



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

POSGRADO DE INGENIERÍA QUÍMICA

FACULTAD DE BIOLOGÍA

**ESTUDIO CRÍTICO DE LA INSTALACIÓN DE SISTEMAS
FOTOVOLTAICOS INTERCONECTADOS A LA RED ELÉCTRICA EN EL
SECTOR RESIDENCIAL Y COMERCIAL EN MORELIA**

TESIS

Para obtener el grado de:

Maestro en Ciencias en Ingeniería Ambiental

PRESENTA:

PAULO CÉSAR NAVARRETE GONZÁLEZ

Ingeniero Civil

Director de tesis:

Dr. Luis Armando Ochoa Franco

Morelia, Michoacán, Septiembre de 2019

Contenido

ÍNDICE DE TABLAS	III
ÍNDICE DE FIGURAS	IV
ÍNDICE DE ECUACIONES	VI
RESUMEN	7
ABSTRACT	8
1. INTRODUCCIÓN	9
2. ANTECEDENTES	11
3. MARCO TEÓRICO	14
3.1 Energías renovables	14
3.2 Energía solar	15
3.2.1 Radiación solar	16
3.2.2 Energía solar en México y Michoacán	18
3.3 Energía fotovoltaica	21
3.4 Sistema fotovoltaico interconectado a la red (SFVI) y sus componentes.....	21
3.4.1 Módulo fotovoltaico.....	22
3.4.2 Arreglo fotovoltaico.....	23
3.4.3 Inversor	23
3.4.4 Protecciones	26
3.4.5 Estructura.....	27
3.4.6. Dimensionamiento de un SFVI.....	29
3.5 Ventajas y desventajas de los SFV	32
Ciclo de vida de un SFVI	33
3.6 Situación mundial actual de la energía fotovoltaica.....	35
3.7 Situación actual de la energía fotovoltaica en México.	37
3.8 Normas internacionales para la aplicación en SFV	43
3.9 Normas mexicanas vigentes para la aplicación en SFV.....	45
4. JUSTIFICACIÓN.....	48
5. OBJETIVOS.....	51
5.1 Objetivo General	51
5.2 Objetivos Particulares	51

6. HIPÓTESIS	52
7. METODOLOGÍA	53
7.1 Zona de estudio.....	54
7.2 Accesibilidad para la adquisición de un SFVI en Morelia	55
7.3 Ventajas y desventajas de los SFVI en Morelia Michoacán.	55
7.4 Costos.....	57
7.5 Sectores viables para la instalación de SFVI en Morelia.....	58
7.6 Selección de instalaciones.....	58
7.7 Aspectos a evaluar	59
8. RESULTADOS.....	61
8.1 Mercado fotovoltaico en Morelia, Mich.....	61
8.2 Resultados de SFVI evaluados en el sector residencial.....	63
8.3 Resultados de SFVI evaluados en el sector comercial.	77
8.4 Discusión de resultados	93
9. CONCLUSIONES	95
10. REFERENCIAS.....	98
11. ANEXO: Memoria de las revisiones en campo.....	A1

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tarifas domésticas (CFE, 2018)	41
Tabla 2. Tarifas comerciales (CFE, 2018)	41
Tabla 3. Esquema tarifario.....	57
Tabla .4 Resumen de resultados para casos residenciales.....	74
Tabla 5. Resumen de resultados para casos comerciales.....	91

ÍNDICE DE FIGURAS

IV

Figura 1. Rango de frecuencias y longitud de onda del espectro Solar.....	16
Figura 2. Horas solares pico (Insolación) e Irradiancia representadas en un día soleado.....	17
Figura 3. Tipos de radiación solar.....	18
Figura 4. Mapa del recurso solar en México.....	19
Figura 5. Cinturones de distribución global de la insolación solar.....	20
Figura 6. Sistema fotovoltaico interconectado a la red.....	22
Figura 7. Celdas solares a paneles solares.....	23
Figura 8. Ejemplo de puesta a tierra.....	26
Figura 9. Tipos de estructuras para la instalación de paneles solares.....	27
Figura 10. Evolución anual de la instalación fotovoltaica.....	37
Figura 11. Crecimiento anual a pequeña y mediana escala de SFVI.....	39
Figura 12. Net Metering.....	42
Figura 13. Net Billing.....	42
Figura 14. Venta total.....	43
Figura 15. Morelia Michoacán.....	54
Figura 16. Instalación fotovoltaica de 1.620 Kw.....	63
Figura 17. Instalación fotovoltaica de 390 W.....	64
Figura 18. Instalación fotovoltaica de 1.92 Kw.....	65
Figura 19. Instalación fotovoltaica de 1.56 Kw.....	66
Figura 20. Instalación fotovoltaica de 5.94 Kw.....	67
Figura 21. Instalación fotovoltaica de 3.2 Kw.....	68
Figura 22. Instalación fotovoltaica de 1.56 Kw.....	69
Figura 23. Instalación fotovoltaica de 1.04 Kw.....	70
Figura 24. Instalación fotovoltaica de 520 W.....	71

Figura 25. Instalación fotovoltaica de 1.04 Kw.....	72
Figura 26. Instalación fotovoltaica de 4.48 Kw.....	73
Figura 27. Instalación fotovoltaica de 4.48 Kw.....	74
Figura 28. Instalación fotovoltaica de 20 Kw.....	77
Figura 29. Instalación fotovoltaica de 8.25 Kw.....	78
Figura 30. Instalación fotovoltaica de 7.75 Kw.....	79
Figura 31. Instalación fotovoltaica de 12.75 Kw.....	80
Figura 32. Instalación fotovoltaica de 4.86 Kw.....	81
Figura 33. Instalación fotovoltaica de 2.0 Kw.....	82
Figura 34. Instalación fotovoltaica de 10 Kw.....	83
Figura 35. Instalación fotovoltaica de 4.48 Kw.....	84
Figura 36. Instalación fotovoltaica de 6.27 Kw.....	85
Figura 37. Instalación fotovoltaica de 3.3 Kw.....	86
Figura 38. Instalación fotovoltaica de 5.44 Kw.....	87
Figura 39. Instalación fotovoltaica de 12.87 Kw.....	88
Figura 40. Instalación fotovoltaica de 5.94 Kw.....	89
Figura 41. Instalación fotovoltaica de 3.96 Kw.....	90
Figura 42. Instalación fotovoltaica de 3.3 Kw.....	91
Figura 43. Distribución de las instalaciones revisadas.....	95

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Temperatura de máxima operación	30
Ecuación 2. Inclinación.....	30
Ecuación 3. Potencia pico del arreglo fotovoltaico	30
Ecuación 4. Número total de módulos.....	31
Ecuación 5. Potencia nominal del inversor.....	31

RESUMEN

El calentamiento global de nuestro Planeta es evidente y sigue incrementándose. Así mismo, los cambios en nuestros ecosistemas se han estado padeciendo y amenazan con crecer exponencialmente. Una de las principales causas del cambio climático es la emisión de gases de invernadero (y CO₂ equivalente) debido a la generación de energía a partir de combustibles fósiles. En este contexto, la electricidad fotovoltaica posee una huella de carbono mucho menor que la de origen fósil. Esta energía ha venido bajando sus costos rápidamente en el mundo, lo cual ha permitido que existan más instalaciones con este tipo de tecnología, principalmente interconectados a la red sin la necesidad de un banco de baterías para su funcionamiento, brindando mayor versatilidad en este tipo de tecnologías y un menor impacto ambiental negativo. En este trabajo se hace una revisión de cuál es la situación actual en la calidad (técnico y materiales implementados) de las instalaciones de los sistemas fotovoltaicos interconectados a la red en la ciudad de Morelia. Al hacer la revisión de las instalaciones representativas en los sectores comercial y residencial, hacia donde enfocamos este trabajo, nos encontramos afortunadamente con sistemas correctamente instalados en lo general y usuarios complacidos con estas tecnologías en cuanto a su desempeño.

Palabras clave: **fotovoltaica, calentamiento global, Morelia, huella de carbono, interconectados.**

ABSTRACT

Earth's global warming is evident and in progress. Likewise, detrimental changes in our ecosystems have been occurring and threaten to grow exponentially. One of the main causes of climate change is the greenhouse gas emissions (and equivalent CO₂), due to the energy generation from fossil fuels. In this context, the photovoltaic electricity carbon footprint is smaller than that of fossil origin. This photovoltaic energy has been lowering down its costs rapidly in the world, which has allowed more facilities with this type of technology, mainly interconnected to the grid without the need of a battery bank for its operation, providing greater versatility in this type of technologies and a lower negative environmental impact. This work contains a review of the current situation in the quality (technical and materials implemented) of photovoltaic systems installation interconnected to the public electric grid in the city of Morelia. From the representative facilities reviewed within the commercial and residential sectors, we luckily found correctly installed systems and users pleased with the performance of their installation.

Key words: **photovoltaic, global warming, Morelia, carbon footprint, interconnected.**

1. INTRODUCCIÓN

La energía es esencial para nuestra conservación y mejora de nuestro estilo de vida. En la actualidad, la mayor producción de la energía es generada a partir de los combustibles fósiles, que no son renovables y contaminan significativamente el medio ambiente.

Parte de este impacto ambiental negativo, resultado del consumo de energía de origen fósil, es el cambio climático, provocado en gran parte por el aumento en el consumo de este tipo de energía que tiene como consecuencia la producción y aumento de los gases de efecto invernadero, especialmente CO₂ atmosférico y metano, que han provocado un calentamiento significativo de la atmósfera en las últimas décadas, [Dalby, 2018].

El acceso a la energía limpia y confiable es crucial para evitar el cambio climático y sus consecuencias, así como el desarrollo de los países como México. La economía de México se basa en la producción de energía a partir de los combustibles fósiles y aun se ve incierto el cambio a vías más sustentables, [Mundo-Hernández et al., 2014].

México cuenta con un excelente potencial para el aprovechamiento de las energías renovables, especialmente la energía solar, en la que enfocaremos esta investigación, se cuenta con un recurso solar alto en comparación con otros países, con una radiación promedio diaria de 5.35 KWh/m² [Pérez-Dencia et al., 2017], y en base a datos obtenidos por el "Earth Science Enterprise Program" de la NASA, tenemos una irradiación solar diaria promedio de 5.58 kWh/m² en Morelia Michoacán, lo que lo define como un lugar óptimo e ideal para la instalación de sistemas fotovoltaicos.

La energía fotovoltaica usa la luz solar para la producción de energía eléctrica por medio de una celda fotovoltaica, hecha de semiconductores, donde convierte la energía solar en corriente directa a través del efecto fotoeléctrico [Pérez-Dencia et al., 2017]. Enfocado a los sistemas fotovoltaicos interconectados a la red eléctrica (SFVI), son aquellos que no necesitan baterías, sí no que están conectados

directamente a la red eléctrica, normalmente prometiendo abastecer la demanda eléctrica del consumidor, todo registrado por su contabilizador eléctrico (medidor bidireccional), [IEA-PVPS, 2011].

A través de los años los costos de estos sistemas han ido en bajada, por diferentes factores como: bajo de precio en módulos e inversores, optimizaciones en los sistemas, mayor competencia, menores gastos de instalación y desarrollador, y mejora en la productividad laboral, (Hancevic, Nuñez, & Rosellon, 2017), esto en comparación con el aumento de las tarifas de luz de los sectores (comercial y residencial), se ha popularizado el uso de esta energía, lo cual ha permitido que ya se estén haciendo instalaciones fotovoltaicas en la Ciudad de Morelia. Pero a la falta de conocimientos sobre una buena instalación de los proveedores de sistemas fotovoltaicos en la ciudad de Morelia no se llega a aprovechar apropiadamente esta tecnología.

Para que esta investigación resulte fructuosa se harán diferentes pruebas de sistemas fotovoltaicos interconectados a la red en Morelia Mich, consultando las normativas correspondientes y en base a un diagnóstico, determinar si la calidad y funcionamiento de los mismos es apropiado o es necesario mejorar.

2. ANTECEDENTES

Los combustibles fósiles siguen siendo las principales fuentes de energía en el mundo y están asociados con el aumento de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂). El desarrollo de fuentes de energías renovables puede desarrollar un papel crucial para reducir tanto las emisiones de CO₂ como la dependencia a los combustibles fósiles. Por lo tanto, hay una tendencia mundial para promover el uso de las energías renovables. Aun así, estas fuentes se enfrentan a graves barreras de entrada, en su mayoría asociadas a la falla de mercado, [Afonso et al., 2017].

De acuerdo con datos de SENER, en el 2016 se tuvo a nivel mundial un total de 2'011,332 MW de generación eléctrica con el uso de energías renovables. En México al cerrar el 2016, se tuvo un incremento del 10.17% de la capacidad instalada respecto al año anterior. La generación de energía eléctrica en México con el uso de las energías renovables fue del 15.4%, donde las que contaron con mayor crecimiento fueron: la solar y la eólica. Se está teniendo un gran aprovechamiento de las energías renovables cada año por lo que se espera que entre el 2017 y 2031, estas tengan un crecimiento a una tasa media anual del 7.4%. Dentro de estos pronósticos es destacable la participación de la energía solar fotovoltaica para la matriz energética y crecerá aproximadamente 3,543% pasando de 368 GWh en 2017 a 13,396 GWh en 2031, [SENER, 2017].

La energía solar es una de las mejores opciones de energías renovables ya que puede utilizarse para producir energía eléctrica y con esto disminuye la dependencia de combustibles fósiles como principal combustible. La energía proveniente de sol tiene muchas ventajas como que el sol emite energía las 24 horas del día, los 365 días del año a nuestro planeta, es abundante y gratuita y no contamina, [Cañavera García et al., 2015].

En comparación a las fuentes de energía convencionales, como los combustibles fósiles, la tecnología fotovoltaica no causa los mismos problemas ambientales que estas fuentes causan durante la generación, como el cambio climático, el calentamiento global, contaminación del aire, lluvia ácida, etc. Como

ventaja adicional, la energía solar no necesita ser extraído, refinado o transportado al sitio de la generación que este cerca de la carga, tiene menores costos de operación en comparación de una planta hidroeléctrica, es silenciosa y puede ser generada en zonas urbanas e instaladas en casi cualquier techo, [Gonçalves et al., 2017].

El efecto fotovoltaico fue descubierto por Edmond Becquerel en 1839 durante un estudio sobre los efectos eléctricos que ocurren entre dos electrodos sumergidos en electrolitos. E. Becquerel, informó la producción de una fotocorriente cuando los electrodos cubiertos por sales de haluros de cobre o plata fueron iluminados por luz solar. También descubrió el efecto de longitud de onda en la producción de corriente eléctrica, que ahora se explica por el carácter semiconductor de estas sales con la existencia de lazos de banda, [Lincot, 2017].

Esto fue seguido en 1873 por la publicación de un artículo científico de un ingeniero eléctrico inglés, Willoughby Smith, reveló sus observaciones de que la conductividad eléctrica del material semiconductor selenio aumentó cuando se expone a la luz. Seguido de un trabajo adicional sobre el selenio por William Adams y Richard Day, quienes, en 1876, descubrieron que iluminar una unión entre el selenio y el platino produce una corriente eléctrica. Esto condujo a la producción de la primera celda solar hecha de selenio por el inventor estadounidense Charles Fritts. La eficiencia de conversión era alrededor del 1% y los costos eran demasiado altos para un dispositivo práctico, [Breeze, 2014].

Breeze también menciona que no fue hasta principios de la década de 1950 cuando la verdadera tecnología fotovoltaica nació. Fue el resultado de la investigación de Daryl Chapin, Calvin Fuller y Gerald Pearson en los laboratorios Bell en Estados Unidos. Donde produjeron una celda fotovoltaica con una eficiencia del 4% y después aumento a 11%.

La comercialización de las celdas solares tardó en comenzar, pero a partir del año 1958 se utilizaron para proporcionar energía a los primeros satélites como el Vanguard 1 de los Estados Unidos y el ruso Sputnik-3. Hoy en día la tecnología fotovoltaica sigue siendo la principal forma de energía eléctrica en el espacio. En

las siguientes seis décadas se continuó el desarrollo con nuevos materiales y mayores eficiencias que conducen a una mejor relación costo – beneficio en las celdas solares, tanto para aplicaciones de energía central como para aplicaciones domésticas en tejados; no fue hasta mediados de la segunda década del siglo XXI se volvieron disponibles, [Breeze, 2014].

En México, el Instituto de Investigaciones Eléctricas inició en 1979 la investigación relacionada con la ingeniería de plantas fotovoltaicas. Y a partir de los noventa, esta investigación fue dirigida hacia pequeñas aplicaciones fotovoltaicas en zonas aisladas. Actualmente la investigación está dirigida hacia 2 campos principales: sistemas fuera de red y sistemas híbridos, solar – eólico -diésel. En cuanto a los sistemas fotovoltaicos interconectados a la red eléctrica, las investigaciones han sido enfocadas para abastecer la demanda máxima en zonas con grandes picos de demanda durante el verano, el cual es motivado principalmente por el uso de aire acondicionado, [AUTREN, 2016].

También AUTREN hace mención a como la tecnología fotovoltaica ha tenido diferentes aplicaciones, fue desde la década de los 90, que era utilizada para suministrar electricidad como sistemas de radiocomunicación por microondas, telefonía satelital, educación vía satélite y telefonía celular. Pemex ha utilizado los sistemas fotovoltaicos para el suministro de energía a equipos de comunicación, seguridad y control en plataformas marinas no tripuladas y la protección catódica de tuberías y estructuras metálicas. Otra aplicación importante ha sido en zonas marginadas como ranchos, fincas agrícolas y ganaderas, alejados de la red de CFE.

Dos de los principales problemas para la expansión del mercado fotovoltaico en México son las pequeñas tarifas de electricidad pagadas por el usuario final y el alto precio de la tecnología fotovoltaica, ya que principalmente es importado de países como Alemania y China. Situación que ha ido mejorando en los últimos años, ya que en la actualidad existen nueve compañías mexicanas que fabrican módulos fotovoltaicos con una producción global anual de 220 MW, [IEA International Energy Agency, 2018].

3. MARCO TEÓRICO

3.1 Energías renovables

Las fuentes energéticas han sido clasificadas en tres categorías: combustibles fósiles, energías renovables y energía nuclear. Donde los combustibles fósiles han sido por mucho tiempo la fuente de energía dominante, especialmente el petróleo, el carbón y el gas natural, [Alemán-Nava et al., 2014].

En los últimos estudios y documentaciones, ha quedado muy claro que los combustibles fósiles solo durarían unas décadas más, debido a esto, el costo de los combustibles fósiles se ha convertido en un gran desafío para el ser humano. No solo el valor económico sino también el impacto ambiental que los combustibles fósiles generan, que nos ha llevado a buscar nuevas alternativas. Las energías renovables, son la mejor alternativa que pueden marcar la diferencia para la sustentabilidad, como reduciendo los gases de efecto invernadero y la economía a largo plazo, como la energía solar, [Anzalchi & Sarwat, 2017].

De acuerdo con la Ley de Transición Energética, Artículo 3, Fracción XVI, las energías renovables se definen como: “Aquellas cuya fuente reside en fenómenos de la naturaleza, procesos o materiales susceptibles de ser transformados en energía aprovechable por el ser humano, que se regeneran naturalmente, por lo que se encuentran disponibles de forma continua o periódica, y que al ser generadas no liberan emisiones contaminantes.”

Se consideran fuentes de Energías Renovables las que se enumeran a continuación:

1. El viento;
2. La radiación solar, en todas sus formas;
3. El movimiento del agua en cauces naturales o en aquellos artificiales con embalses ya existentes, con sistemas de generación de capacidad menor o igual a

30 MW o una densidad de potencia, definida como la relación entre capacidad de generación y superficie del embalse, superior a 10 watts/m²

4. La energía oceánica en sus distintas formas, a saber: de las mareas, del gradiente térmico marino, de las corrientes marinas y del gradiente de concentración de sal;

5. El calor de los yacimientos geotérmicos, y

6. Los Bioenergéticos que determine la Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos. [SENER, 2015].

En México hay un esfuerzo de reducir las emisiones de efecto invernadero, incrementando las fuentes de energía con la prioridad de la participación de tecnologías no fósiles y reducir el impacto ambiental del sector energético, cumpliendo con la Estrategia Nacional de Energía tiene la meta de incrementar el uso de las energías limpias para la generación de electricidad a un 35% del total para el 2026 [SENER, 2014].

3.2 Energía solar

Particularmente, la energía solar, se refiere a la conversión de la luz solar en otras formas de energía que los humanos puedan usar para satisfacer sus necesidades. La energía del sol puede ser aprovechada por tres tipos de tecnologías: fotovoltaica, concentración solar térmica y calefacción y refrigeración solar. A la que está dirigida esta investigación, la tecnología fotovoltaica utiliza directamente la luz solar para generar electricidad mediante el uso de una celda fotovoltaica, hecha de un semiconductor, que convierte la energía solar en electricidad de corriente continua a través del efecto fotoeléctrico, (Pérez-Denicia, et al., 2017).

Dentro de las energías renovables, la energía solar es una prometedora alternativa para satisfacer la creciente demanda y necesidad por generar energía limpia. Es limpia, barata y abundantemente disponible todo el año, por lo que ha sido objeto de estudio por muchos investigadores para su uso en diferentes ámbitos teóricos y experimentales. La integración de la energía solar con otros tipos de

sistemas de energía juega un papel importante en el desarrollo tecnológico sustentable, [Sansaniwal et al., 2018].

El sol es una fuente importante de energía gratuita e inagotable para el planeta Tierra, continuamente se están desarrollando nuevas tecnologías para aprovechar esta energía. Teóricamente la energía solar tiene el potencial para satisfacer adecuadamente las demandas de energía en el mundo entero, si las tecnologías para su cosecha y suministro estuvieran disponibles. La energía que llega a la tierra es de casi cuatro millones de exajoules ($1\text{EJ} = 10^{18}\text{J}$), ca. 5×10^4 EJ de los cuales se afirma que es fácilmente aprovechables, a pesar de este gran potencial, la contribución de la energía solar es todavía insignificante, [Kabir et al., 2018].

3.2.1 Radiación solar

De la gran parte de energía solar que llega a la Tierra, es en forma de radiación solar, definida como el flujo de energía que recibimos del Sol en forma de ondas electromagnéticas, que permite la transferencia de energía solar a la superficie terrestre. Este tipo de ondas electromagnéticas tienen diferentes frecuencias, entre los rangos de longitud de onda de $0.4 \mu\text{m}$ y $0.7 \mu\text{m}$, [Barragan, 2013], como se puede observar en la Figura 1.

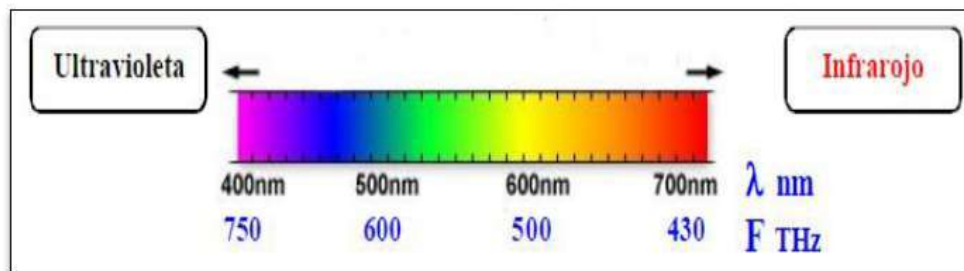


Figura. 1. Rango de frecuencias y longitud de onda del espectro solar.

Fuente: UNAM

- En la “Radiación Infrarroja” se encuentran las ondas de baja frecuencia del espectro solar cuya fuente primaria de este tipo radiación es el calor o radiación térmica.

- En la “Radiación Ultravioleta” se encuentran las ondas de alta frecuencia, este tipo de ondas hacen posible los procesos de fotosíntesis y bronceado de la piel.

La irradiancia o exposición radiante es el término con el que se puede expresar la radiación solar, es una medida de flujo de energía que se recibe en una superficie determinada de manera instantánea como energía/área-tiempo y cuya unidad de medida es el Watt por metro cuadrado (W/m^2).

Si nos interesa saber la cantidad de energía solar recibida en una superficie durante un determinado periodo de tiempo utilizamos la unidad de medida Watt hora por metro cuadrado (Wh/m^2), que es conocida como la irradiación solar o insolación. La insolación también puede ser expresada en términos de horas solares pico, [Mendoza, 2011]. Por lo tanto, si en un lugar tenemos 3 horas solares pico (HSP), tendremos 3 horas que el sol estará transmitiendo $1000 W/m^2$, por lo cual esa superficie habrá recibido ese día $3000 Wh/m^2$ o $3 kWh/m^2$.

En resumen, es la energía recibida por horas por m^2 (Figura. 2), y esta energía varía dependiendo de la localización y la temporada del año, igualmente es un concepto frecuentemente utilizado para el dimensionamiento de SFV.

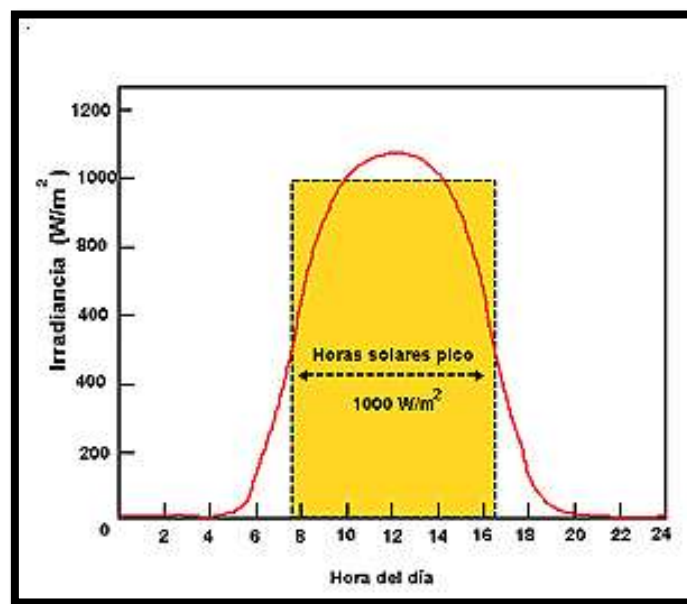


Figura. 2. Horas solares pico (Insolación) e Irradiancia representadas en un día soleado.

Fuente: <https://www.researchgate.net/>

Igualmente, Mendoza nos indica que la irradiación suele tener diferentes comportamientos, por lo que se puede separar en tres componentes: la directa, la difusa y la reflejada (Figura 3.).

- Radiación directa: como su propio nombre nos lo indica, es la que proviene directamente del sol en línea recta, sin ningún tipo de desviación a su paso por la atmósfera. Esta es el tipo de radiación es la mayor y más importante en las aplicaciones fotovoltaicas.
- Radiación difusa: es la recibida del sol una vez dispersa por la atmósfera, como la que se recibe a través de las nubes.
- Radiación reflejada: se obtiene de la misma radiación directa y difusa que “rebota” en la superficie.
- Y la suma total de las tres radiaciones se le conoce como irradiancia global.

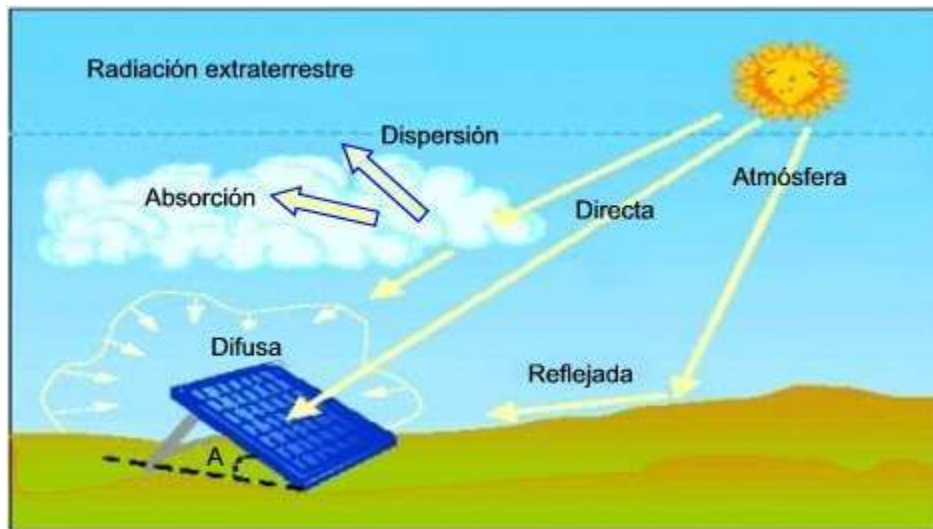


Figura. 3. Tipos de radiación solar. Fuente: MBA News.

3.2.2 Energía solar en México y Michoacán

En cuanto a generación eléctrica en México, muestra que el 57% de la energía es generada por gas natural, 12.9% es generada por hidroelectricidad, y el 11.1% es generada por carbón. Las energías renovables solo generan el 3% de electricidad. Consecuente, el uso de las energías renovables en México es muy bajo

y hay un incremento de demanda energética del 3.4% anual, [Pérez-Denicia et al., 2017].

Tomando la ventaja de más del 75% del país, tiene una insolación mayor a 5 kWh/m² (Figura 4)., existe una oportunidad de política energética y ambiental muy prometedora para la producción de energía fotovoltaica. Otros países como Alemania y España, son actualmente reconocidos como líderes mundiales en la instalación de sistemas fotovoltaicos. Sin embargo, México cuenta con los recursos solares muy superiores, que podría considerarse entre los más grandes del mundo, [Hancevic et al., 2017].



Figura. 4. Mapa del recurso solar en México. Fuente: ESMAP

La distribución geográfica de la radiación solar se clasifica en 4 categorías o cinturones solares según su intensidad en todo el mundo. El cinturón más favorable se encuentra entre las latitudes entre las latitudes 15°N y 35°N, y entre 15°S y 35°S. Como se muestra en la Figura. 5, México está completamente dentro de las latitudes 15°N a 35°N, con niveles de radiación solar óptimos como se mencionaba

Cabe destacar el gran potencial solar de todo el territorio mexicano, principalmente en los estados del norte, ya que tiene grandes áreas de desierto que pueden utilizarse para la instalación de módulos fotovoltaicos y producir electricidad que puede abastecer las poblaciones cercanas, [Pérez-Denicia et al., 2017].

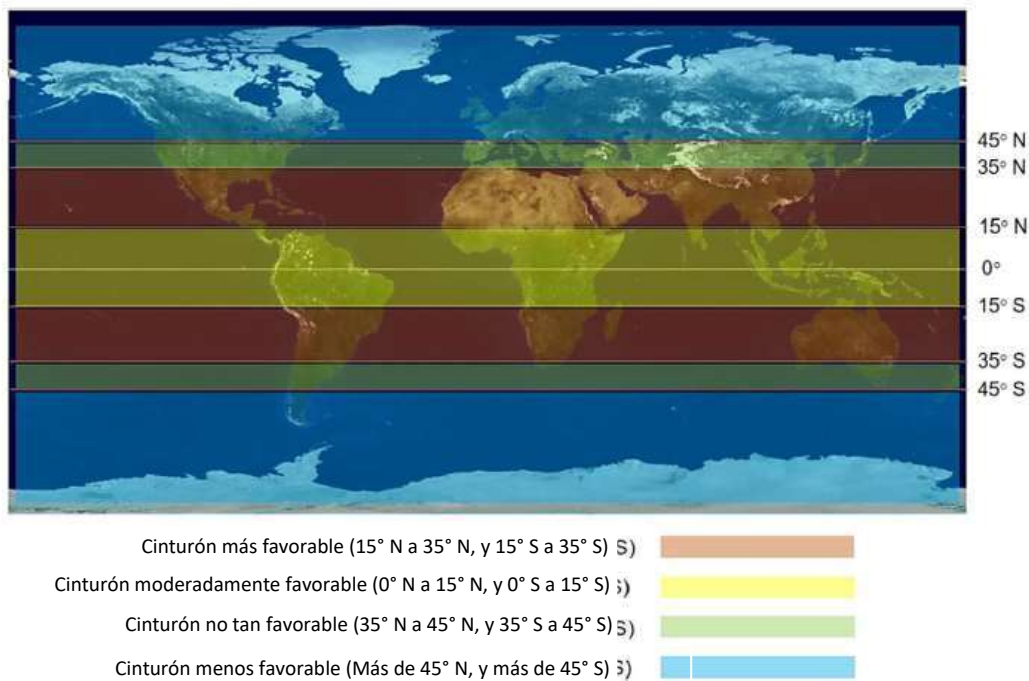


Figura. 5. Cinturones de distribución global de la insolación solar.

Fuente: IER

La cantidad de insolación que llega a un punto de la superficie terrestre es dependiente del grado de inclinación con el que los rayos inciden sobre la superficie, debido a que en cuanto más perpendiculares sean estos rayos a la superficie terrestre, tendrán mayor intensidad solar. En el territorio mexicano contamos con un promedio de 6.2 kWh/m² de radiación solar directa, y un promedio anual de 1.7

kWh/m² de radiación difusa, un indicador más del excelente potencial para el aprovechamiento de la energía solar en México.

3.3 Energía fotovoltaica

La generación de electricidad por sistemas fotovoltaicos está emergiendo como una de las más prometedoras alternativas de fuentes energéticas limpias para reemplazar las fuentes de energía convencionales como lo son el carbón, petróleo y gas natural, [Li et al., 2017].

La energía fotovoltaica transforma la radiación en energía eléctrica, originado en las celdas solares por medio del efecto fotovoltaico. Este efecto ocurre en materiales conocidos como semiconductores, los cuales presentan dos bandas de energía, en una de ellas hay presencia de electrones y en la otra donde no hay presencia de ellos. La función de la luz solar en el efecto fotovoltaico es suministrar de energía al electrón más externo para que sea posible para él pasar de la banda de valencia a la banda de conducción en el material, generando electricidad, [Gonçalves et al., 2017].

3.4 Sistema fotovoltaico interconectado a la red (SFVI) y sus componentes.

Existen principalmente dos tipos de sistemas fotovoltaicos, en los tipos de sistemas que está enfocada esta investigación, son los interconectados a la red cuyos componentes consisten principalmente en los módulos fotovoltaicos, inversor y otros componentes tales como cableado y estructura (Stylos & Koroneos, 2014). En los sistemas fotovoltaicos conectados a la red, se utiliza un inversor para convertir la electricidad de corriente directa, producida por el arreglo fotovoltaico a corriente alterna, la cual se suministra a la red eléctrica, con el principal objetivo de abastecer su propio consumo [IEA-PVPS, 2011]. Si la energía generada es mayor que la que se consume, la energía sobrante se entrega a la central eléctrica por medio de la red de distribución eléctrica (CFE), de manera recíproca cuando el consumo es mayor a la energía producida por el SFVI, se tendrá que recurrir a la red eléctrica para que suministre el restante.



Figura 6. Sistema fotovoltaico interconectado a la red. Fuente: Grupo Solarmex

3.4.1 Módulo fotovoltaico.

Las celdas solares, elemento principal de lo que está compuesto un módulo fotovoltaico es solo una parte de todos los componentes de un sistema fotovoltaico. Las celdas solares de silicio, individualmente son relativamente pequeñas en términos de tamaño físico y de la cantidad de energía que pueden producir. Para ser integradas dentro de los sistemas para el suministro de energía, se van añadiendo en grandes cantidades estas celdas solares de manera individual conectándolas en serie para aumentar el voltaje de salida, para posteriormente conectar estas cadenas en serie en paralelo para poder aumentar la potencia. Las celdas agregadas forman un solo módulo que posteriormente debe ser encapsulado para su protección, equipado con conexiones eléctricas para que pueda conectarse al sistema, (Figura 7.), [Breeze, 2016].

Existen diferentes tipos de celdas fotovoltaicas, agrupados en tres categorías principales: los módulos de silicio cristalino que son comúnmente conocidos como tecnologías de primera generación, los módulos de película delgada se le conocen como tecnología de segunda generación y las tecnologías de película delgada emergentes y cualquier otro módulo, se conocen como tecnologías de tercera generación, [Domínguez & Geyer, 2017].

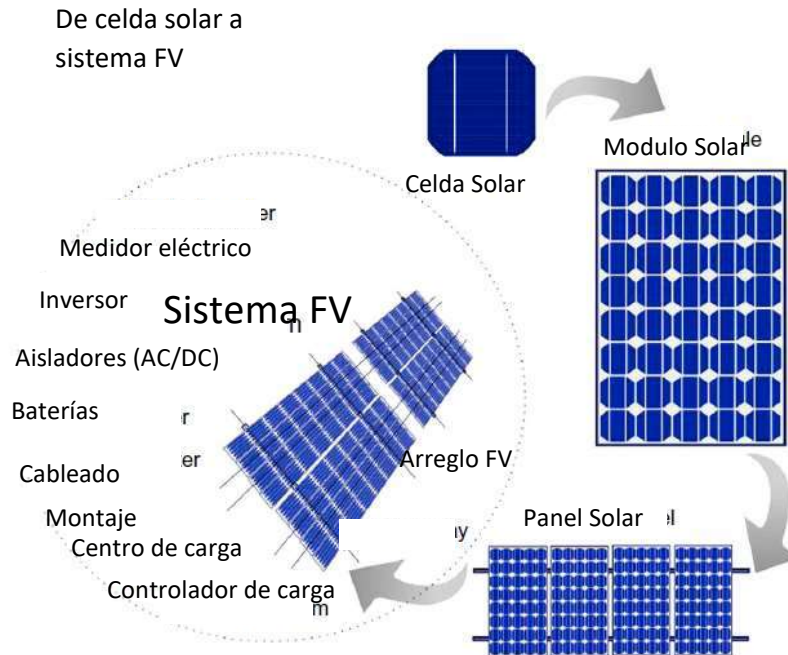


Figura 7. Celdas solares a paneles solares. Fuente: Modules, Inverters, and Solar Photovoltaic Systems. Solar Power Generation.

Los módulos fotovoltaicos más comerciales están hechos a partir de silicio cristalino, el segundo material más abundante del planeta, las cuales son monocristalinas (celdas hechas de películas delgadas de un solo cristal de silicio) o policristalino (celdas hechas de bloque de cristales de silicio), [Mundo-Hernández et al., 2014].

3.4.2 Arreglo fotovoltaico

La potencia producida por un solo módulo rara vez es suficiente para uso comercial, por lo que los módulos se conectan entre sí para formar un arreglo y suministrar la carga deseada. La conexión de los módulos es un arreglo de la misma manera que las celdas fotovoltaicas para producir un módulo. Los módulos también se pueden conectar en serie para obtener un aumento de voltaje o en paralelo para obtener un aumento de corriente (Figura 6), [Arkoub et al., 2013].

3.4.3 Inversor

Los inversores son el componente clave en los sistemas fotovoltaicos conectados a la red y son responsables de muchas de las funciones principales de

la conexión a la red. Además de realizar la conversión de energía de directa a alterna, el inversor debe de sincronizar la onda eléctrica con la de la energía de la red, para que su compatibilidad sea total. Igualmente, el inversor dispone de funciones de protección, para garantizar la calidad de la energía vertida a la red como la seguridad de la propia instalación y de las personas, [Díaz Cordobado & Carmona Rubio, 2010].

Existen diferentes tipos de inversores disponibles para adaptarse a diferentes aplicaciones. Por ejemplo, el micro inversor controla la energía de un módulo fotovoltaico individual y se usa a menudo en instalaciones domésticas y comerciales [Domínguez & Geyer, 2017]. Los micro inversores están diseñados para gestionar la energía de un solo panel solar, por lo tanto, habrá muchos más micro inversores en un sistema cuando se involucra más de uno o dos paneles, y generalmente serán más caros que un inversor central o de una sola cadena. Sin embargo, dado que cada panel se gestiona de manera independiente, el efecto de sombreado de un panel, o la falla de un panel, se limitará a ese panel. Los micro inversores también manejan, individualmente, niveles mucho más bajos de potencia que los inversores de cadena, y pueden fabricarse a partir de componentes electrónicos potencialmente más pequeños y confiables, de tal manera que se tiene documentado que son capaces de mejorar la eficiencia general de un sistema solar de energía solar entre 5% y un 20%. Adicionalmente los micro inversores son más flexibles que los inversores centrales o de cadena porque se pueden agregar fácilmente nuevos paneles para expandir el sistema. Algunos fabricantes de paneles solares están comenzando a suministrar paneles solares con micro inversores integrados, lo que simplifica aún más la instalación, [Breeze, 2016].

Otro tipo, es el inversor central o de cadena en el cual los módulos fotovoltaicos se dividen en conexiones en serie (llamadas cadenas), cada una de las cuales genera un voltaje suficientemente alto para evitar una amplificación adicional. Estas conexiones en serie se conectan en paralelo, con aplicaciones en instalaciones fotovoltaicas de mayor escala o plantas solares, [Anzalchi & Sarwat, 2017]. El inversor central es el tipo de inversor más establecido para energía solar

fotovoltaica, y es el más barato y potencialmente el más fácil de instalar. Sin embargo, cada inversor central debe manejar la energía de varios paneles, por lo que debe tener una alta capacidad de energía, y esto puede afectar el costo y la confiabilidad de los componentes a partir de los cuales se fabrican. Además, un inversor central trata a todos los paneles conectados a él de la misma manera. Estos inversores utilizan una tecnología adaptativa para tratar de obtener el máximo rendimiento de los paneles solares, pero si uno o más de los paneles están sombreados o sucios, o si un panel falla, esto puede afectar el rendimiento de todos los paneles. Los inversores centrales también tienen una flexibilidad limitada cuando se trata de expandir una matriz solar, ya que normalmente tiene el tamaño adecuado para el número inicial de paneles, esto hace que sea más difícil agregar paneles en una etapa posterior, [Breeze, 2016].

Si bien algunos sistemas de energía solar fotovoltaica funcionan independientemente de cualquier sistema de red, la mayoría de los sistemas de energía solar fotovoltaica en uso están conectados a la red. Las centrales eléctricas de servicios grandes y medianas basadas en la generación de energía solar fotovoltaica alimentan toda su energía directamente a la red, y deben cumplir con los códigos de rendimiento de la red cuando lo hacen. Sin embargo, muchos sistemas de energía solar fotovoltaica son sistemas en tejados mucho más pequeños que suministran energía a viviendas individuales y operaciones comerciales, o funcionan como sistemas de generación distribuida que suministran energía a un grupo de pequeños usuarios. En cada uno de estos casos, el sistema generalmente tendrá una doble función: suministrar energía a sus consumidores locales y suministrar energía a la red. Estos, también, tienen que cumplir con los estándares de la red. La conexión a la red se controla mediante un conjunto estricto de códigos y condiciones para garantizar que un sistema conectado a la red no degrade el suministro de la red al afectar el voltaje de la red, la frecuencia de la red o la adición de ruidos no deseados o armónicos a la red. Dependiendo de su tamaño, es posible que una instalación solar también tenga que ser capaz de proporcionar soporte para la red, ya sea al poder aumentar o reducir su salida a

pedido del controlador de la red, o al ayudar a estabilizar la tensión y la frecuencia de la red, [Breeze, 2016].

3.4.4 Protecciones

Una forma de asegurar en gran manera la vida útil de nuestro sistema FV al igual que las garantías principalmente del inversor, es necesario la implementación de ciertos elementos que sirvan como protección en caso de sobretensiones, sobrevoltajes, cortocircuitos o descargas de fuentes atmosféricas.

Las puestas a tierra (Figura 8.) tienen el principal objetivo de brindar seguridad en las instalaciones eléctricas, ya que, en el posible caso de una derivación imprevista de tensión o sobrevoltaje, minimice o elimine el riesgo que supone una avería en los elementos eléctricos utilizados y los usuarios de sufrir una descarga eléctrica. En el caso de los de los sistemas FV es necesario un sistema de puesta a tierra para mejorar el rendimiento y la seguridad del personal, por lo que todos los elementos metálicos expuestos del sistema deben estar debidamente aterrizados al electrodo a tierra, esto incluye la estructura, los marcos del módulo y el inversor, lo más cercano posible del SFVI [Maza, 2008].



Figura 8. Ejemplo de puesta a tierra. Fuente Wikipedia

Dentro de las principales protecciones contra sobrecargas, cortos circuitos y sobretensiones, son los siguientes:

- Fusibles: Útiles para evitar sobreintensidades accidentales, se recomienda uno por cada polo del arreglo fotovoltaico.
- Interruptor termomagnético: Encargados de limitar la intensidad en el circuito de consumo, son las instaladas comúnmente en las viviendas y en caso de

que se conecte algún equipo de potencia excesiva se activa la protección termomagnética. Son recomendables uno en el centro general y otro en el inversor.

- Varistores entre positivo y tierra, y negativo y tierra, para el SFV, contra sobretensiones incluida por descargas atmosféricas [Maza, 2008].

3.4.5 Estructura

La estructura de soporte donde se pondrán los paneles solares al igual que los demás elementos es de suma importancia, ya que proporciona la orientación y el ángulo de inclinación que se necesita para el mejor aprovechamiento de la radiación, ya que dependiendo de su diseño da la resistencia necesaria para soportar los diferentes factores atmosféricos de la zona, por ejemplo el efecto de la lluvia y el viento, o el material del que están contruidos para soportar zonas costeras donde la salinidad es mayor (Valenzuela, 2013).

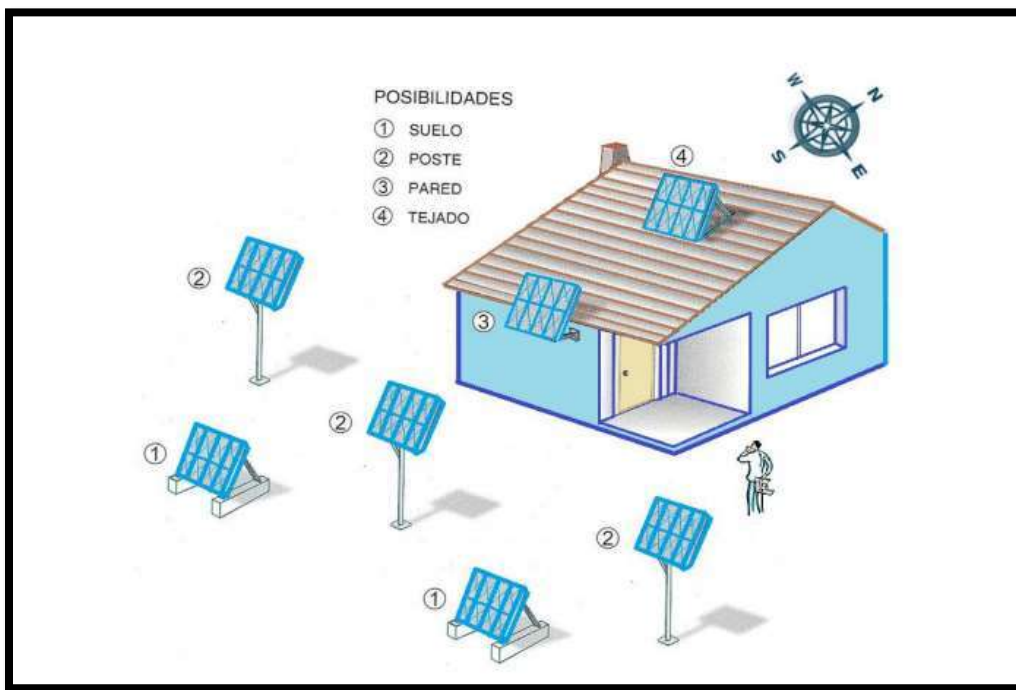


Figura 9. Tipos de estructuras para la instalación de paneles solares.

Fuente: UNAM

De acuerdo a la Figura 9 se pueden observar los diferentes tipos de estructuras para la instalación de paneles solares, de las cuales nos enfocaremos en las usadas con más frecuencia en los sectores residencial y comercial, que son los siguientes:

1) Suelo: La forma más común y tradicional para instalar paneles solares en grandes cantidades.

Ventajas: Menor acción del viento en comparación con las demás, al igual que el montaje e instalación y menor uso de material de soporte.

Desventajas: Fácil acceso a personas y animales y posibilidad de sombreados parciales.

3) Pared: Es de las opciones usualmente utilizadas para instalaciones en viviendas.

Ventajas: Ahorro en material de estructura ya que va anclada a la pared, ocupa menos espacio y no presenta problema con el viento.

Desventajas: La fachada tiene que estar obligadamente orientada hacia el sur.

4) Tejado: Siempre y cuando la cubierta de un edificio o vivienda sea plana, es una de las más fáciles de instalar.

Ventajas: Fácil montaje e instalación, ahorro en el material de estructura siempre y cuando sea una superficie plana.

Desventajas: Mayor acción del viento dependiendo de la altura, puede presentar un área limitada donde se instalarán los paneles, puede presentar dificultades si la superficie es irregular o inclinada.

De acuerdo con la Asociación de Normalización y Certificación (2012) en México, las condiciones ideales para una estructura de un sistema fotovoltaico son las siguientes:

- Pueden ser fijas o con seguimiento (uno o dos ejes).

- Ser de metal: aluminio anodizado, acero al carbón galvanizado en caliente o con un recubrimiento anticorrosivo y pintura acrílica anticorrosiva o acero inoxidable.
- Para su aplicación en regiones de ambiente salino debe de ser de aluminio anodizado o acero inoxidable.
- La estructura puede contar con un sistema de ajuste $\pm 15^\circ$ de acuerdo a la latitud del lugar.
- La estructura debe de estar diseñada para soportar bajo condiciones de trabajo, corrosión, deformaciones mecánicas tanto estáticas como dinámicas con un anclaje que soporte cargas de viento de acuerdo con las características climatológicas del sitio de instalación (máxima carga permisible para vientos de hasta 180 km/h).

3.4.6. Dimensionamiento de un SFVI

El dimensionamiento es un aspecto importante para el diseño en los sistemas fotovoltaicos. Generalmente la gente hace los dimensionamientos en software especializados. Sin embargo, tenemos un pequeño entendimiento en diferentes aspectos y variables que deberíamos considerar en los dimensionamientos. En un típico sistema fotovoltaico cada arreglo es una combinación de número de módulos, primero conectados en serie para obtener el voltaje deseado y después conectarlos en paralelo para permitirle al sistema que produzca la corriente deseada. Diseñar un sistema fotovoltaico tiene varios criterios y restricciones que incluyen las condiciones del sitio, inconvenientes con las sombras, rangos de voltaje y corriente en el inversor, irradiación del sitio, etc. [Muthycal, 2013].

Para un correcto dimensionamiento fotovoltaico son necesarios los siguientes conocimientos:

- Geográficos: Localización, clima, recurso solar y conocimiento del sitio.
- Energéticos: Tipo de cargas, tensión nominal, tiempo de uso, potencia total y energía total.
- Tecnológicos: Tipo de módulos, tipo de estructuras y tipo de inversor.

La temperatura es un factor muy importante dentro del dimensionamiento de los SFVI, ya que influye en el comportamiento de las celdas, es necesario conocer la temperatura máxima de operación de las mismas para un óptimo funcionamiento, esto se puede calcular en base a la siguiente fórmula (IER, 2017):

Ecuación (1)

$$T_c = T_a + CG$$

En donde:

T_c = temperatura máxima de operación (°C)

C = Constante determinada por los datos NOCT del fabricante.

G = 1000 W/m²

Además de la temperatura, la orientación e inclinación de los módulos fotovoltaicos es algo muy importante, en México lo más comercial son el tipo de estructuras fijas para la instalación de estas tecnologías por lo que es importante las siguientes consideraciones:

- Orientación: Sur verdadero
- Inclinación β : Latitud del lugar (L).
- $\beta = L - \delta$

Ecuación (2)

δ = Declinación promedio de una época del año

Conociendo nuestra zona donde se realizará el dimensionamiento, es necesario hacer una estimación de la energía generada, dentro de los métodos más utilizados para el dimensionamiento de SFVI tenemos el de balance energético, que toma en cuenta factores como la temperatura media diaria, mínima y máxima, al igual que la irradiancia promedio en el día más frío, a las 9:30, e irradiancia promedio en el día más caliente de las 11:30 a las 13:30, de la ficha técnica del módulo fotovoltaica el rendimiento térmico y obtener de alguna basa de datos el recurso solar promedio diario anual del sitio a la latitud del lugar:

$$Pp(AFV) = Ec / (R_s \times R_T \times Fo \times Fe \times \eta_T) \quad \text{Ecuación (3)}$$

En donde:

P_p = Potencia pico del arreglo fotovoltaico (AFV) en Watts.

η_T = Eficiencia total eléctrica por el uso y manejo de la energía.

R_s = Recurso solar promedio diario anual (Wh/m^2)

R_T = Rendimiento térmico del módulo $\%/^{\circ}C$

F_o y F_e = Factores de orientación y envejecimiento

Para conocer la cantidad de módulos que necesitamos de acuerdo a la potencia pico obtenida de nuestro arreglo fotovoltaico debemos escoger el tipo de tecnología que implementaremos, conociendo el módulo a utilizar y su ficha técnica, investigamos la potencia pico del módulo $P_p (m)$ y se aplica la siguiente fórmula:

$$\# \text{ Total de modulos} = \frac{P_p(AFV)}{P_p (m)} \quad \text{Ecuación (4)}$$

Donde:

$P_p (AFV)$ = Potencia pico del arreglo fotovoltaico (W).

$P_p (m)$ = Potencia pico del módulo (W).

El mejor criterio de redondeo para la obtención del número de módulos es de acuerdo a las necesidades que se tengan, tanto el consumo que se busca abastecer, el inversor estimado a colocar, costos, obtener un número par para cadenas balanceadas, etc.

Finalmente queda la selección del inversor que se basa en las siguientes recomendaciones:

- a) La potencia nominal del inversor $P_N(I)$, debe ser siempre similar a la potencia pico del arreglo fotovoltaico $P_p(AFV)$.

$$P_N(I) \approx P_p (AFV) \quad \text{Ecuación (5)}$$

- b) Identificar el rango de voltaje de funcionamiento del inversor en el punto de máxima potencia.

- c) Identificar el voltaje máximo a circuito abierto que soporte el inversor y cuál es el voltaje mínimo.
- d) Seleccionar el punto medio del rango de voltaje de operación
- e) Seleccionar un módulo comercial
- f) Finalmente dividir el valor del punto medio del rango de voltaje entre el voltaje del módulo seleccionado para determinar el número de módulos a conectar en serie.

3.5 Ventajas y desventajas de los SFV

En relación a otras fuentes renovables, la energía solar fotovoltaica presenta una menor incidencia de daños al medio ambiente donde se genera, lo que no ocurre con la energía producida por las centrales hidroeléctricas por citar un ejemplo, donde para la construcción de centrales hidroeléctricas el curso del río se modifica y grandes áreas para la producción de alimentos y bosques presentan inundaciones. Otro factor importante es el costo de operación, que para la generación de energía hidráulica es alto en comparación con el costo de operación de una planta solar. A pesar de la disminución en la generación durante los días nublados, la energía del sol es abundante, mientras que el volumen de agua en las represas durante los periodos de sequía es limitado. Si se compara con la energía eólica, la energía fotovoltaica es silenciosa y se puede generar en áreas urbanas ya que los paneles se pueden instalar en los techos.

De manera resumida, algunas de las ventajas de los SFV son las siguientes [Gonçalves et al., 2017]:

- Sistema confiable y seguro.
- Bajo costo de operación y mantenimiento.
- Mantenimiento mínimo.
- Fuente “gratuita” de energía.
- Energía limpia.
- Alta disponibilidad.

- La generación de energía se produce cerca al usuario.
- No causa impactos ambientales negativos durante su funcionamiento/
Amigable con el medio ambiente
- Mitiga potencialmente las emisiones de gases de efecto invernadero.
- No produce ruido.

Al igual, los SFV ofrecen algunas desventajas, [Gonçalves et al., 2017]:

- Limitaciones en la disponibilidad de sistemas en el mercado.
- Costo inicial elevado.
- Necesita un área de instalación considerable.
- Altamente dependiente al desarrollo de la tecnología.
- Dependiente a las condiciones climatológicas (irradiación solar).

Es importante considerar que en la actualidad existen módulos de 400 W de dimensiones muy similares a los de 260, incluso paneles bifaciales de alta potencia a precios competitivos.

Adicionalmente, en comparación con los sistemas fotovoltaicos autónomos (SFA), estos no necesitan baterías ni de un controlador de carga, este último se encarga de regular el flujo de electricidad desde el generador fotovoltaico a la batería y regular el voltaje y corriente del arreglo fotovoltaico a la misma para evitar la sobrecarga y descarga excesiva. Al no tener necesidad de baterías, ya que el flujo de la energía se va a la red pública, se vuelve un sistema más económico, que ocupe menos espacio y más flexible.

Ciclo de vida de un SFVI

De los elementos más importantes de un SFVI están el módulo y el inversor, iniciando con la producción un módulo fotovoltaico, comienza con la minería y refinación de la sílice. La sílice se reduce con el uso del carbono y el paso de reducción es seguido por un paso de purificación. El silicio de alta pureza resultante es fundido y moldeado en bloques de silicio policristalino. Los bloques están divididos en lingotes (trozo de metal, fundido en un molde), que posteriormente se cortan en obleas. Las obleas se procesan en celdas solares mediante grabado,

textura, formación de la capa emisora, aplicación de la capa de la superficie posterior y contactos, pasividad y recubrimiento anti reflectante. Las celdas solares se prueban, interconectan y posteriormente se encapsulan para finalmente, el enmarcado en módulos, [Stylos & Koroneos, 2014].

También los módulos fotovoltaicos cristalinos agotan los recursos abióticos no renovables como acero, aluminio, cobre y plata, mientras se produce contaminación química tóxica y residuos sustanciales al final del ciclo de vida operacional de un panel, se generan residuos como partículas de NOx, SO2, CO2 etc., debido a que la energía que se utiliza para fabricar un módulo fotovoltaico es una mezcla de las fuentes energéticas convencionales. Sin embargo, la generación de estas sustancias es disminuida por la producción de energía eléctrica por tecnología fotovoltaica en vez del uso de las energías convencionales, [Contreras-Lisperguer et al., 2017].

Los impactos ambientales negativos de la producción, utilización y disposición final de los sistemas fotovoltaicos podrían mitigarse por medio de un aumento en la eficiencia del sistema de producción, reducciones en el consumo de materiales, combinación en el uso de la energía para los procesos de producción de los materiales, y muy importante, a través del reciclaje después de la vida útil y una correcta disposición de todos los componentes del sistema. La Agencia Internacional de Energía Renovables (IRENA) por sus siglas en inglés, tiene estimado que para el año 2050, la capacidad fotovoltaica global instalada podría superar los 4500 GWp en relación con los 300 GWp del 2016, es una cantidad considerable. Por lo tanto, se tiene evaluado que, en teoría, se podrían extraer la cantidad aproximada de 78 millones de toneladas de material utilizable, que en su equivalencia serían 2 mil millones de módulos fotovoltaicos, del reciclaje y reutilización de los módulos fotovoltaicos al final de su vida útil. Material estimado con un valor de 15 mil millones de dólares.

La recuperación y reutilización de materiales secundarios de los que están compuestos es un tema de interés en la actualidad, debido a que los módulos fotovoltaicos utilizan metales valiosos (por ejemplo, oro, plata, telurio, indio, galio,

etc.) y otros materiales como el vidrio, que pueden recuperarse y reciclarse incluso dentro de la industria fotovoltaica, contribuyendo a la economía circular de esta industria. Además, el reciclaje puede llevar a una disminución de los recursos, una reducción de los impactos ambientales y el procesamiento de recursos naturales vírgenes valiosos y limitados y el ahorro de energía, [Domínguez & Geyer, 2017].

Otro de los elementos centrales son los inversores generalmente constan de un transformador, componentes electrónicos como unidades de control, una caja y algunos conectores. Además de la producción de los inversores, los inventarios del ciclo de vida incluyen el embalaje externo y la eliminación de los residuos de producción y del propio inversor al final de la vida útil. Al final de la vida, se reciclan el conjunto de la placa impresa y los metales (aluminio, acero, cobre), mientras que los residuos de plástico y cartón de los envases se queman en las plantas de incineración de residuos municipales.

Todos los inventarios del ciclo de vida de la fabricación y eliminación de inversores solares están estructurados de forma idéntica. Los inventarios enumeran primero la energía necesaria para la producción y el montaje de un inversor y los materiales para la carcasa y otros componentes individuales. Los componentes individuales incluyen metales, plásticos, cables, enchufes, inductores y circuitos integrados. Los circuitos integrados y una menor cantidad de inductores, cables y enchufes también están presentes en la placa impresa.

Además, se incluyen el procesamiento de metales y una demanda de infraestructura para las máquinas y la planta de producción. Como ya se mencionó, se consideran diferentes materiales de embalaje, así como el transporte de materias primas al sitio de producción. Finalmente, los inventarios incluyen datos sobre el uso del agua y el tratamiento de diferentes corrientes de desechos, [Tschümperlin et al., 2016].

3.6 Situación mundial actual de la energía fotovoltaica

De acuerdo con el informe anual sobre el mercado fotovoltaico del 2017 de la IEA (International Energy Agency), el mercado fotovoltaico volvió a batir varios

récords y continuó su expansión global, después de un desarrollo global limitado en 2014 y un lento crecimiento en 2015 del 25%, el mercado continuó su crecimiento en 2016 y 2017, lo que llevó al mercado a alcanzar casi el umbral de 100 GW. La razón principal de este crecimiento, es la gran contribución de China, cuyo desarrollo fotovoltaico representa casi el 54% de la capacidad instalada total.

Este crecimiento global esconde muchos desarrollos contrastantes en varias regiones. En Asia, después de una estabilización en 2014, el mercado fotovoltaico chino creció alrededor de 15.2 GW en 2015 y a 34.45 GW en 2016. En América, el mercado estadounidense se duplicó de 7.3 a 14.7 GW en 2016. En la tierra del sol naciente, el rápido crecimiento del mercado fotovoltaico japonés hasta 2015 finalmente se detuvo y el país alcanzó alrededor de 8.6 GW.

En 2017, 29 países han logrado sobre pasar la marca de los GW con respecto a la capacidad de sistemas fotovoltaicos instalados. Siete países tienen ahora más de 10 GW de capacidad total, cuatro más 40 GW y China solo representa 131 GW. Alemania que solía liderar las clasificaciones durante años, perdió el liderazgo en 2015 y ahora ocupa el cuarto lugar (42 GW), con Japón tercero (51 GW). Con más de 111 GW de capacidad total, Europa ahora está significativamente por detrás del líder asiático que tiene al menos 219 GW.

Dentro de los logros más destacados en el 2017 en el mercado global fotovoltaico tenemos los siguientes:

- El mercado fotovoltaico global creció significativamente, al menos a 96 GW en 2017. Con los países que no reportan, este número podría crecer hasta 98 GW, en comparación con los 76 GW en 2016. La diferencia de 2 GW incluye los países que no son IEA PVPS, como la mayoría de países africanos, asiáticos y latinoamericanos no denunciados.
- Esto representa un crecimiento del 29% interanual.
- Asia ocupa el primer lugar por quinto año consecutivo con alrededor del 75% del mercado fotovoltaico mundial; arriba del 67% del año pasado.
- El nivel para entrar en el top 10 en 2017 fue alrededor de 910 GW, frente a los 759 GW en 2016.

- El top 10 de estos países, representa el 90% del mercado global fotovoltaico.
- La energía fotovoltaica fue la primera fuente renovable de electricidad para nuevas capacidades en 2017, por delante de la energía eólica e hidráulica. Otras fuentes renovables y especialmente la energía solar concentrada están muy por detrás.

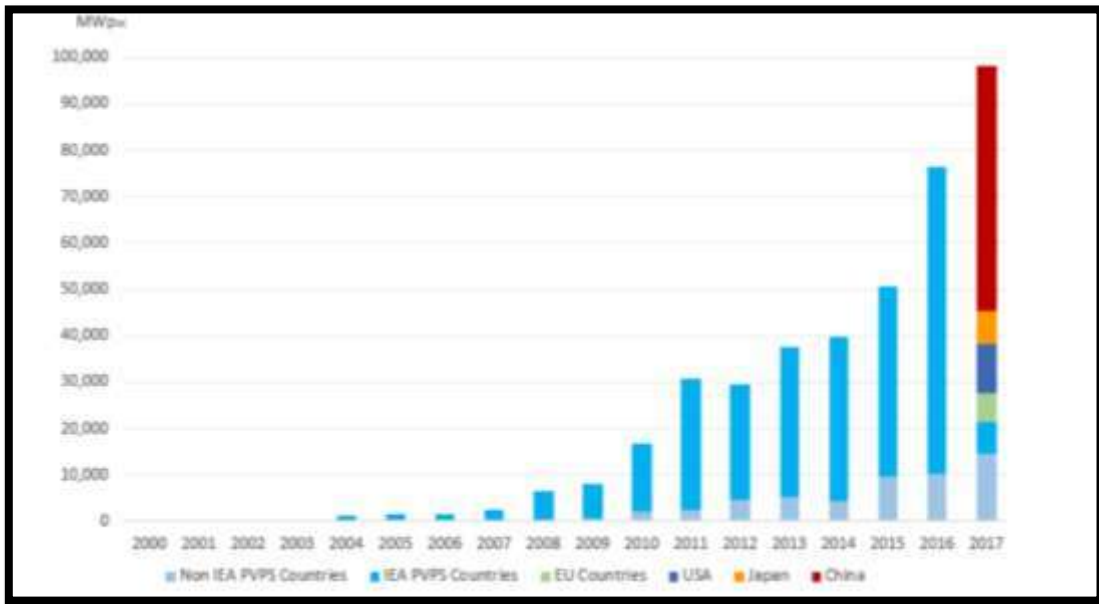


Figura 10. Evolución anual de la instalación fotovoltaica.

Fuente: IEA

Como podemos observar en la Figura 10. de manera gráfica, la ventaja considerable de China sobre los demás países en el mercado fotovoltaico. Adicionalmente el crecimiento exponencial de estas tecnologías año con año.

Es importante hacer notar que el crecimiento exponencial de los sistemas fotovoltaicos permitirá que en 12 años se cubrirá la demanda de toda la energía requerida para el consumo humano [Ismail & Lapierre, Michelle, Palao, 2019].

3.7 Situación actual de la energía fotovoltaica en México.

México con una producción en el año 2016, registrada por IEA, se obtuvo la marca de alrededor de 100 MW en la generación de energía eléctrica a través de la tecnología fotovoltaica, algo bajo en comparación con los países antes mencionados, pero es importante mencionar, que México cuenta con un gran

potencial para el desarrollo tanto del mercado, como la producción de energía fotovoltaica, por lo que debería convertirse en un mercado masivo en los próximos años.

Parte de este prometedor futuro en el sector fotovoltaico y la modernización del sector energético en México será por medio de la Reforma Energética aprobada por el Congreso Mexicano en el 2013, con el propósito principal del uso de energías limpias para la producción de energía.

Bajo esta reforma, la Secretaria de Energía, ha establecido como objetivo específico una contribución mínima de energía limpia en la generación de energía eléctrica, por lo que debe ser del 25% para 2018, 30% para 2021 y 35% para 2024. Para cumplir este objetivo, algunos de los objetivos que la Reforma Energética busca lograr son los siguientes:

- Modernizar y fortalecer Pemex, así como la Comisión Federal de Electricidad (CFE) como empresas productivas 100% mexicanas del estado.
- Permitir que la nación ejerza exclusivamente y el control del Sistema Eléctrico Nacional (SEN) en beneficio de un sistema competitivo que permite la reducción de los precios de electricidad.
- Atraer más inversiones al sector energético para impulsar el desarrollo del país.
- Tener un mayor suministro de energía a precios bajos.
- Garantizar estándares internacionales de eficiencia, calidad y fiabilidad del suministro, transparencia y responsabilidad.
- Promover el desarrollo, incluida la responsabilidad social y proteger el entorno.

Es por lo que, desde la Reforma Energética, dentro del mercado fotovoltaico, tanto como fabricación e instalación de módulos fotovoltaicos ha incrementado exponencialmente. Respecto a los sistemas fotovoltaicos, considerando una potencia instalada en el rango bajo (menos de 50.0 kW) y escala media (hasta 500.0 kW, por lo que ha habido un incremento y crecimiento de instalaciones

fotovoltaicas. Este crecimiento no ha sido solo en sistemas interconectados a la red para residencias domésticas, edificios, fábricas, hospitales; sino también en sistemas aislados de la red para uso doméstico, financiados a través del programa de la SENER, Universal Electric Service Fund (SENER-UESF) y por programas de producción agrícola.

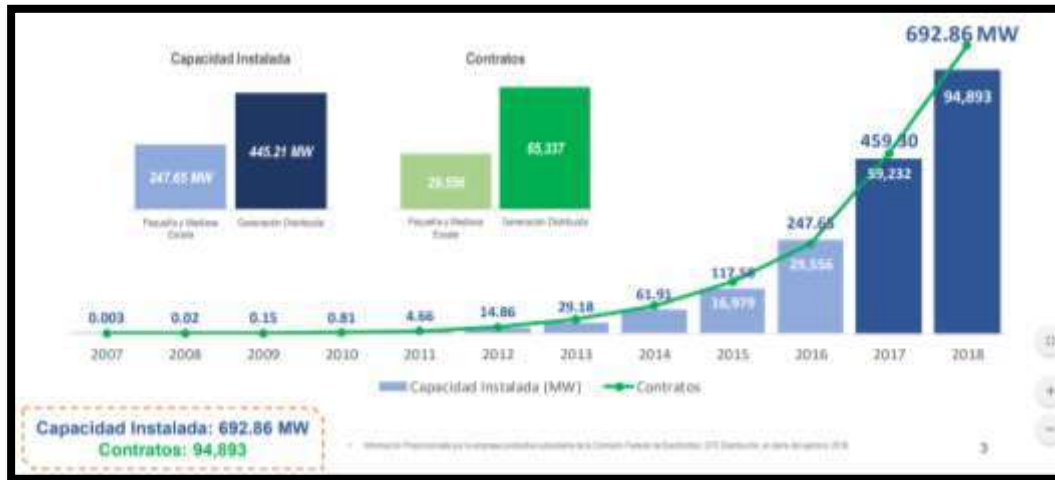


Figura 11. Crecimiento anual a pequeña y mediana escala de SFVI.

Fuente: CRE

De acuerdo a la Figura 11. se puede observar como el crecimiento de los sistemas interconectados en México se ha incrementado potencialmente en los últimos años principalmente a pequeña y mediana escala, con una capacidad instalada de 692.86 MW para el 2018 y número de contratos registrados de 94,893, lo que nos proyecta un futuro prometedor para la tecnología fotovoltaica en México en los años venideros.

En el rango de instalaciones de grandes escalas, las plantas fotovoltaicas de alta potencia están jugando un papel muy importante en el desarrollo de esta tecnología no solo por el atractivo de la PPA por sus siglas en inglés (Acuerdo de compra de energía a precio de oferta), sino también como una oportunidad para el fortalecimiento de la industria fotovoltaica mexicana y su cadena de valor.

Un órgano importante para la implementación de los sistemas fotovoltaicos interconectados a la red, es la Comisión Federal de Electricidad (CFE), la cual es una Empresa Productiva del Estado, propiedad exclusiva del Gobierno Federal, con

personalidad jurídica y patrimonio propio, que goza de autonomía técnica, operativa y de gestión, conforme a lo dispuesto en la Ley de la Comisión Federal de Electricidad.

Dentro de las funciones principales de la Comisión Federal de Electricidad es el financiamiento, instalación, mantenimiento, gestión, operación y ampliación de la infraestructura necesaria para prestar el servicio público de generación, transmisión y distribución de la energía eléctrica a los hogares, negocios e industria.

Es así, en conjunto con el Centro Nacional de Control de Energía con el cargo principal del Control Operativo del Sistema Eléctrico Nacional, administran el costo por la administración de la energía eléctrica en el mercado, costos por transporte y transformación de voltaje de energía eléctrica hacia las redes de distribución, costo de operación de la empresa de distribución, que incluye el costo del uso del conjunto de líneas y redes de distribución de la energía eléctrica y los centros de administración que permiten hacer llegar la energía hasta los usuarios finales, además del costo de operación del Suministrador Básico, encargado principalmente de la facturación, cobranza, atención a usuarios y la adquisición de la energía y productos asociados para satisfacer la demanda de sus clientes.

Todos los costos anteriormente mencionados se ven reflejados en un esquema tarifario actualizado y aplicado en México, agrupado de la siguiente manera:

Domésticas: 1 1A 1B 1C 1D 1E 1F

Domésticas de alto consumo: DAC (Tarifa doméstica de alto consumo)

Estas tarifas se aplicarán a todos los servicios que destinen la energía para uso exclusivamente doméstico, para cargas que no sean consideradas de alto consumo de acuerdo a lo establecido en la Tarifa DAC, conectadas individualmente a cada residencia, apartamento, apartamento en condominio o vivienda.

Se considera un servicio de alto consumo, cuando se registra un consumo mensual promedio al límite de alto consumo definido para su localidad, explicado de la siguiente manera:

Tipo de Tarifa	Temp. Media mínima en verano	Límites altos de consumo
1		250 KWhr/mes
1A	25 °C	300 KWhr/mes
1B	26 °C	400 KWhr/mes
1C	27 °C	850 KWhr/mes
1D	28 °C	1,000 KWhr/mes
1E	29 °C	2,000 KWhr/mes
1F	30 °C	2,500 KWhr/mes

Tabla 1. Tarifas domésticas. Fuente: CFE

Otro tipo de tarifa importante en la que está enfocada esta investigación, es la tarifa comercial, donde en el nuevo esquema de tarifas eléctricas queda con la siguiente nomenclatura:

Tipo	Categoría tarifaria	Descripción	Tarifa anterior
General Baja Tensión	PDBT	Pequeña Demanda (hasta 25 kW-mes) en Baja Tensión	2, 6
General Baja Tensión	GDBT	Gran Demanda (mayor a 25 kW-mes) en Baja Tensión	3, 6
General Media Tensión	GDMTO	Gran Demanda (mayor a 25 kW-mes) en Media Tensión ordinaria	OM, 6

Tabla 2. Tarifas comerciales. Fuente CFE.

Esta tarifa se aplicará a todos los servicios que destinen la energía en baja tensión a cualquier uso, con demanda hasta de 25 kilowatts, excepto a los servicios para los cuales se fija específicamente su tarifa.

Para la integración de los sistemas fotovoltaicos en tu domicilio o negocio no basta solo con la instalación del mismo, ya que en base a el Plan Nacional de Desarrollo 2013 – 2018, en el Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (PRONASE) 2014 – 2018, en la en la Ley de Transición Energética, su Reglamento, Disposiciones Administrativas de Carácter General en materia de Generación Distribuida así como en el Programa Especial de Cambio

Climático 2014-2018, es necesario realizar un contrato de interconexión con CFE siempre y cuando esta sea menor a 0.5 MW. CFE cuenta con 3 modelos de contratos de contraprestación de la energía entregada a las Redes Generales de Distribución:

1.- Medición Neta de Energía (Net Metering).

Donde el usuario consume y genera energía en un mismo contrato de suministro. Esta energía se compensa entre sí y se emite una única factura (Figura 10).



Figura 12. Net Metering. Fuente: CFE

2.- Facturación Neta (Net Billing).

La energía consumida que CFE factura al cliente es independiente de la energía que el cliente genera y vende a CFE; es decir, no se compensa. Se debe de asociar a un contrato de suministro (Figura 11).



Figura 13. Net Billing. Fuente: CFE

3.- Venta total de Energía.

El cliente vende a CFE toda la energía generada. No existe un contrato de suministro del cliente con CFE (Figura 12).



Figura 14. Venta total. Fuente: CFE

Dentro de estos 3 modelos el más común y conveniente para las viviendas y negocios con alto consumo energético es el *Net Metering*, ya que es el más enfocado en reducir consumo de energía por parte de la red pública y con la energía producida por el SFVI además de reducir el impacto ambiental negativo y conservación del medio ambiente a través de una generación de electricidad limpia, ahorras en tu gasto por concepto de energía.

3.8 Normas internacionales para la aplicación en SFV

De las organizaciones más importantes para los estándares de los sistemas fotovoltaicos que garantizan un correcto funcionamiento en sus diferentes componentes tenemos los siguientes:

La Comisión Electrotécnica Internacional (IEC por sus siglas en inglés), organización no gubernamental (ONG) internacional, que prepara y publica estándares internacionales para toda tecnología relacionada con lo eléctrico y electrónico, denominada electro tecnología. De los estándares más relacionados con los SFV por parte de la IEC son los siguientes:

- IEC 62109-1:2010. Seguridad de los convertidores de potencia para uso en sistemas de energía fotovoltaica. Parte 1: Requisitos generales, [IEC, 2019].
- IEC 61727:2004. Sistemas fotovoltaicos (PV) - Características de la interfaz de servicios públicos, [IEC, 2019].
- IEC 62116:2014. Inversores fotovoltaicos interconectados a los servicios públicos - Procedimiento de prueba de medidas de prevención por aislamiento, [IEC, 2019].
- IEC 61215-1:2016. Establece los requisitos para la calificación de diseño y la homologación de tipos de los tipos de módulos fotovoltaicos terrestres adecuados para el funcionamiento a largo plazo en climas generalmente al aire libre, [IEC, 2019].

- IEC 61730-1:2016. Específica y describe los requisitos de construcción fundamentales para los módulos fotovoltaicos con el fin de proporcionar un funcionamiento eléctrico, [IEC, 2019].

Underwriters Laboratories (UL) es una empresa de certificación y de seguridad con base en Northbrook, Illinois. Tiene oficinas en 46 países. UL proporciona certificaciones relacionadas con la seguridad, validación, pruebas, inspección, auditoria y entrenamiento a numerosos fabricantes, distribuidores, agencias reguladoras y consumidores a nivel mundial, de igual manera que la IEC cuenta con normas y estándares muy importantes dentro del campo fotovoltaico como las mencionadas a continuación:

- UL 1741. Estándar para inversores, convertidores, controladores y equipos de sistemas de interconexión para uso con recursos energéticos distribuidos, [UL, 2019].
- UL 2703. Estándar para sistemas de montaje, dispositivos de montaje, dispositivos de sujeción / retención y terminales de tierra para uso con módulos y paneles fotovoltaicos de placa plana, [UL, 2019].
- UL 1703. Estándar para módulos y paneles fotovoltaicos de placa plana, [UL, 2019].

El Instituto de Ingenieros en Electricidad y Electrónica (IEEE por sus siglas en inglés) constituye el 30% de la información técnica escrita sobre los avances tecnológicos a nivel mundial, con el principal objetivo de fomentar la innovación tecnológica y la excelencia, para el beneficio de la humanidad, dentro de los sistemas fotovoltaicos también cuenta con importantes atribuciones como la siguiente:

- IEEE 1547-2018. Estándar EEE para la interconexión e interoperabilidad de los recursos energéticos distribuidos con interfaces de sistemas de energía eléctrica asociados.

3.9 Normas mexicanas vigentes para la aplicación en SFV

En México las principales normas mexicanas en tema de sistemas fotovoltaicos son las normas ANCE, de carácter voluntario que emite la Asociación de Normalización y Certificación, A.C. elaboradas y aprobadas en el seno de CONANCE, estas normas se identifican por las siglas MX seguidas de un código en letra J, un NÚMERO CONSECUTIVO, las siglas ANCE y el AÑO de emisión.

La letra J es utilizada por la Dirección General de Normas (DGN) para clasificar las Normas Mexicanas del Sector Eléctrico, y se sigue conservando por ANCE para evitar confusión. Las principales normas son las siguientes:

- NMX-J-643/1-ANCE-2011. Dispositivos fotovoltaicos-parte 1: medición de la característica corriente-tensión de los dispositivos fotovoltaicos.
- NMX-J-643/2-ANCE-2011. Dispositivos fotovoltaicos-parte 2: requisitos para dispositivos solares de referencia.
- NMX-J-643/3-ANCE-2011. Dispositivos fotovoltaicos-parte 3: principios de medición para dispositivos solares fotovoltaicos terrestres (FV) con datos de referencia para radiación espectral.
- NMX-J-643/5-ANCE-2011. Dispositivos fotovoltaicos-parte 5: determinación de la temperatura equivalente de la celda (ECT) de dispositivos fotovoltaicos (FV) por el método de tensión de circuito abierto.
- NMX-J-643/7-ANCE-2011. Dispositivos fotovoltaicos-parte 7: cálculo de la corrección del desajuste espectral en las mediciones de dispositivos fotovoltaicos.
- NMX-J-643/9-ANCE-2011. Dispositivos fotovoltaicos-parte 9: requisitos para la realización del simulador solar.
- NMX-J-643/10-ANCE-2011. Dispositivos fotovoltaicos-parte 10: métodos de mediciones lineales.
- NMX-J-643/11-ANCE-2011. Dispositivos fotovoltaicos-parte 11: procedimientos para corregir las mediciones de temperatura e irradiancia de las características corriente-tensión.

Dentro de las NOMs (Normas Oficiales Mexicanas), tenemos la NORMA Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012, Instalaciones Eléctricas (utilización), cuyo objetivo es El objetivo de esta NOM es establecer las especificaciones y lineamientos de carácter técnico que deben satisfacer las instalaciones destinadas a la utilización de la energía eléctrica, a fin de que ofrezcan condiciones adecuadas de seguridad para las personas y sus propiedades, en lo referente a la protección contra:

- Las descargas eléctricas,
- Los efectos térmicos,
- Las sobrecorrientes,
- Las corrientes de falla y
- Las sobretensiones.

Esta NOM cuenta con diversos campos de aplicación ya que cubre todo tipo de instalaciones eléctricas con el objetivo de promover el uso de la energía eléctrica de manera segura. Dentro del campo fotovoltaico esta NOM tiene una gran aportación para el uso correcto de estas tecnologías, específicamente en el capítulo 6, Artículo 690.

Algunos de los puntos importantes que abarca este artículo son los siguientes:

1. Alcance.
2. Definiciones.
3. Otros artículos de referencia.
4. Instalación.
5. Protección contra fallas a tierra.
6. Módulos de corriente alterna.
7. Tensión Máxima.
8. Dimensionamiento y corriente de los circuitos.
9. Protección contra sobrecorriente.
10. Sistemas autónomos.

A pesar de que la misma NOM especifica que no intenta ser una guía de diseño, ni un manual de instrucciones para personas calificadas, puede ser de gran ayuda

para la instalación de un sistema fotovoltaico de calidad, pero con el punto negativo que seguir la norma puede elevar de manera significativa el costo de la misma instalación.

4. JUSTIFICACIÓN

El mundo comienza a enfrentar serios problemas relacionados con el cambio climático, donde el CO₂ es el mayor contribuidor del calentamiento global, donde el consumo de combustibles fósiles es la principal fuente de emisiones de gases de efecto invernadero por actividades humanas, [SENER, 2012], principalmente para la generación de energía eléctrica.

Alrededor del 90% del consumo de energía en México proviene de los combustibles fósiles, incluida la mayor parte de la electricidad en el país. Lo cual convierte a México como el 13o mayor emisor de gases de efecto invernadero (GEI) en el mundo y el segundo en América Latina, sólo detrás de Brasil, contribuyendo con aproximadamente 1.4% de las emisiones globales de GEI, [Hancevic et al., 2017].

Las reservas de combustibles fósiles son limitadas, además de estar asociados a la deterioración ambiental y cada vez van aumentando sus precios, lo cual son razones principales para comenzar a utilizar fuentes de energía renovables. Las energías renovables están definidas como una fuente de recursos sustentable, disponibles a largo plazo a un costo razonable sin efectos ambientales negativos, [Alemán-Nava et al., 2014].

Existen diferentes fuentes disponibles de energías renovables (eólica, marina, geotérmica, solar, biomasa, etc.), [Kabir et al., 2018], donde la energía solar tiene un gran potencial en México, debido a su localización geográfica, es un lugar ideal para el aprovechamiento de la energía solar, debido a la irradiación global media diaria en la república mexicana, que es de alrededor de 5.5 kWh/m², colocándolo dentro de los mejores países con irradiación en el mundo, [SENER, 2014].

Para un buen aprovechamiento de este potencial y haciendo uso de los sistemas fotovoltaicos, podemos convertir la radiación en electricidad, proporcionándonos una abundante fuente de energía y al mismo tiempo preservando al medio ambiente. Los sistemas fotovoltaicos nos proveen de

electricidad que puede usar utilizada para bombeo de agua, energizar equipo de comunicación, iluminación y hablando de los sistemas interconectados, reducir la demanda energética en residencias o comercios, [Stylos & Koroneos, 2014].

Tomando en cuenta el término de desarrollo sustentable, deben ser consideradas diferentes cuestiones como lo son un equilibrio entre el aspecto social, ambiental y crecimiento económico, [Li et al., 2017], hablando sobre los sistemas fotovoltaicos son una tecnología sustentable ya que cumplen con todos los aspectos antes mencionados, iniciando con el aspecto ambiental son una fuente alterna y renovable para la generación de energía eléctrica, ya que en funcionamiento no generan ningún contaminante a diferencia de las plantas eléctricas debido a que su fuente de energía es el sol es la más abundante, inagotable, gratis y limpia de todos los recursos energéticos que existen, se evita el uso de los combustibles fósiles, [Kabir et al., 2018].

En el aspecto social, México siendo un país dependiente de los combustibles fósiles para la producción de energía eléctrica, las energías renovables y hablando particularmente de los sistemas fotovoltaicos, de la cuál su fuente de energía es el sol, es una excelente oportunidad para el desarrollo sustentable del país. Adicionalmente la energía fotovoltaica es ideal para zonas aisladas o marginadas carentes de infraestructura básica, para la electrificación de estas zonas y aumentar la productividad y rentabilidad de la agricultura mexicana por medio del bombeo de agua, cercas eléctricas o tanques de enfriamiento y así mejorando la calidad de vida.

Para el aspecto económico, México ha tenido un acercamiento lento hacia las tecnologías de energía renovable, aunque actualmente existe fuertes propuestas por parte del gobierno para promover la utilización de energías renovables como parte de la Estrategia Nacional de Energía tiene la meta de incrementar el uso de las energías limpias para la generación de electricidad a un 35% del total para el 2026, [SENER, 2014], donde para cumplir este objetivo, los sistemas fotovoltaicos deberán tomar un papel importante.

Para un óptimo funcionamiento de estos sistemas hay que considerar la calidad de los materiales y una buena instalación, es por lo que se pretende con esta investigación realizar un diagnóstico de las instalaciones en Morelia para el sector residencial y comercial. De esta manera contribuir, identificando en donde se presenten malas prácticas, dando recomendaciones para mejorar la calidad de las instalaciones para hacer un buen uso de esta tecnología.

5. OBJETIVOS

5.1 Objetivo General

Hacer un análisis crítico de los sistemas fotovoltaicos en funcionamiento conectados a la red eléctrica de los sectores comercial y residencial en Morelia Mich., observando su instalación, operación y mantenimiento

5.2 Objetivos Particulares

- Hacer un levantamiento general de las instalaciones fotovoltaicas comerciales y residenciales conectadas a la red en Morelia, Mich.
- En instalaciones representativas, verificar la calidad de los materiales de la instalación tales como módulos solares, estructura, cableado, inversor y protecciones adicionales.
- Verificar que la corriente directa, corriente alterna, voltaje, amperaje y kilowatt hora del sistema y sean correspondientes a la producción estimada.
- Diagnosticar de los objetivos anteriores la calidad de la instalación levantando un reporte para la investigación y para el dueño de la instalación.
- Identificar los problemas más frecuentes.
- Proponer soluciones viables a la problemática encontrada.
- Validar positiva o negativamente la hipótesis

6. HIPÓTESIS

Las instalaciones fotovoltaicas en el sector comercial y residencial interconectadas a la red eléctrica en la ciudad de Morelia exhiben malas prácticas en la instalación, operación en general y mantenimiento de los mismos.

7. METODOLOGÍA

El proyecto consistirá 11 etapas

1.^a Etapa: Se realizará un estudio documental y bibliográfico sobre la energía fotovoltaica.

2.^a Etapa: Se consultará las normativas y reglamentos existentes en México y en el mundo correspondientes sobre los sistemas fotovoltaicos para enriquecer los criterios para un buen análisis de las instalaciones de los sectores en estudio.

3.^a Etapa: Se hará una investigación de las instalaciones fotovoltaicas en Morelia, accesibilidad, ventajas, costos, etc.

4.^a Etapa: Se realizará una lista de conceptos tales como el material, marca de módulo solar, inversor, capacidad, tipo de estructura, certificados que requieren, etc.... y parámetros de medición eléctrica a revisar como el voltaje, amperaje, etc. para cada una de las instalaciones a evaluar.

5.^a Etapa: Considerando los puntos a evaluar se procede a determinar las instalaciones representativas que serán sujetas a evaluación.

6.^a Etapa: Se hará un análisis previo de la calidad de los materiales, tornillería y tipo de perfil que se usó para las estructuras del montaje de los paneles, como está fijada o empotrada la estructura y si tiene resistencia al viento.

7.^a Etapa: Identificar la marca, capacidad, certificaciones y garantías de los módulos fotovoltaicos, así como el inversor del sistema.

8.^a Etapa: Verificar número de módulos, como fueron fijado a las estructuras, medir con la ayuda de un flexómetro separación entre paneles comprobando que no se den sombra entre ellos.

9.^a Etapa: Si es posible se realizarán las mediciones eléctricas correspondientes con el multímetro teniendo en cuenta la capacidad de cada módulo, que el voltaje y amperaje sea correspondiente a la interconexión de los

mismos e identificar con eso si están en serie o en paralelo, así como el cableado utilizado y si cumple con las especificaciones de las normas.

10.^a Etapa: Tomar en cuenta conceptos básicos como la evitación de proyección de sombras de un posible obstáculo como algún muro o árbol, orientado hacia el sur e inclinación a adecuada para un óptimo funcionamiento con ayuda de una brújula de mano y aplicaciones de un teléfono inteligente.

11.^a Etapa: Se procesa la información obtenida evaluando cada uno de los factores por separado y posteriormente como afectan en conjunto al sistema, con lo cual se elabora un reporte diagnosticando el sistema y dependiendo del resultado, verificar en que se puede mejorar para un mejor funcionamiento.

7.1 Zona de estudio

Morelia es la capital del estado mexicano de Michoacán. La ciudad de Morelia se localiza geográficamente al centro del país con una altura promedio de 1921 m s. n. m., en las coordenadas geográficas 19°42'08" de latitud norte y 101°11" de longitud oeste y con una temperatura media anual de 18.7 ° C, [Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), 2017].



Figura 15. Morelia Michoacán. Fuente: Google Maps.

7.2 Accesibilidad para la adquisición de un SFVI en Morelia

Morelia es una ciudad en continuo crecimiento, de acuerdo a INEGI para el 2015 la ciudad de Morelia contaba con una población de 784,776 habitantes, cuyas principales actividades económicas son el comercio, industria, servicios y turismo. Ligado a este crecimiento es necesario el recurso energético para el abastecimiento de la ciudad, en este tipo de ciudad tenemos un gran número de viviendas, negocios y empresas que necesitan el uso de energía eléctrica.

Actualmente en la ciudad de Morelia ha ido en aumento el uso de los sistemas fotovoltaicos para la generación de energía eléctrica, por lo que se determinarán las empresas más representativas y de mayor renombre en la oferta de instalaciones fotovoltaicas de acuerdo con una investigación por internet de la ciudad de Morelia. Se utilizarán los medios de comunicación disponibles de cada empresa para lograr contactarlas y conocer los costos de los sistemas, posibles financiamientos, materiales que se utilizan, entre otros.

Una vez realizado el censo de las empresas fotovoltaicas se procederá a hacer un vaciado de la información solicitada de cada una de ellas, realizando un análisis y una comparativa sobre la oferta que ofrecen sobre los sistemas fotovoltaicos. Con esta información tendremos una noción sobre la accesibilidad para conseguir un sistema fotovoltaico interconectado en Morelia.

7.3 Ventajas y desventajas de los SFVI en Morelia Michoacán.

Según estudios hechos por Barragan, la irradiancia o la cantidad de energía que se recibe en la ciudad de Morelia, Mich. es aproximadamente entre los 4 kWh/m². En comparación con los 5 kWh/m² promedio que se tiene en México, Morelia es una ciudad con capacidades suficientes para la integración de los sistemas fotovoltaicos en cualquier punto de esta. O con el suficiente potencial o recurso disponible de energía para este propósito.

Al ser una ciudad y contar con acceso a la red pública, es una excelente opción el uso de los sistemas fotovoltaicos interconectados a la red, ya que, a

diferencia de los sistemas autónomos, estos sistemas no necesitan baterías ni un controlador de carga, de esta manera se reduce el costo del sistema eliminando dichos componentes. Adicionalmente como ventaja de poder disponer de la red pública sin la necesidad de baterías, se ahorra espacio de instalación en su sistema, requisitos de empaque y pérdidas de energía a través de cables externos.

Dentro de las mayores desventajas para la implementación de este tipo de sistemas, adicional a los altos costos iniciales y ser dependientes de las condiciones climatológicas como se revisaron anteriormente, es la misma red pública, hablando particularmente de la empresa encargada de suministrar y distribuir la energía eléctrica, la Comisión Federal de electricidad (CFE). Hoy en día la CFE sigue teniendo muchas irregularidades en su sistema operativo y de gestión, lo que en ocasiones puede dificultar la integración de los sistemas fotovoltaicos a la red pública. Se deben de cumplir con ciertos requisitos para poder implementar un SFVI en tu vivienda o negocio, definidos en las Disposiciones Administrativas de Carácter General para los modelos de contrato, la metodología del cálculo de contraprestación y las especificaciones técnicas generales, aplicables a las centrales de generación distribuida y generación limpia distribuida. RES/142/2017 publicada el 7 de marzo de 2017 en el Diario Oficial de la Federación [CFE, 2018]. Dichos requisitos son los siguientes:

- Sistema menor a 0.5 MW
- Solicitud de Interconexión.
- Croquis de la ubicación geográfica de la Central Eléctrica y coordenadas Geográficas.
- Diagrama unifilar de la Central Eléctrica y, en su caso, Centros de Carga que compartirán el mismo punto de Interconexión/Conexión.
- Ficha técnica de generación utilizada (tecnología del generador).
- Ficha técnica y certificado del inversor de corriente o sistema de adecuación de corriente (si es el caso).
- En su caso, copia del último recibo, sin adeudos.

Al cumplir con estos requisitos, CFE procede a la instalación de un medidor especial para los SFVI llamado, “medidor bidireccional” con la principal función de medir la producción eléctrica de nuestro SFV durante el día y restarla al consumo del servicio de CFE, ya que cuando no están produciendo energía eléctrica como en la noche o días nublados, se necesitará la energía de la red pública para abastecer el lugar. Puede que algunos de los requisitos sea algo complicado de realizar, como en el caso del diagrama unifilar, son necesarios conocimientos en el campo eléctrico o alguna asesoría para proceder con el contrato y el correcto funcionamiento del SFVI, de esta manera si no se tiene un buen apoyo por parte del proveedor para realizar dicho trámite, se convertiría en una desventaja al no poder utilizar su sistema cuyo objetivo principal era reducir el costo de la energía.

7.4 Costos

Los costos de un SFVI están ligados a diferentes circunstancias, desde la calidad y marca de los componentes de los que está compuesto, el tipo de cambio, ya que varios de los elementos del sistema como los mismos módulos fotovoltaicos son importados y adquiridos en dólares al igual que los inversores, por lo tanto, la compra y venta de este tipo de tecnologías suele ser muy variable. Adicional a los elementos individuales del SFV, hay que tomar en cuenta que se necesita mano de obra calificada o con conocimientos en electricidad para la instalación de este tipo de sistemas que suele encarecer estas tecnologías. En conjunto con el análisis de las empresas dedicadas a la venta e instalación de estas tecnologías en Morelia, se buscará conocer el precio aproximado de los SFVI en la ciudad e incluso si se manejan algún tipo de financiamientos para la adquisición de los mismos, todo en relación a las marcas, garantías, materiales, entre otros.

7.5 Sectores viables para la instalación de SFVI en Morelia

Dentro de todas las tarifas bajo el nuevo esquema tarifario de CFE (tabla 3) nos enfocaremos en las que concierne al sector doméstico y comercial para esta investigación.

Tipo	Categoría tarifaria	Descripción	Tarifa anterior
General Baja Tensión	PDBT	Pequeña Demanda (hasta 25 kW-mes) en Baja Tensión	2, 6
General Baja Tensión	GDBT	Gran Demanda (mayor a 25 kW-mes) en Baja Tensión	3, 6
General Media Tensión	GDMTO	Gran Demanda (mayor a 25 kW-mes) en Media Tensión ordinaria	OM, 6
General Media Tensión	GDMTH	Gran Demanda (mayor a 25 kW-mes) en Media Tensión horaria	HM, HMC, 6
Específica Media Tensión	APMT	Alumbrado Público en Media Tensión	5, 5A
Específica Media Tensión	RAMT	Riego Agrícola en Media Tensión	9M
General Alta Tensión	DIST	Demanda Industrial en Subtransmisión	HS, HSL
General Alta Tensión	DIT	Demanda Industrial en Transmisión	HT, HTL
Específica Baja Tensión	RABT	Riego Agrícola en Baja Tensión	9
Específica Baja Tensión	APBT	Alumbrado Público en Baja Tensión	5, 5A

Tabla 3. Esquema tarifario.

Fuente: CFE

Las tarifas para el sector doméstico y comercial, son las de tipo “General Baja Tensión”, con la nomenclatura PDBT y GDBT respectivamente. Por lo tanto, a la hora de revisar los lugares que tengan un SFVI serán aquellos que tenga este tipo de tarifas.

7.6 Selección de instalaciones

En la actualidad el uso de la electricidad es imprescindible, por lo que difícilmente una sociedad puede seguir en desarrollo sin el uso de la electricidad. Como el título lo indica, nos enfocaremos en el sector residencial y comercial, sectores en los que es obvia la necesidad de energía eléctrica, en el hogar tenemos

el uso de electrodomésticos que facilitan las labores del hogar, haciendo la vida más placentera, al igual que en el hogar, muchos de los negocios para ser productivos tienen la necesidad de implementar ciertos aparatos que necesitan el uso de electricidad para su funcionamiento, computadoras, televisores, lavadoras, máquinas de refrigeración, etc., es por eso, que en algún momento ciertas personas opten por reducir este consumo eléctrico y quieran implementar otras medidas, como es el uso de los sistemas fotovoltaicos. Con el uso de los sistemas fotovoltaicos se puede abastecer el consumo de dichos aparatos electrónicos y reducir el consumo energético, para que esto se cumpla de manera adecuada es necesaria una buena instalación, por lo que se presume que, al ser una tecnología relativamente nueva en México, dichas instalaciones no tienen buenas prácticas. Por lo que se procederá con los debidos permisos del usuario y/o dueño de la instalación a realizar una revisión de su SFVI considerando distintos puntos y elementos de los que está compuesto, apoyándonos del Anexo 11.1 “Formato de inspección visual para sistemas fotovoltaicos interconectados a la red”.

7.7 Aspectos a evaluar

Adicional a los componentes de un sistema fotovoltaico, es necesaria una correcta instalación de los mismos que asegure su correcto funcionamiento y cumpla durante su vida útil su objetivo principal, producir energía eléctrica limpia y reducir el consumo energético del lugar donde fue instalado. Para una correcta evaluación y análisis los principales aspectos a evaluar son los siguientes:

1) Datos del sistema

Es importante tener identificada la instalación sometida a evaluación, saber dónde está ubicada, así como el dueño o responsable de la misma y a qué tipo de sector corresponde, de esta manera se mantendrá un orden y un control de los datos. Por lo que se registrará esa información para proseguir con el diagnóstico.

2) Inspección del sistema fotovoltaico

El dimensionamiento del sistema fotovoltaico es de las cosas más importantes, por lo tanto, será necesario conocer la potencia instalada en el lugar, al igual que el número de módulos instalados e identificar el tipo de configuración en la que fueron conectados (número de módulos en serio y en paralelo) y conocer el valor de la potencia pico del arreglo fotovoltaico y tener una noción de la cantidad aproximada de energía que genera.

3) Inspección del módulo fotovoltaico

Se deberá conocer el tipo de módulo instalado, el tipo de tecnología, fabricante, potencia máxima, etc., al igual que el estado físico de los módulos ya que serán un buen indicador de la calidad de la instalación o mantenimiento que se le da al SFVI.

4) Inspección del cableado de conexión del arreglo fotovoltaico

Se hará una inspección visual de las condiciones del cableado realizado entre los módulos fotovoltaicos. Para un buen dimensionamiento del SFV se debió tomar en cuenta el calibre del cable, tipo de cable entre otros aspectos que pueden afectar el rendimiento del sistema, por lo que se tratará de investigar estas variantes en el conductor eléctrico.

5) Inspección del cableado de conexión del arreglo fotovoltaico hacia el inversor (circuito de salida de las cadenas).

El tipo de cable utilizado y el calibre también son aspectos muy importantes en el conductor eléctrico hacia el inversor, de no ser cable solar deberá ir canalizado en cierto tipo de tubería entre otros aspectos, por lo que se realizará una inspección visual que pueda detectar alguna anomalía.

8. RESULTADOS

8.1 Mercado fotovoltaico en Morelia, Mich.

Como ya se ha mencionado anteriormente, el mercado fotovoltaico en la ciudad de Morelia va en continuo crecimiento, por lo que las posibilidades de acceder a un sistema fotovoltaico son más sencillas. En la siguiente lista se ven los resultados obtenidos de la investigación sobre las empresas más representativas, así como los productos que ofrecen de manera resumida en la capital michoacana:

- **SUSTENTOBRAS**
 - **Sede:** Zamora, Mich.
 - **Dirección:** Blvd. Jesús Sansón Flores #53. Infonavit Camelinas.
 - **Productos:** Módulos FV marca Solartec e inversores centrales marca Fronius y Microinversores APS.
 - **Servicios:** SFVI y SFVA.
 - **Garantías:** 25 años de garantía en módulos, 10 años en inversores.
 - **Certificados:** FIDE, ISO 9001, UL1741 e IEC.
 - **Contacto:** www.sustentobras.com

- **DESMEX**
 - **Sede:** León, Gto.
 - **Dirección:** Paseo de la República #2596 local 2. Prados del Bosque.
 - **Productos:** Módulos FV marca Solarnova e inversores centrales marca Fronius y Growatt.
 - **Servicios:** SFVI y SFVA.
 - **Garantías:** 25 años de garantía en módulos, 10 años en inversores.
 - **Certificados:** ISO 9001, UL1741, IEC 61730 e IEC 61215.
 - **Contacto:** www.desmex.com

- **SUNNERGY**
 - **Sede:** Morelia, Mich.
 - **Dirección:** Fco. J. Mújica #324. Col. Felicitas del río.
 - **Productos:** Módulos FV marca Sunnergy e inversores centrales marca Fronius y Microinversores SUNnergy.
 - **Servicios:** SFVI y calentadores solares.
 - **Garantías:** 25 años de garantía en módulos, 10 años en inversores.
 - **Certificados:** ISO 9001, ISO 14001, UL1741 e IEC.
 - **Contacto:** www.sunnergy.com

- ECO WATTS
 - **Sede:** Morelia, Mich.
 - **Dirección:** Thomas Alba Edison #125. Col. Electricista.
 - **Productos:** Módulos FV marca Suniva e inversores centrales marca Fronius y Kaco.
 - **Servicios:** SFVI
 - **Garantías:** 25 años de garantía en módulos, 10 años en inversores.
 - **Certificados:** ISO 9001:2008, IEC 61215, IEC 61730, ISO 9001 y UL1741
 - **Contacto:** www.ecowatts.com.mx

- GEA SOLARIS
 - **Sede:** Morelia, Mich.
 - **Dirección:** Paseo de la República #3060-6. Col. Ex Hacienda la Huerta.
 - **Productos:** Módulos FV marca Gea Solaris e inversores centrales marca Fronius y Kaco y Microinversores KeiDeng Energy.
 - **Servicios:** SFVI y SFVA.
 - **Garantías:** 25 años de garantía en módulos, 10 años en inversores.
 - **Certificados:** ISO 9001, UL 1741 e IEC
 - **Contacto:** www.geosolaris.com

- IMTER
 - **Sede:** Morelia, Mich.
 - **Dirección:** 30 de Julio #222. Col. Libertad Lomas de Hidalgo
 - **Productos:** Módulos FV marca Solartec e inversores centrales marca Fronius.
 - **Servicios:** SFVI.
 - **Garantías:** 25 años de garantía en módulos, 10 años en inversores.
 - **Certificados:** FIDE, ISO 9001, UL1741 e IEC.
 - **Contacto:** www.imterecotecnicas.com

- PRODELEC INDUSTRIAL
 - **Sede:** Morelia, Mich.
 - **Dirección:** Antonio Mayes Navarro #34. Col. Bosques de Oriente
 - **Productos:** Módulos FV marca IUSA, conductores, interruptores, accesorios, inversores marca ABB, Fronius, APS.
 - **Servicios:** SFVI y cualquier tipo de instalación eléctrica
 - **Garantías:** 25 años de garantía en módulos, 10 años en inversores.

- **Certificados:** IEC 61215 / 61730, UL1703, ISO 9001 – 2015, NMX – J 643
- **Contacto:** <https://prodelec.mx/conexiones>

8.2 Resultados de SFVI evaluados en el sector residencial.

Caso #1

Nombre del sistema: Casa habitación #1

Dirección: Mariano Michelena, Morelia, Michoacán.



Figura 16. Instalación fotovoltaica de 1.620 Kw

El primer caso contaba con una instalación de 6 módulos fotovoltaicos dividido en 2 sistemas, 4 módulos para abastecer una zona de la casa y otros 2 para otra, todos con una capacidad de 270 Watts marca Talesun de tipo silicio policristalino. El estado físico de la instalación estaba en buenas condiciones, con una buena orientación e inclinación correcta, sin presencia de flexiones en la estructura o de corrosión, debido principalmente a que se utilizó estructura de aluminio prediseñada y tornillería de acero inoxidable como base para los módulos e instalado en una zona sin presencia de sombreados parciales o totales. El sistema estaba perfectamente aterrizado en todos sus elementos metálicos incluyendo los marcos de los módulos con alambre, en cuanto a las protecciones de corriente

directa solo contaba con un interruptor termomagnético y ningún tipo de protección para descargas atmosféricas y/o sobrecorrientes. Las protecciones en corriente alterna estaban completas, contaba con sus interruptores tanto como para protección de los microinversores y su protección contra corto circuito del centro de carga general, adicionalmente con su tierra física de varilla de cobre. Todo el cableado iba debidamente canalizado de manera aérea y sobre piso a través de la residencia, en un tipo de tubería de acero galvanizado para la intemperie (pared gruesa), por lo que se presume que el estado del cable estaba en buenas condiciones. Adicionalmente tenía un contabilizador de energía para poder monitorear la producción de energía.

Caso #2

Nombre del sistema: Casa habitación #2

Dirección: Morelia, Michoacán.



Figura 17. Instalación fotovoltaica de 390 W

Esta segunda instalación consiste de tan solo 2 módulos en un tejado con una capacidad de 195 W, marca Solartec de silicio monocristalino. El tejado estaba correctamente orientado al sur y con una buena inclinación, se notaba que estaban correctamente fijados a la estructura del tejado con una estructura prediseñada de aluminio, por lo que no se veían indicios de corrosión o flexión. Carecía de cualquier tipo de sombreado y todos los elementos metálicos estaban correctamente aterrizados por medio de un conductor de cobre. Fue más adelante que nos

percatamos de que se trataba de un sistema autónomo ya que carecía de protecciones en corriente alterna y directa, más que solo contaba con unos fusibles de protección que caso de sobrecarga en el inversor y la varilla de puesta a tierra. En cuanto al cableado del sistema estaba correctamente canalizado en tubería conduit de acero galvanizado pared gruesa, al estar todo debidamente sellado y asegurado, no era posible visualizar el tipo de cable, pero en esas condiciones debería encontrarse y preservarse en buen estado.

Caso #3

Nombre del sistema: Casa habitación #3

Dirección: Villa Universidad, Morelia, Michoacán.



Figura 18. Instalación fotovoltaica de 1.92 Kw

Con una capacidad de 1.92 Kw generados a partir de 6 módulos de silicio monocristalinos de 320 W marca Trinasolar c/u, el sistema estaba correctamente orientado al sur y con la inclinación adecuada para una óptima producción. Este sistema consistía con microinversores para la transformación a corriente alterna, estructura de aluminio especializada y tornillería de acero inoxidable, para el soporte de los 6 módulos fotovoltaicos perfectamente empotrados a la losa del usuario. La tubería utilizada era tubo conduit de pared gruesa adecuado para exteriores, donde iban correctamente canalizados los conductores de cobre a los sistemas de protecciones contra corto circuito del sistema, tanto como para corriente alterna y

directa. En general era un sistema correctamente instalado, solo carecía de la puesta a tierra de los elementos metálicos del sistema y un pequeño mantenimiento respecto a la limpieza, ya que esto puede presentar problemas en caso de alguna carga atmosférica en cuestión de la puesta a tierra y una pequeña baja de producción por la suciedad de los paneles fotovoltaicos.

Caso #4

Nombre del sistema: Casa habitación #4

Dirección: Lomas de Santiaguito, Morelia, Michoacán.



Figura 19. Instalación fotovoltaica de 1.56 Kw

Una instalación que estaba conformada por 6 módulos fotovoltaicos de 260 W, de material policristalino marca Solartec para el abastecimiento de una casa habitación en la colonia Lomas de Santiaguito, la razón principal por la que se cuenta con el sistema es reducir el consumo energético debido a unos aires acondicionados en la residencia. En cuanto a la calidad de la instalación se aprecia una buena calidad de los materiales en la estructura, hecha de acero galvanizado y aluminio para el soporte de los módulos, tornillería de acero inoxidable, todo a una correcta inclinación y orientación. Se uso tubería de pared delgada para llevar el cableado del sistema a la corriente alterna, ya que el cableado entre los paneles no

era necesario ya que era un sistema a base de microinversores, los cuales ya cuenta con cable contra rayos UV e intemperie. En cuanto a las protecciones solo contaba con un interruptor termomagnético de 25 A para corriente alterna y nada más, carecía de protecciones en corriente directa al igual que protecciones de puesta a tierra, ya que ni la estructura ni los módulos contaban con esta protección. Un detalle adicional para esta instalación fue la manera de conectarse a la corriente alterna de la casa, ya que lo hicieron a través de la fuente de poder del aire acondicionado.

Caso #5

Nombre del sistema: Casa habitación #5

Dirección: Prados Verdes, Morelia, Michoacán.



Figura 20. Instalación fotovoltaica de 5.94 Kw

Esta casa habitación tiene una cantidad considerable de módulos para ser una residencia, y esto se debe principalmente a que la utilizan como cámara de refrigeración para un restaurante de pollos. Por lo cual necesitaba 18 módulos de 330 W marca Qcells conectados a un inversor central marca Goodwe. Los módulos estaban montados sobre una estructura de herrería de aproximadamente 3 metros de altura, ya que al carecer de espacio era necesario elevarlos para evitar el sombreado, al igual que darles la apropiada inclinación y orientación, previo a la

estructura eran asentados en un perfil de aluminio y tornillería de acero inoxidable para evitar cualquier tipo de corrosión en los módulos. El cableado de los módulos y de la corriente alterna iba canalizado en tubería de pared gruesa apropiado para exteriores. Se notaba que el cableado de los paneles expuesto al sol era cable solar, conductor capaz de soportar los rayos UV y la intemperie sin sufrir daños. Cerca del inversor teníamos las protecciones de corriente directa y corriente alterna para en caso de cualquier sobretensión o sobrecorriente, al igual contaba con su puesta a tierra para el caso de una carga atmosférica, ni la instalación ni los aparatos electrodomésticos del lugar sufran averías.

Caso #6

Nombre del sistema: Casa habitación #6

Dirección: Lomas de las Américas Sur, Morelia, Michoacán.



Figura 21. Instalación fotovoltaica de 3.2 Kw

Para esta casa habitación se necesitaban 10 módulos fotovoltaicos policristalinos de 320 W marca SOLARTEC conectados a un inversor GOODWE con una capacidad de 3000 W. Los paneles estaban instalados sobre una estructura de aluminio y tornillería de acero inoxidable anclados a una sola de concreto, al estar en lo más alto de la azotea no tenía presencia de sombreado parcial o total.

La estructura contaba con la inclinación apropiada para una óptima producción, no contaba con ningún tipo de flexión o presencia de corrosión en la misma por lo que garantiza una vida prolongada para la instalación. La canalización del conductor iba a través de una tubería rígida pared gruesa, sobre el piso, este tipo de tubería es la más apropiado para exteriores ya que el cableado que se utilizó no era el adecuado para los rayos del sol y la intemperie, al llegar al inversor se utilizó tubería flexible ya que se encontraba al interior de la residencia. En el inversor se encontraban las protecciones adecuadas para corriente directa por medio de unos portafusibles y para la corriente alterna unos interruptores termomagnéticos adecuados para soportar alguna sobrecorriente o sobretensión y pueda proteger tanto el inversor como el sistema al igual que su varilla a tierra en caso de alguna descarga atmosférica.

Caso #7

Nombre del sistema: Casa habitación #7

Dirección: Lomas de las Américas Sur, Morelia, Michoacán.



Figura 22. Instalación fotovoltaica de 1.56 Kw

Con 6 módulos SOLARTEC tipo policristalino de 260 W c/u conectados a un inversor GOODWE de 2000 W, se abastece esta casa habitación. La estructura

hecha entre aluminio y acero galvanizado con tornillería de acero inoxidable contaba con la apropiada inclinación sin ningún tipo de presencia de óxido o flexión en la misma. Empotrada en lo más alto de la residencia, se evitó cualquier tipo de sombreado parcial o total para los módulos. En cuanto la tubería iba llevada correctamente sobre el piso y los muros, parte de esta tubería iba en el exterior, por lo que se utilizó pared gruesa para mayor resistencia a la intemperie, esto fue una correcta decisión ya que el conductor que se utilizó no es el apropiado para los rayos UV y estar expuesto a la intemperie a menos que contará con esta apropiada protección. Al llegar al inversor se observó que contaba con las protecciones para corriente directa y alterna, portafusibles e interruptor termomagnético respectivamente, adicionalmente con su puesta a tierra por medio de una varilla de cobre.

Caso #8

Nombre del sistema: Casa habitación #8

Dirección: Las Américas, Morelia, Michoacán.



Figura 23. Instalación fotovoltaica de 1.04 Kw

A diferencia de los últimos 2 casos, este en vez de contar con inversores centrales, contaba con un par microinversores marca APS de 500 W c/u, estos van fijados a la estructura de los módulos para que se puedan conectar directamente a ellos sin la necesidad de un conductor adicional en la corriente directa. En cuanto a la estructura era de aluminio con tornillería de acero inoxidable,

colocada a una correcta inclinación sin presencia de sombreados parciales o totales en los módulos. Los módulos con una capacidad de 260 W marca SOLARTEC solo se necesitó tubería para llevar los conductores para la corriente alterna, donde al igual que los microinversores instalados, tenía fijado la protección de corriente alterna en la estructura, en un pequeño centro de cargas a través de una pastilla termomagnética en caso de cualquier sobrevoltaje o sobrecorriente, al carecer de puesta a tierra física, ninguno de los elementos metálicos del sistema estaba aterrizados.

Caso #9

Nombre del sistema: Casa habitación #9

Dirección: Mariano Escobedo, Morelia, Michoacán.



Figura 24. Instalación fotovoltaica de 520 W

Con tan solo 2 módulos fotovoltaicos de 260 W marca SOLARTEC de silicio policristalino ayudan a compensar el consumo energético de la residencia, ya que el usuario nos comentaba que decidió iniciar con este número de módulos para ver el rendimiento de este tipo de tecnologías. La conversión de corriente directa a corriente alterna era a partir de un solo microinversor para ambos módulos, este era de marca APS de 500 W. Los paneles estaban montados sobre una estructura de aluminio con tornillería de acero inoxidable, tenía la correcta inclinación para la ciudad de Morelia y se mantenía en buen estado. En cuanto a los

conductores y canalizaciones, por el tipo de inversor solo necesitaba en la corriente alterna, que era llevada a partir de un interruptor termomagnético fijado a la estructura del sistema y llevado directamente hasta el centro de cargas por tubería rígida para exteriores protegiendo el conductor contra los rayos UV y las condiciones climatológicas. A pesar de ser un sistema pequeño, corre el riesgo de alguna sobretensión o sobrecorriente al igual que alguna descarga atmosférica, aun así, carecía de sistema de puesta a tierra por lo que se arriesga la seguridad del sistema.

Caso #10

Nombre del sistema: Casa habitación #10

Dirección: Molino de Parras, Morelia, Michoacán.



Figura 25. Instalación fotovoltaica de 1.04 Kw

Similar al caso #8 este sistema con 4 módulos de 260 W c/u y 2 microinversores de 500 W marca APS, abastece el consumo energético de esta casa habitación. Montados en una estructura de aluminio y tornillería de acero inoxidable, empotrados sobre una loza de concreto sin ningún tipo de sombreado en los paneles, con correcta inclinación y orientación. Al igual que el caso anteriormente mencionado, no es necesario el cableado y canalización en corriente

directa, únicamente en corriente alterna el cual iba sobre el piso a través de tubería tipo conduit de pared gruesa para la intemperie, partiendo de un interruptor termomagnético anclado a la estructura del sistema hasta el centro de cargas, donde se inyecta la energía producido por el SFV. Parece ser una constante en los sistemas con microinversores el carecer de un sistema de protección en caso de descargas atmosféricas ya que no se apreciaba ningún tipo de aterrizaje en los elementos metálicos del sistema, al igual que la presencia de alguna tierra física.

Caso #11

Nombre del sistema: Casa habitación #11

Dirección: Tenencia Morelos, Morelia, Michoacán.



Figura 26. Instalación fotovoltaica de 4.48 Kw

En esta residencia se contaba con 14 módulos de 320 W c/u, marca SOLARTEC, un número considerable para una casa habitación. Para la conversión a corriente alterna se utiliza un inversor marca GOODWE con una capacidad de 5 Kw. Cerca del inversor se podían observar que contaba con las protecciones eléctricas necesarias para salvaguardar la instalación en caso de cualquier sobrecorriente o sobretensión. En cuanto a una posible descarga atmosférica, no contaba con su correspondiente puesta a tierra para los elementos metálicos del SFV. Hablando de la estructura de soporte, esta era de aluminio con tornillería de acero inoxidable para las uniones de los perfiles y fijación de los módulos, se observaba una correcta inclinación y orientación del sistema evitando cualquier posible sombreado parcial o total, garantizando la correcta producción de

energía. Sobre la tubería utilizada, fue la correcta para la canalización del conductor ya que se observó que no era el adecuado para exteriores y estar expuesto a la luz del sol, porque debía ir apropiadamente cubierto, prolongando su vida útil.

Caso #12

Nombre del sistema: Casa habitación #12

Dirección: Los Fresnos, Morelia, Michoacán.



Figura 27. Instalación fotovoltaica de 1.34 Kw

Cuatro módulos CANADIAN SOLAR de 335 W conectados a un inversor marca GOODWE de 2000 W, el usuario comentó que inició con una capacidad instalada menor a la que el inversor puede soportar ya que en un futuro, de acuerdo a su consumo y al desempeño del sistema, aumentará el número de módulos instalados. Los paneles se encontraban montados sobre una estructura prediseñada, esta misma, a la inclinación apropiada y correctamente orientados hacia el sur. Contaba con una excelente calidad en los materiales, la estructura no presentaba ningún tipo de presencia de corrosión ni flexión, la tornillería utilizada era de acero inoxidable y sin ninguna sombra que pueda perjudicar la producción. Las protecciones de corriente directa y alterna se encontraban cerca del inversor, donde también se podía notar la puesta a tierra del sistema por medio de una varilla

de cobre. Finalmente, sobre la canalización de los conductores, se podía notar que era el adecuado para exteriores (pared gruesa), cubriendo completamente el cableado sin reducir su vida útil a los rayos UV y la intemperie.

ASPECTOS REVISADOS	CASOS RESIDENCIALES											
	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7	#8	#9	#10	#11	#12
Estructura	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Tornillería	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Paneles	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Tubería	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Cableado	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Protecciones CA	✓	✗	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Protecciones CD	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Puesta a tierra	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✓	✓
Orientación	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Inclinación	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Sombreado	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Mantenimiento	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Funcionamiento	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Tabla 4. Resumen de resultados para casos residenciales

✓= Bien

✗= Mal

En la tabla 4 se puede observar de manera general las condiciones de las instalaciones revisadas en el sector residencial. Tomando en cuenta los diferentes factores revisados, se observa que la mayoría de las instalaciones son de calidad, a pesar de ser sistemas más pequeños o de un número de módulos menor que los que necesita un negocio, se deben cumplir los mismos requisitos principales para tener una producción eficiente. En cuanto a los

sistemas revisados que no cumplen con todos los requisitos de manera positiva, no afecta de manera definitiva su funcionamiento, ya que se encontraban funcionando y sin quejas de los usuarios sobre la eficiencia de estas tecnologías, a pesar de ello, como la falta de una puesta a tierra, compromete la seguridad del sistema y en algunos casos de los usuarios, por lo tanto, se hicieron las recomendaciones necesarias a los dueños con este tipo de observaciones negativas en caso de que necesiten tomar las acciones necesarias, al igual que a pesar de ser sistemas que no necesitan mayor mantenimiento, considerar una limpieza cuando sea necesario a los paneles, asegurando una óptima producción y vida útil prolongada en sus sistemas.

8.3 Resultados de SFVI evaluados en el sector comercial.

Caso #1

Nombre del sistema: Frutas finas Farías

Dirección: Mercado de abastos, Morelia, Michoacán.



Figura 28. Instalación fotovoltaica de 20 Kw

Para el primer caso revisado en el sector comercial tenemos un sistema de 80 módulos, con el objetivo de abastecer una cámara de refrigeración con un alto consumo energético. Debido al presupuesto del usuario ha ido instalado su sistema de manera gradual, por lo que cuenta con paneles de diferentes capacidad e inversores. De los 80 módulos instalados, 64 son de una capacidad de 250 Watts marca Solartec y el resto con un número de 16 módulos con una capacidad 260 Watts de la misma marca, ambos módulos de silicio policristalino. Todos los módulos estaban instalados en una estructura de herrería a una altura de 4 metros, evitando dos muros de 3 metros que tiene a los lados para evitar cualquier sombreado, aún sobre esa estructura su proveedor de manera adicional acento los módulos en un perfil de aluminio, todo a la debida inclinación y orientación. Carecía de cualquier tipo de conductor para el aterrizaje del marco de los módulos, dentro de otras deficiencias en el sistema es la falta de protecciones en corriente directa, ya que solo contaba con un interruptor termomagnético para la corriente alterna como protección contra corto circuito de los inversores y el del centro de carga

general. Tampoco contaba con ningún sistema de tierras y a pesar de que el cableado tanto como del arreglo fotovoltaico y el que va hacia el inversor iban canalizados, parte del cableado del arreglo fotovoltaico se encontraba expuesto, el cual no estaba especificado como cable solar y ya empezaban a presentar deterioraciones en el mismo.

Caso #2

Nombre del sistema: Frutas finas Farías #2

Dirección: Mercado de abastos, Morelia, Michoacán.



Figura 29. Instalación fotovoltaica de 8.25 Kw.

El segundo sistema revisado del sector comercial cuenta con 33 módulos instalados sobre un tejado de lámina, estos módulos policristalinos son de marca Solartec de 250 W. A primera vista era muy notoria la flexión presentada en la estructura y que no se visualizaba que estuvieran aterrizados los elementos metálicos del sistema ni el marco de ninguno de los módulos, a pesar de ello no contaba con formaciones de corrosión ya que contaba con perfiles de aluminio y tornillería de acero inoxidable o sombreados en el arreglo fotovoltaico ya que su acomodo fue con la debida orientación e inclinación. El cableado de los módulos fotovoltaicos iba debidamente canalizado, pero en tubo pared delgada no recomendado para la intemperie y parcialmente expuestos en las conexiones del

arreglo fotovoltaico que ya empezaban a presentar irregularidades en el cable. Seguido del cableado que va hacía el inversor contaba con las mismas condiciones de canalización del conductor que el anterior y no contaba con ningún tipo de protección en corriente directa. En cuanto a la corriente alterna solo presentaba protección con un interruptor termomagnético contra corto circuito del inversor y otro en el centro de carga general, pero sin ninguna varilla a tierra como protección.

Caso #3

Nombre del sistema: Frutas Finas

Dirección: Mercado de abastos, Morelia, Michoacán.



Figura 30. Instalación fotovoltaica de 7.750 Kw

Ahora con 31 módulos, la tercera instalación del sector comercial contaba con un tipo tecnología de cristal policristalino con una capacidad de 250W. En cuanto al estado físico de los módulos era parcialmente bueno, ya que algunos tenían un color irregular conocido en el mercado fotovoltaico como “puntos calientes” provocados principalmente por sombreados parciales recurrentes, suciedad, condiciones del tejado, etc., durante la revisión no se notó ningún tipo de sombreado parcial así pudo haber sido provocado por alguna falla de fábrica. Otros aspecto a denotar es que por el número de módulos las cadenas del arreglo

fotovoltaico estará desbalanceado por lo tanto no será al 100% eficiente. La estructura a pesar de ser de aluminio, empezaba a presentar pequeñas formaciones de corrosión principalmente en las uniones entre perfiles, debido a que la tornillería utilizada era de acero galvanizado. En cuanto al cableado del arreglo fotovoltaico, presenta bobinas en la interconexión de los módulos y antes de llegar a al tubo conduit para ir canalizado queda parcialmente expuesto con problemas de deterioración por el sol. La canalización realizada con tubo conduit de pared delgada (no contra la intemperie) va sobre el piso hasta el inversor. En el inversor no se encontró ningún tipo de protección en corriente directa más que el interruptor contra corto circuito del inversor y en el centro de carga general su respectivo interruptor termomagnético, todo esto carente de varilla de cobre o cualquier electro de puesta a tierra exponiendo la seguridad del sistema fotovoltaico y los aparatos eléctricos del comercio.

Caso #4

Nombre del sistema: Mini super

Dirección: Mariano Michelena, Morelia, Michoacán.



Figura 31. Instalación fotovoltaica de 12.750 Kw

Para abastecer un mini super con varios refrigeradores y una cámara de refrigeración con alto consumo energético, el cuarto caso del sector comercial contaba con 50 módulos de 255 W marca Solartec hechos de silicio policristalino. La estructura era principalmente de herrería como soporte de los módulos, pero

previamente asentados en un perfil de aluminio, a pesar de ello, al ser fijados a la estructura con tornillería de acero galvanizado ya comenzaba a presentar formaciones de corrosión. El estado físico del arreglo fotovoltaico era bueno (marcos, caja de conexiones, etc.) solo con pequeñas cantidades de polvo y sin ninguno objeto que pueda proyectar alguna sombra. Carecía de estética en el cableado de la conexión del arreglo fotovoltaico, se presentaban bobinas en la interconexión de los módulos y estaba parcialmente canalizado, dejando expuesto parte del cable a la intemperie, adicionalmente ninguno de los marcos de los módulos estaba aterrizado. Pasa lo mismo con el cableado hacia el inversor, era completamente antiestético, fue realizado con licuaflex (conduit flexible) y sin protecciones en la corriente directa, exponiendo el inversor a un sobrevoltaje. En cuanto a las protecciones en la corriente alterna solo contaba con un interruptor termomagnético para protección contra corto circuito del inversor y otro interruptor general de todo el comercio, pero sin estar correctamente aterrizado por ningún tipo de puesta a tierra.

Caso #5

Nombre del sistema: Prodelec

Dirección: Felicitas del río, Morelia, Michoacán.



Figura 32. Instalación fotovoltaica de 4.86 Kw

Con la necesidad de abastecer una tienda de venta de material eléctrico, se tiene un sistema de 18 módulos marca IUSASOL con una capacidad de 270 W, conectados a 9 microinversores APS para la transformación de corriente directa a corriente alterna. Correctamente orientados al sur sin ningún objeto que pueda ocasionarle algún sombreado al sistema y una inclinación óptima para todas las temporadas del año. Asentados en estructura de aluminio prediseñada para la instalación y soporte de los 18 módulos, no contaba con ningún tipo de flexión o presencia de corrosión, de igual manera contaba con tubería adecuada para exteriores donde iba correctamente canalizado el conductor eléctrico. En cuestión de las protecciones del sistema, todos los elementos metálicos del sistema incluyendo los microinversores estaban correctamente aterrizados a una varilla a tierra, y en cuanto a las protecciones eléctricas del sistema, contaba con los interruptores adecuados para la protección en corriente alterna y corriente directa. El único inconveniente de este sistema, es la falta de limpieza en los módulos ya que se podía apreciar polvo, heces de aves y demás factores que pueden llegar a disminuir la producción del sistema.

Caso #6

Nombre del sistema: Mini super #2

Domicilio: Felicitas del río, Morelia, Michoacán.



Figura 33. Instalación fotovoltaica de 2.0 Kw

Con una capacidad de 2 Kw, este sistema de 8 módulos policristalinos marca Solartec con una capacidad de 260 W cada uno, abastecen el consumo eléctrico de una tienda de abarrotes a través de 4 microinversores marca APS. Evitando perforar la losa para empotrar el sistema, previo a la estructura, está sobre pequeños diques de concreto que soportan la estructura de aluminio donde van asentados los módulos fotovoltaicos. Esta estructura hecha de aluminio prediseñada para la instalación de SFV, no presentaba ningún tipo de flexión y/o índices de corrosión. La canalización de los conductores utilizados era del material adecuado para exteriores, lo cual garantiza una vida útil prolongada al cableado de la instalación. Estructura, inversores, centros de carga y los demás elementos metálicos de este sistema, iban correctamente aterrizados a una puesta tierra, protegiendo el sistema en caso de alguna sobre tensión o carga atmosférica. Contaba con los interruptores adecuados para proteger el sistema en corriente altera y directa. Al igual que el caso anterior, estaba descuidado el sistema en cuestiones de la limpieza, ya que, al tener los módulos limpios, tenemos un sistema funcionando de la mejor manera.

Caso #7

Nombre del sistema: Tortillería

Dirección: Metrópolis 2, Morelia, Michoacán.



Figura 34. Instalación fotovoltaica de 10.0 Kw

40 módulos policristalinos de 255 W marca Solartec cada uno, nos da un sistema con una capacidad de 10 Kw para el abastecimiento de una tortillería. Levantados sobre una estructura de herrería y asentados en un perfil de aluminio evitando la corrosión del marco del módulo al no estar en contacto directo con la estructura. El cableado utilizado iba correctamente canalizado en tubería de pared gruesa para exteriores en conjunto con tubería flexible hasta la llegada del inversor. En el inversor estaban las protecciones eléctricas necesarias para corriente directa y alterna, la única protección de la que carecía este sistema era la puesta a tierra, arriesgando el SFV a una carga atmosférica o sobre tensión que pueda ocasionarle alguna avería. Otro de los puntos negativos del sistema es que ninguno de los elementos metálicos del sistema estaba aterrizados y la falta del mantenimiento en cuanto a la limpieza de los módulos, ya que mucho polvo o suciedad acumulada puede reducir la óptima producción de energía del SFV.

Caso #8

Nombre del sistema: Tienda

Dirección: Mariano Escobedo, Morelia, Michoacán.



Figura 35. Instalación fotovoltaica de 4.48 Kw

Para el abastecimiento de una tienda de abarrotes, se instalaron 14 módulos marca DAH de 320 W c/u conectados a un inversor marca GOODWE, con una capacidad instalada de 4.48 Kw en total soportada en una estructura de aluminio

empotrado a la losa del lugar. Sin presencia de corrosión, pero sí de flexión en la estructura, tenía presencia de uniones en los perfiles de aluminio que hacían perder la fuerza de soporte, se desconoce el por qué fue realizado de esa manera. El cableado iba apropiadamente canalizado en tubería de pared gruesa para la intemperie, uno de estos conductores llevaba el aterrizaje de puesta a tierra de la estructura y módulos, protección muy importante en caso de alguna descarga atmosférica y/o sobretensión. Al igual que la puesta a tierra contaba con protecciones en corriente alterna y directa, garantizando la protección del inversor y prolongada vida útil.

Caso #9

Nombre del sistema: Tienda #2

Dirección: Colonia Morelos, Morelia, Michoacán.



Figura 36. Instalación fotovoltaica de 6.27 Kw

En una tienda de abarrotes cerca del panteón municipal se encuentra una instalación de 19 módulos fotovoltaicos policristalinos marca RISEN con una capacidad de 330 W, conectados a un inversor marca FRONIUS. La estructura de soporte para los módulos era completamente de aluminio y tornillería de acero inoxidable, esto garantiza una vida útil prolongada. El sistema contaba con la

inclinación recomendada para una óptima captación de la radiación y afortunadamente carecía de cualquier objeto que pudiera ocasionarle algún tipo de sombreado parcial o total. La tubería era llevada a través de un tubo conduit de pared gruesa tanto entre los módulos hacía el inversor y en la corriente alterna al centro de cargas. Cerca del inversor se encontraban las protecciones eléctricas del SFV, dos portafusibles para cada uno de los arreglos de la instalación en corriente directa y un interruptor termomagnético para la protección en corriente alterna, ambos para el caso de alguna sobrecorriente o sobretensión y evite averías en el inversor. Como protección adicional contaba con su electrodo de puesta a tierra ya que las corrientes atmosféricas también presentan una amenaza constante en los SFVI.

Caso #10

Nombre del sistema: Tienda #3

Dirección: Colonia Boca Negra, Morelia, Michoacán.



Figura 37. Instalación fotovoltaica de 3.30 Kw

Con una capacidad de 330 W, 10 módulos policristalinos marca RISEN conectados a un inversor GOODWE, se abastece una pequeña tienda de abarrotes. Montados en una estructura prediseñada de aluminio con tornillería de acero inoxidable sin presencia de corrosión, flexión, con una correcta inclinación y sin

presencia de sombreados parciales o totales que puedan afectar la generación del sistema. El cableado del sistema se podía apreciar que era cable solar fotovoltaico para resistir los rayos UV sin dañarse y la intemperie, el cuál iba correctamente canalizado tanto para la corriente alterna como la directa. Cerca del inversor se encontraban las protecciones eléctricas necesarias para salvaguardar el inversor en caso de algún sobrevoltaje y/o sobretensión, otra protección importante es la puesta a tierra del sistema fotovoltaico, para el cuál se utilizó una varilla a tierra protegiendo el sistema de corrientes atmosféricas.

Caso #11

Nombre del sistema: Hotel

Dirección: Lago 1, Morelia, Michoacán.



Figura 38. Instalación fotovoltaica de 5.44 Kw

Un hotel con más de 50 habitaciones en temporada alta tiende a un consumo energético elevado, sobre todo si este cuenta con ventiladores, televisión y demás, para evitar esto se instalaron 17 módulos policristalinos marca Solartec y conectados a un inversor GOODWE. La estructura de soporte de los paneles solares está hecha principalmente de aluminio y tornillería de acero inoxidable, sin presencia de óxido o flexión en la misma, al igual como se observa en la Figura 33.

a pesar de tener unos módulos instalados enfrente de otros, estos no proyectaban ninguna sombra a los paneles traseros, una falla muy común en los SFV, ya que contaba con una distancia de 3 m de separación. En cuanto a la tubería todo el cableado iba correctamente canalizado en tubo conduit rígido de pared gruesa apropiado para intemperie al igual que el conductor, todo I006Cevado apropiadamente hasta el inversor el cual contaba con todas las protecciones eléctricas correctas para cualquier sobrevoltaje o sobretensión tanto en corriente directa como en alterna, al igual contaba con su puesta a tierra a través de una varilla de cobre en caso de alguna descarga atmosférica.

Caso #12

Nombre del sistema: Heladería

Dirección: Juan de la Barrera, Morelia, Michoacán.



Figura 39. Instalación fotovoltaica de 12.87 Kw

Una heladería con un alto consumo energético debido al sistema de refrigeración para mantener en buen estado el helado, tiene una capacidad instalada de 12.870 Kw con un total de 39 módulos policristalinos marca DAH solar de 320 W c/u. Para la conversión de CD a CA se utilizaron 2 inversores marca FRONIUS de 6000 W c/u. El soporte de los módulos es sobre una estructura de herrería previamente colocados en un perfil de aluminio probablemente para evitar

el contacto directo con el metal de la estructura previniendo problemas futuros de corrosión. Al estar en una altura considerable no había presencia de ningún tipo de sombreado parcial o total. La tubería para corriente alterna y directa era llevado a través de tubería rígida conduit galvanizada donde iban correctamente canalizados los conductores del sistema hacía ambos inversores y seguido al centro de cargas del lugar. Cerca de los inversores se podían apreciar las protecciones del sistema, contaba con portafusibles para corriente directa e interruptores termomagnéticos para la alterna, adicionalmente con su puesta a tierra a través de una varilla de cobre previniendo y protegiendo en caso de alguna sobretensión y/o sobrevoltaje al igual que una posible descarga atmosférica. Como única observación se notaba la falta de mantenimiento en cuestiones de limpieza de los módulos.

Caso #13

Nombre del sistema: Carnicería

Dirección: Nueva Chapultepec, Morelia, Michoacán.



Figura 40. Instalación fotovoltaica de 5.94 Kw

Para la conservación de la carne por mayor tiempo es necesario sistemas de refrigeración, los cuales requieren un considerable consumo de energía, es por lo que en esta carnicería para combatir esta problemática el usuario optó para la

implementación de los SFV. Con 18 módulos con una capacidad de 330 W, marca RISEN y un inversor central de 6000 W marca GOODWE para la conversión a corriente alterna, se abastase el consumo eléctrico del negocio. Los 18 módulos estaba montados sobre una estructura de aluminio prediseñada y con tornillería de acero inoxidable, este tipo de materiales garantiza una vida útil prolongada al sistema. Otro factor importante con el que contaba este sistema, era las protecciones eléctricas, para la corriente directa de los paneles hacía el inversor, contaba con un portafusible y para la corriente alterna con un interruptor termomagnético asegurando el inversor en caso de sobrevoltajes o sobrecorrientes. Se cuidó el aspecto de la inclinación y la orientación de los paneles ya que era correcta, al igual cuidado cualquier posible sombreado parcial o total. Finalmente y afortunadamente los elementos metálicos del sistema, como la estructura, paneles, etc., iban correctamente aterrizados a una varilla de cobre asegurando el sistema de alguna posible descarga atmosférica.

Caso #14

Nombre del sistema: Tienda #4

Dirección: Col. Paraíso, Morelia, Michoacán.



Figura 41. Instalación fotovoltaica de 3.96 Kw

Para abastecer el consumo eléctrico de una tienda de abarrotes, se tenían instalados 12 módulos fotovoltaicos marca RISEN de 330 W c/u conectados a un inversor GOODWE con capacidad para 3600 W, para la conversión de corriente continua a corriente alterna. Los módulos estaban instalados correctamente hacía el sur y con la inclinación apropiada para la ciudad de Morelia, todo sobre una estructura de aluminio y tornillería de acero inoxidable, tenían una altura considerable, por lo que no se veía ninguna posible sombra que pudiera afecta la producción. Debido a la altura antes mencionada, se utilizó bastante tubería para llegar los conductores al inversor y posteriormente al centro de carga del negocio. Se observo que tanto la tubería como el cableado era el adecuado para exteriores, por lo que soporta rayos UV y las diferentes condiciones climatológicas. Para proteger el inversor se colocó una pastilla termomagnética para la corriente alterna, por el lado de la corriente directa unos portafusibles y como tierra física para el aterrizaje de los elementos metálicos y posibles descargas atmosféricas, contaba con su varilla de cobre.

Caso #15

Nombre del sistema: Tienda #5

Dirección: Col. Quinceo Poblado, Morelia, Michoacán.



Figura 42. Instalación fotovoltaica de 3.3 Kw

Con 10 módulos marca RISEN, con una capacidad de 330 W c/u y un inversor GOODWE de 3000 W conectados a una tienda de abarrotes para combatir el consumo energético, debido principalmente a los refrigeradores del negocio. Los módulos estaban soportados sobre una estructura de aluminio y fijados con tornillería de acero inoxidable, correctamente orientados e inclinados para un óptimo funcionamiento y producción. La tubería que lleva la corriente de los paneles solares a través de conductores, es fijada a nivel de piso, de tipo pared gruesa y cable solar adecuado para exteriores. En cuanto las protecciones del sistema no había ningún problema ya que tenía las necesarias en corriente directa y alterna, al igual que su tierra física para posibles cargas atmosféricas, asegurando la vida útil del sistema y del inversor.

ASPECTOS REVISADOS	CASOS COMERCIALES														
	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7	#8	#9	#10	#11	#12	#13	#14	#15
ESTRUCTURA	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
TORNILLERIA	✓	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
PANELES	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
TUBERÍA	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
CABLEADO	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
PROTECCIONES CA	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
PROTECCIONES CC	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
PUESTA A TIERRA	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ORIENTACION	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
INCLINACIÓN	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
SOMBREADO	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
MANTENIMIENTO	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓
FUNCIONAMIENTO	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Tabla 5. Resumen de resultados para casos comerciales

✓ = Bien

✗ = Mal

Al igual que en el caso de los residenciales, predomina la buena aplicación de los sistemas fotovoltaicos interconectados con ciertas excepciones. Es de suponerse que a diferencia de los sistemas instalados en casa habitación, son de mayor tamaño, esto, en cuanto a capacidad instalada, número de módulos, estructura, accesorios, etc., por consiguiente, una mayor inversión, es por esto que los usuarios cuidan esa inversión realizada en asegurarse de obtener lo mejor de estas tecnologías. Varios de los dueños de estas instalaciones, se informaron en gran manera antes de adquirir sus sistemas fotovoltaicos, su funcionamiento, precios, calidad de los productos y proveedores, por lo que se ve reflejado en nuestra tabla de resultados que existen instaladores de calidad en la ciudad de Morelia. Por el tamaño de este tipo de estos sistemas o incluso la altura en la que están instalados es difícil tener un correcto mantenimiento de ellos en cuanto a la limpieza, por lo que es uno de los aspectos más descuidados en los SFV del sector comercial. Hablando un poco de los sistemas más deficientes aquí presentados, las observaciones negativas fueron informadas a los usuarios, específicamente el caso #3 y #4 donde se presentaron mayor número de observaciones, se debían tomar acciones lo más pronto posible con su proveedor para salvaguardar la garantía de sus equipos y reclamar la óptima producción que deberían tener sus sistemas.

8.4 Discusión de resultados

En este trabajo se verificó la calidad de algunas instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red en la ciudad de Morelia, Michoacán, enfocándonos en los sectores residencial y comercial, con aspectos a revisar tanto técnicos como la calidad de materiales utilizados (calificando como malas o buenas las instalaciones revisadas). Es importante señalar la dificultad que se tuvo para conseguir el acceso a la mayoría de estas instalaciones, ya que el tiempo en el que se escribe esta tesis, existe mucha inseguridad debido a la delincuencia y otros factores externos que afectó de manera directa el número de instalaciones que se pudieron revisar, aun así, se tuvo la fortuna de revisar 12 sistemas fotovoltaicos para el sector residencial y 15 en el sector comercial, con un total de 27 instalaciones en diferentes ubicaciones de la ciudad de Morelia. Hablando particularmente de las instalaciones

revisadas en el sector residencial, afortunadamente se encontraron instalaciones de muy buena calidad, hablando desde la calidad de los materiales, hasta los aspectos técnicos, en donde los instaladores o el proveedor de dichas instalaciones demostraron contar con los conocimientos necesarios al realizarlas, como la inclinación adecuada a 20 grados debido a la latitud de la ciudad, correcta orientación al sur, materiales que garantizan un vida útil prolongada, etc. De los detalles negativos que se encontraron en algunas de ellas y de manera frecuente, era la falta de aterrizaje a una puesta a tierra de los elementos metálicos del sistema, algo que no afecta directamente su funcionamiento, pero si es importante en cuestiones de seguridad, ya que una descarga atmosférica como un rayo en el sistema puede ocasionar una avería en el sistema, a los aparatos del lugar de la instalación o en el peor de los casos comprometiendo la seguridad del usuario. Todas las observaciones encontradas en dichos sistemas, fueron notificadas al dueño de la instalación a manera de agradecimiento por la oportunidad de dejarnos entrar a su hogar para que este dueño pudiera encontrar con su proveedor una solución que garantice la vida prolongada de su sistema. A diferencia de una casa habitación, los negocios suelen tener un mayor consumo eléctrico, por lo tanto, mayor número de módulos o una capacidad instalada mayor que en los sistemas residenciales, en estos casos nos encontramos sistemas hasta con 60 módulos llegando a una capacidad de 20 Kw, afortunadamente al igual que en los casos residenciales, nos encontramos con buenas prácticas en la mayoría de las instalaciones. Los dueños de estas instalaciones nos comentaban que, al ser una inversión considerable, se informaron lo mejor posible sobre estas tecnologías, escogiendo al mejor proveedor que pudiera ofrecerle el mejor servicio, producto y calidad, muy notable en nuestros resultados. Aunque no todas fueron de esta manera (26% de las instalaciones), se encontraron ciertas excepciones en las que era necesaria la intervención inmediata del proveedor para el arreglo de los casos #3 y #4, donde ya se veía comprometida la garantía de algunos módulos debido a la corrosión por la tornillería implementada, al igual que los conductores expuestos a la intemperie, en donde no era más que cuestión de tiempo que comenzaran a presentar problemas. Con gratitud, al igual que en el sector residencial, se les

presentaron las observaciones de sus sistemas para que llevaran a cabo las acciones necesarias con sus proveedores, con la indicación adicional en la limpieza de los módulos fotovoltaicos, que, a pesar de no ser un problema técnico, si puede llegar a ser importante para un óptimo funcionamiento del sistema.

No fue posible medir los diferentes parámetros eléctricos de los sistemas fotovoltaicos, como lo es el voltaje, amperaje, tanto en corriente alterna y directa de cada uno, ya que para eso es necesario abrir el inversor, desconectar algunos módulos, abrir cajas de conexiones u otros elementos que en muchas ocasiones se encontraban con sellos por las empresas proveedoras que pudiera invalidar la garantía y comprometer el sistema del usuario si se violaba alguno de estos, por lo que se optó a limitarnos a consultar con los usuarios si sus sistemas estaban funcionando correctamente y cumplían con sus necesidades en cuanto al consumo eléctrico, de los cuales casi el 93% de todos los casos se encontraba satisfecho con la eficiencia de su sistema fotovoltaico.

Finalmente, se investigó con las dependencias necesarias el número total de instalaciones fotovoltaicas interconectadas al a red en la ciudad de Morelia, con el propósito de determinar el impacto del tamaño de las instalaciones revisadas, desafortunadamente es un dato que no se puede compartir y es exclusivamente de uso interno de la Comisión Federal de Electricidad (CFE). Como punto positivo, contrario a esto último, podemos ver que se revisó a lo largo y ancho de la ciudad de Morelia, teniendo resultados de manera distribuida de la calidad de este tipo de instalaciones.

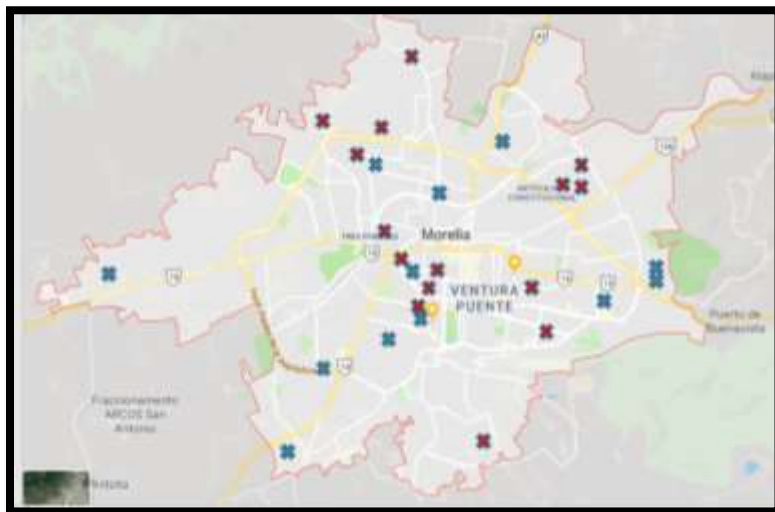


Figura 43. Distribución de las instalaciones revisadas

- ×= Residencial
- ×= Comercial

9. CONCLUSIONES

Con un número de 27 instalaciones revisadas, 12 en el sector residencial y 15 en el sector comercial de sistemas fotovoltaicos interconectados a la red en la ciudad de Morelia Michoacán, son solo pequeña muestra de los 4,014 contratos realizados en Michoacán al cierre del 2018 de acuerdo a la Comisión Reguladora de Energía (CRE). De estas instalaciones revisadas, se encontró, en su mayoría, con una buena calidad en los materiales implementados, elementos importantes como los módulos e inversores con sus certificados correspondientes al igual que accesorios como estructura, protectores y conductores adecuados que garantizaban una vida útil prolongada en estas tecnologías. De cualquier manera, sería deseable el contar con un número mayor de casos revisados para fortalecer los resultados.

Durante la revisión de las diferentes instalaciones, notamos como ha crecido el mercado fotovoltaico, encontrando módulos de mayor capacidad en las instalaciones más recientes, inversores más eficientes y modernos con capacidad de monitoreo por internet y funciones más sofisticadas, manejando los mismos costos que instalaciones más antiguas, de 2 o 3 años de diferencia.

En los reportes elaborados de cada uno de los sistemas se anotaron las características cuantitativas y cualitativas de las instalaciones, usando como formato base el checklist del Anexo: Memoria de las revisiones en campo, con un total de 27 reportes por cada una de las instalaciones, con copia al usuario. Lamentablemente no se tuvo la oportunidad de revisar los parámetros eléctricos de dichas instalaciones, debido al posible riesgo de anular la garantía de los SFVI o que pueda comprometer su funcionamiento.

Dentro de las fallas técnicas más comunes en los SFVI del sector residencial era la falta de puesta a tierra, fácilmente solucionado con una llamada al proveedor y la realice de manera adecuada a través de un conductor de cada uno de los elementos metálicos del sistema a un electrodo de puesta a tierra. En el caso del sector comercial, encontramos la falta de tubería apropiada para exteriores al igual que los conductores, faltas de protecciones en corriente continua y mantenimiento (limpieza de los módulos), como solución a estos detalles negativos, es la intervención del

proveedor colocando los materiales adecuados, las protecciones faltantes debidamente dimensionadas, su correspondiente electrodo de puesta a tierra y finalmente, los usuarios deben tomar la responsabilidad de realizar una limpieza periódica a sus paneles solares evitando que el polvo acumulado ya que evita el paso de la radiación solar, afectando la producción de energía.

Debido a todo lo anterior y a los resultados obtenidos, se comprueba afortunadamente como negativa la hipótesis planteada en esta tesis, demostrando que existen buenas prácticas en la instalación de sistemas fotovoltaicos interconectados en la ciudad de Morelia Michoacán donde como conclusión final (en base a la cantidad de sistemas revisados a lo largo y ancho de la Ciudad), vemos que los usos de estas tecnologías se están realizando adecuadamente. Por último, es importante comentar que, si se siguen promoviendo el uso de energías renovables para la producción eléctrica, estaremos más encaminados a un futuro sustentable.

10. REFERENCIAS

- Afonso, T. L., Marques, A. C., & Fuinhas, J. A. (2017). Strategies to make renewable energy sources compatible with economic growth. *Energy Strategy Reviews*, 18, 121–126. <https://doi.org/10.1016/j.esr.2017.09.014> (Última visita 28 Noviembre 2018).
- Alemán-Nava, G. S., Casiano-Flores, V. H., Cárdenas-Chávez, D. L., Díaz-Chavez, R., Scarlat, N., Mahlknecht, J., ... Parra, R. (2014). Renewable energy research progress in Mexico: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 32, 140–153. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.01.004> (Última visita 28 Noviembre 2018).
- Anzalchi, A., & Sarwat, A. (2017). Overview of technical specifications for grid-connected photovoltaic systems. *Energy Conversion and Management*, 152(September), 312–327. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2017.09.049> (Última visita 28 Noviembre 2018).
- AUTREN. (2016). Identificación y selección de oportunidades de negocio con insumo de energía renovable fotovoltaica en México y su proyección hasta el año 2020. Retrieved from https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/58849/INSUMOS_DE_ENER_G_A_RENOVABLE_FOTOVOLTAICA_Y_SU_PROYECCI_N_AL_2020_SEC.pdf (Última visita 13 Febrero 2019).
- Barragan, M. (2013). Estudio de factibilidad para la integración de un sistema solar fotovoltaico para la UTM.
- Breeze, P. (2016). Modules, Inverters, and Solar Photovoltaic Systems. *Solar Power Generation*, 71–80. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804004-1.00010-5> (Última visita 28 Noviembre 2018).
- Breeze, P. (2014). *Solar Power Generation. Webpage.* <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804004-1.00009-9> (Última visita 26 Noviembre 2018).

- Cañavera García, V., Ortiz Juárez, N., & Velázquez Espinosa, J. R. (2015). Obtención de energía por medio de celdas solares, (6823).
- Comisión Reguladora De Energía (CRE). (2019). Evolución de contratos de pequeña y mediana escala / generación distribuida. 1–10. Retrieved from www.gob.mx/cre
- Contreras-Lisperguer, R., Muñoz-Cerón, E., Aguilera, J., & Casa, J. de la. (2017). Cradle-to-cradle approach in the life cycle of silicon solar photovoltaic panels. *Journal of Cleaner Production*, 168, 51–59.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.08.206> (Última visita 25 Noviembre 2018).
- CFE. (2018). *Contratación de servicios fotovoltaicos*. Obtenido de Portal CFE: <http://portal.cfe.mx/Casa/InformacionCliente/Pages/Contrataci%C3%B3n-de-servicios-Fotovoltaicos.aspx> (Última visita 24 Enero 2019).
- Dalby, S. (2018). Climate change and environmental conflicts. In *Routledge Handbook of Environmental Conflict and Peacebuilding*.
<https://doi.org/10.4324/9781315473772>
- Díaz Cordobado, T., & Carmona Rubio, G. (2010). *Instalaciones solares fotovoltaicas*. McGraw Hill.
- Domínguez, A., & Geyer, R. (2017). Photovoltaic waste assessment in Mexico. *Resources, Conservation and Recycling*, 127(February), 29–41.
<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.08.013> (Última visita 5 Julio 2018).
- Gonçalves, P., Sampaio, V., Orestes, M., & González, A. (2017). Photovoltaic solar energy : Conceptual framework, 74(February), 590–601.
<https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.02.081> (Última visita 30 Mayo 2018).
- Hancevic, P. I., Nuñez, H. M., & Rosellon, J. (2017). Distributed photovoltaic power generation: Possibilities, benefits, and challenges for a widespread application in the Mexican residential sector. *Energy Policy*, 110(April), 478–489.
<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.08.046> (Última visita 28 Noviembre 2018).
- IEA-PVPS. (2011). Trends in photovoltaic applications: Survey report of selected

- IEA countries between 1992 and 2010, 1–44.
<https://doi.org/10.1021/ac50054a041>. (Última visita 30 Mayo 2018)
- IEA International Energy Agency. (2018). Photovoltaic Power System Program PVPS Annual Report 2017.
- International Energy Agency (IEA). (2017). Snapshot of global photovoltaic markets. Photovoltaic Power Systems Programme (PVPS), (T1–31:2017), 1–16. <https://doi.org/978-3-906042-58-9> (Última visita 21 Mayo 2019)
- IEC. (25 de Mayo de 2019). IEC Webstore. Obtenido de IEC Webstore: <https://webstore.iec.ch/publication/25674> (Última visita 14 Junio 2019)
- IEC. (25 de Mayo de 2019). IEC Webstore. Obtenido de IEC Webstore: <https://webstore.iec.ch/publication/24312> (Última visita 14 Junio 2019)
- IEC. (5 de Mayo de 2019). IEC Webstore. Obtenido de IEC Webstore: <https://webstore.iec.ch/publication/6479> (Última visita 14 Junio 2019)
- IEC. (25 de Mayo de 2019). IEC Webstore. Obtenido de IEC Webstore: <https://webstore.iec.ch/publication/5736> (Última visita 14 Junio 2019)
- IER. (2017). Diseño y dimensionamiento de sistemas fotovoltaicos con conexión a red. UNAM, Temixco, Morelos.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2017). Anuario Estadístico y Geográfico de Campeche 2017, 399. <https://doi.org/10.7283/T5MW2F2D> (Última visita 20 Abril 2018)
- Ismail, S., & Lapierre, Michelle, Palao, F. (2019). Exponential Transformation. In Wiley (1st ed.). Wiley.
- Kabir, E., Kumar, P., Kumar, S., Adelodun, A. A., & Kim, K. H. (2018). Solar energy: Potential and future prospects. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 82(September 2016), 894–900.
<https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.09.094> (Última visita 8 Enero 2019)
- Li, T., Roskilly, A. P., & Wang, Y. (2017). A Regional Life Cycle Sustainability

- Assessment Approach and its Application on Solar Photovoltaic. *Energy Procedia*, 105(0), 3320–3325. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.03.757> (Última visita 8 Enero 2019)
- Lincot, D. (2017). The new paradigm of photovoltaics: From powering satellites to powering humanity. *Comptes Rendus Physique*, 1, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.crhy.2017.09.003> (Última visita 8 Enero 2019)
- Maza, M. Á. (2008). *Energía solar fotovoltaica*. Ciudad de México : Limusa.
- Mendieta, J. (2017). Recursos renovables para la producción de electricidad en México-CFE (tesis de licenciatura). UNAM, México
- Mendoza, C. (2011). Viabilidad técnica-económica de una central solar termoeléctrica para colectores cilíndricos parabólicos para su implementación en México (tesis de licenciatura). UNAM, México.
- Mundo-Hernández, J., De Celis Alonso, B., Hernández-Álvarez, J., & De Celis-Carrillo, B. (2014). An overview of solar photovoltaic energy in Mexico and Germany. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 31, 639–649. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.12.029> (Última visita 25 Febrero 2019)
- Pérez-Denicia, E., Fernández-Luqueño, F., Vilariño-Ayala, D., Manuel Montaña-Zetina, L., & Alfonso Maldonado-López, L. (2017). Renewable energy sources for electricity generation in Mexico: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 78(January), 597–613. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.05.009> (Última visita 13 Abril 2019)
- Sansaniwal, S. K., Sharma, V., & Mathur, J. (2018). Energy and exergy analyses of various typical solar energy applications: A comprehensive review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 82(May), 1576–1601. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.07.003> (Última visita 8 Enero 2019)
- SENER. (2015). Prospectiva de Energías Renovables. *Diario Oficial de La Federación*, 1, 156. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004> (Última visita 30 Mayo 2019)

- SENER, G. F. M. (2012). Atlas de almacenamiento geológico de CO2 en Mexico.
- SENER, G. F. M. (2014). Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018. *Programa Especial Para El Aprovechamiento de Energías Renovables 2014*, 1–123.
<https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004> (Última visita 8 Enero 2019)
- SENER, G. F. M. (2017). Prospectiva de Energías Renovables. *Diario Oficial de La Federación*, 1, 94.
- Tschümperlin, L., Stolz, P., & Frischknecht, R. (2016). Life cycle assessment of low power solar inverters (2.5 to 20 kW), (October), 21
- Stylos, N., & Koroneos, C. (2014). Carbon footprint of polycrystalline photovoltaic systems. *Journal of Cleaner Production*, 64, 639–645.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.10.014> (Última visita 7 Marzo 2019)
- UL. (25 de Mayo de 2019). UL Standards Catalog. Obtenido de UL Standards Catalog: https://standardscatalog.ul.com/standards/en/standard_1703_3 (Última visita 7 Julio 2019)
- UL. (5 de Mayo de 2019). UL Standards Catalog. Obtenido de UL Standards Catalog: https://standardscatalog.ul.com/standards/en/standard_1741_2 (Última visita 7 Julio 2019)
- UL. (25 de Mayo de 2019). UL Standards Catalog. Obtenido de UL Standards Catalog: https://standardscatalog.ul.com/standards/en/standard_2703_1 (Última visita 7 Julio 2019)
- Valenzuela, J. (2013). Instalación de un sistema fotovoltaico interconectado a la red eléctrica (tesis de licenciatura). UNAM, México.

11. ANEXO: Memoria de las revisiones en campo

11. ANEXOS

11.1 Formato de inspección visual para sistemas fotovoltaicos interconectados a la red

I. DATOS DEL SISTEMA

Nombre del sistema: Casa-habitación #1

Propietario: Dr. Benjamin

Dirección: Mariano Michenera, Moctima, Mich

II. INSPECCIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

Potencia instalada: 1.620 KW

Configuración del sistema: 4x1 y 2x1

Número de módulos en serie: 4 y 2

Número de cadenas en paralelo: 1

2.1 El sistema fotovoltaico se encuentra

Abandonado En reparación/mantenimiento Funcionando

2.2 Tipo de tecnología fotovoltaica

m-Si p-Si a-Si Otra: _____

2.3 Se observan indicios de corrosión en la estructura del sistema fotovoltaico

No se visualizan problemas de corrosión Se observan pequeñas formaciones de corrosión
 La estructura presenta corrosión excesiva

2.4 Se observan problemas de flexión en el sistema fotovoltaico

Existe flexión Poca flexión No presenta flexión

2.5 El sistema fotovoltaico presenta sombreados

Sombreado total Sombreado parcial No hay sombreado

2.6 El sistema fotovoltaico es uniforme (todos sus módulos/cadenas son iguales)

Existen módulos de diferente potencia Las cadenas son la misma potencia

El sistema está balanceado Otro, especifique _____

2.7 El sistema cuenta con sistema de protección en la parte de corriente directa

Sí, todas las protecciones Parcialmente No tiene protección

De acuerdo a su respuesta, marque las protecciones con las que cuenta el sistema

Protección contra descargas atmosféricas

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

Diodos de paso

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

Protección contra corrientes de retorno

Protección con portafusible desconector Interruptor termomagnético

Diodo de bloqueo

Capacidad: 10 A Modelo: 5201 Marca: ABB

Otro, especifique _____

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

2.8 El sistema cuenta con protección en la parte de la corriente alterna

Sí, todas las protecciones Parcialmente No tiene protección

De acuerdo a su respuesta, marque las protecciones con las que cuenta el sistema

Protección contra descargas atmosféricas

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

Protección contra corto-circuito por inversor

Ampacidad: 10 A Capacidad: 400 V Modelo: ABB

Marca: _____

Protección contra corto-circuito general

Ampacidad: 30 A Capacidad: 400 V Modelo: NA V. 400V

Marca: Squose 0

Otro, especifique _____

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

2.9 El sistema cuenta con sistema de puesta a tierra.

Sistema aterrizado Sistema flotante No aterrizado.

2.10 Tierra física Si No

2.11 Electro de puesta a tierra Si No

Varilla de cobre 7/8 por 3 m Malla de electrodos Electrodo de carbono

Numero de electrodos de puesta a tierra _____

Los electrodos de puesta a tierra están conectados entre si Si No

Unión del conductor del puesto a tierra con el electrodo de tierra

Unión mecánica Soldadura exotérmica Otra especifique _____

2.12 Esta aterrizado cada uno de los marcos de aluminio de los módulos Si No

En caso de ser si, responda lo siguiente

Tipo de conductor Alambre Cable

Tipo de metal Alambre Cable

2.13 Todas las partes metálicas del sistema están aterrizados Si No

III. INSPECCIÓN DEL MÓDULO FOTOVOLTAICO

3.1 Tipo de tecnología fotovoltaica

m-Si p-Si a-Si Otro, especifique _____

Fabricante: Talesun Modelo: TP660P-270

Potencia máxima: 270W Tolerancia: ±3%

Tensión de circuito abierto: 38V Tensión en el PPM: 30.9V

Corriente de corto circuito: 9.33A Corriente en el PPM: 8.74A

3.2 ¿El módulo cuenta con un marco?

3.3 Los módulos fotovoltaicos tienen un ficha técnica

Si No No aplica

3.4 Los MPV cuentan con certificado de calidad

Si No No aplica

Tipo de certificado UL TÜV Otro, especifique _____

3.5 La caja de conexión se encuentra en buen estado

Si No No aplica

3.6 El módulo cuenta con cables de conexión

Si No No aplica

Tipo de conductor eléctrico Cable

Calibre del conductor eléctrico 4 mm²

3.7 Tipo de conectores del módulo fotovoltaico

MC3 MC4 Otro, especifique _____

El módulo fotovoltaico cuenta con marco

Si No

Tipo de marco: Aluminio Anodizado Otro

Apariencia En buen estado Un poco deteriorado Muy deteriorado

Adhesivo del marco: Como nuevo No es visible Deteriorado

3.8 Estado físico de los módulos fotovoltaicos

Excelente Bueno Regular Malo

3.9 Existe suciedad/polvo en los módulos

No Poco Abundante

INSPECCIÓN DEL CABLEADO DE CONEXIÓN DEL CABLE SOLAR EN EL INVERSOR (CIRCUITO DE SALIDA DE LAS CADENAS)

5.1 Tipo de cable utilizado Cable solar plumb (Cable solar para intemperie, THW-2, THHW) otro, especifique _____

5.2 El cable del circuito de salida de cada cadena tiene doble aislamiento Sí No

5.3 El cableado se realizó a través de tuberías/canalizaciones Sí No

Si la respuesta es Sí, responder a lo siguiente

Tipo de tubería/canalización

Conduit flexible Conduit rígido No aplica

Otro, especifique _____

Tamaño de la tubería/canalización: 1/4"

Marca: No tiene

Material: Canalizado

En caso de que la respuesta es No, especifique el método conducción

5.4 Estado físico de los ductos por donde se lleva el cableado

Buena Regular Mala/Deteriorada

5.5 La canalización es

Subterránea Aérea Sobre piso

Observaciones generales:

11. ANEXOS

11.1 Formato de inspección visual para sistemas fotovoltaicos interconectados a la red

I. DATOS DEL SISTEMA

Nombre del sistema Casa habitacion # 2

Propietario Irma Mercado

Dirección: Mdctia, M.ch

II. INSPECCIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

Potencia instalada 390 W Configuración del sistema: 2x 1

Número de módulos en serie: 2 Número de cadenas en paralelo: 1

2.1 El sistema fotovoltaico se encuentra

Abandonado En reparación/mantenimiento Funcionando

2.2 Tipo de tecnología fotovoltaica

m-Si p-Si a-Si Otra: _____

2.3 Se observan indicios de corrosión en la estructura del sistema fotovoltaico

No se visualizan problemas de corrosión Se observan pequeñas formaciones de corrosión
 La estructura presenta corrosión excesiva

2.4 Se observan problemas de flexión en el sistema fotovoltaico

Existe flexión Poca flexión No presenta flexión

2.5 El sistema fotovoltaico presenta sombreados

Sombreado total Sombreado parcial No hay sombreado

2.6 El sistema fotovoltaico es uniforme (todos sus módulos/cadenas son iguales)

Existen módulos de diferente potencia Las cadenas son la misma potencia

El sistema esta balanceado Otro, especifique _____

2.7 El sistema cuenta con sistema de protección en la parte de corriente directa

Si, todas las protecciones Parcialmente No tiene proteccion

De acuerdo a su respuesta, marque las protecciones con las que cuenta el sistema

Protección contra descargas atmosféricas

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

Diodos de paso

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

Protección contra corrientes de retorno

Protección con portafusible desconector Interruptor termomagnético

Diodo de bloqueo

Capacidad: 15A Modelo: N/A Marca: N/A
250 V

Otro, especifique _____

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

2.8 El sistema cuenta con protección en la parte de la corriente alterna

Sí, todas las protecciones Parcialmente No tiene protección

De acuerdo a su respuesta, marque las protecciones con las que cuenta el sistema

Protección contra descargas atmosféricas

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

Protección contra corto-circuito por inversor

Ampacidad: _____ Capacidad: _____ Modelo: _____

Marca: _____

Protección contra corto-circuito general

Ampacidad: _____ Capacidad: _____ Modelo: _____

Marca: _____

Otro, especifique _____

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

2.9 El sistema cuenta con sistema de tierras

Sistema aterrizado Sistema flotante Se desconoce

2.10 Tierra física Sí No

2.11 Electro de puesta a tierra Sí No

Varilla de cobre 7/8 por 3 m Malla de electrodos Electrodo de carbon

Numero de electrodos de puesta a tierra. _____

Los electrodos de puesta a tierra están conectados entre sí Sí No

Unión del conductor del puesto a tierra con el electrodo de tierra

Unión mecánica Soldadura exotérmica Otra, especifique

2.12 Esta aterrizado cada uno de los marcos de aluminio de los módulos Sí No

En caso de ser sí, responda lo siguiente

Tipo de conductor Alambre Cable

Tipo de metal Alambre Cable

2.13 Todas las partes metálicas del sistema están aterrizados Sí No

III. INSPECCIÓN DEL MÓDULO FOTOVOLTAICO

3.1 Tipo de tecnología fotovoltaica

m-Si p-Si a-Si Otro, especifique _____

Fabricante: SOLARTEC Modelo: 532 MC-195

Potencia máxima: 195W Tolerancia: +3%

Tensión de circuito abierto: 45.36V Tensión en el PPM: 38.16V

Corriente de corto circuito: 5.4A Corriente en el PPM 5.10A

3.2 Número de celdas

36 48 60 72 Otro, especifique _____

3.3 Los módulos fotovoltaicos cuentan con ficha técnica

Si No No aplica/ No se distingue

3.4 Los MFV cuentan con certificado de calidad

Si No No aplica

Tipo de certificado: UL TÜV Otro, especifique _____

3.5 La caja de conexión se encuentra en buen estado

Si No No aplica

3.6 El módulo cuenta con cables de conexión

Si No No aplica

Tipo de conductor eléctrico: TÜV Conic Solar

Calibre del conductor eléctrico: 4 mm²

3.7 Tipo de conectores del módulo fotovoltaico

MC3 MC4 Otro, especifique _____

El módulo fotovoltaico cuenta con marco

Si No

Tipo de marco: Aluminio Anodizado Otro

Apariencia: En buen estado Un poco deteriorado Muy deteriorado

Adhesivo del marco: Como nuevo No es visible Deteriorado

3.8 Estado físico de los módulos fotovoltaicos

Excelente Bueno Regular Malo

3.9 Existe suciedad/polvo en los módulos

No Poco Abundante

IV. INSPECCIÓN DEL CABLEADO DE CONEXIÓN DEL ARREGLO FOTOVOLTAICO

4.1 Las condiciones del cableado de interconexión se encuentran en:

Buen estado Un poco deteriorado Mal estado

Se crearon bobinas en la interconexión entre módulos Si No

4.2 El cableado de interconexión se realizó

Si No

Tipo de tubería

Conduit flexible Conduit rígido No aplica

Otro, especifique _____

Tamaño de la tubería/canalización: 1/2"

Marca: Konnex

Es para aplicación exterior

Si No Otro, especifique _____

4.3 Calibre del conductor eléctrico

10 AWG 12 AWG 14 AWG Otro, especifique _____

Observaciones generales.

4 INSPECCIÓN DEL CABLEADO DE CONEXIÓN EN LA SALIDA DEL INVERTOR (CIRCUITO DE SALIDA DE LAS CADENAS)

5.1 Tipo de cable utilizado THW-2 (Cable solar para intemperie THW-2, THHW) otro, especifique _____

5.2 El cable del circuito de salida de cada cadena tiene doble aislamiento Sí No

5.3 El cableado se realizó a través de tuberías/canalizaciones Sí No

Si la respuesta es Sí, responder a lo siguiente

Tipo de tubería/canalización

Conduit flexible Conduit rígido No aplica

Otro, especifique _____

Tamaño de la tubería/canalización 1/2"

Marca: KODICK

Material ACERO GALVANIZADO

En caso de que la respuesta es No, especifique el método conducción

5.4 Estado físico de los ductos por donde se lleva el cableado

Buena Regular Mala/Deteriorada

5.5 La canalización es

Subterránea Aérea Sobre piso

Observaciones generales:

E

1. ANEXO: Formato de Inspección visual para sistemas fotovoltaicos interconectados a la red

I. DATOS DEL SISTEMA

Nombre del sistema: Casa habitación # 3

Propietario:

Dirección: Villa Universidad, Morelia, Mich.

II. INSPECCIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

Potencia instalada: 1.92 kW Configuración del sistema: 6 x 1

Número de módulos en serie: 6 Número de cadenas en paralelo: 1

2.1 El sistema fotovoltaico se encuentra

Abandonado En reparación/mantenimiento Funcionando

2.2 Tipo de tecnología fotovoltaica

m-Si p-Si a-Si Otra: _____

2.3 Se observan indicios de corrosión en la estructura del sistema fotovoltaico

No se visualizan problemas de corrosión Se observan pequeñas formaciones de corrosión
 La estructura presenta corrosión excesiva

2.4 Se observan problemas de flexión en el sistema fotovoltaico

Existe flexión Poca flexión No presenta flexión

2.5 El sistema fotovoltaico presenta sombreados

Sombreado total Sombreado parcial No hay sombreado

2.6 El sistema fotovoltaico es uniforme (todos sus módulos/cadenas son iguales)

Existen módulos de diferente potencia Las cadenas son la misma potencia

El sistema esta balanceado Otro, especifique _____

2.7 El sistema cuenta con sistema de protección en la parte de corriente directa

Sí, todas las protecciones Parcialmente No tiene protección

De acuerdo a su respuesta, marque las protecciones con las que cuenta el sistema

Protección contra descargas atmosféricas

Capacidad: 0.5 A Modelo: SH202T Marca: ABB

Diodos de paso

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

Protección contra corrientes de retorno

Protección con portafusible desconector Interruptor termomagnético

Diodo de bloqueo

Capacidad: 32 A Modelo: F91HN132 Marca: ABB

Otro, especifique _____

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

2.8 El sistema cuenta con protección en la parte de la corriente alterna

Sí, todas las protecciones Parcialmente No tiene protección

De acuerdo a su respuesta, marque las protecciones con las que cuenta el sistema

Protección contra descargas atmosféricas

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

Protección contra corto-circuito por inversor

Ampacidad: 10 A Capacidad: 400 V Modelo: SH202T

Marca: ABB

Protección contra corto-circuito general

Ampacidad: 30 A Capacidad: 400V Modelo: No visible

Marca: Saqueo

Otro, especifique _____

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

2.9 El sistema cuenta con sistema de tierras

Sistema aterrizado Sistema flotante Se desconoce

2.10 Tierra física Sí No

2.11 Electro de puesta a tierra Sí No

Varilla de cobre 7/8 por 3 m Malla de electrodos Electrodo de carbón

Numero de electrodos de puesta a tierra: _____

Los electrodos de puesta a tierra están conectados entre sí Sí No

Unión del conductor del puesto a tierra con el electrodo de tierra

Unión mecánica Soldadura exotérmica Otra, especifique

2.12 Esta aterrizado cada uno de los marcos de aluminio de los módulos Sí No

En caso de ser sí, responda lo siguiente

Tipo de conductor Alambre Cable

Tipo de metal Alambre Cable

2.13 Todas las partes metálicas del sistema están aterrizados Sí No

III. INSPECCIÓN DEL MÓDULO FOTOVOLTAICO

3.1 Tipo de tecnología fotovoltaica

m-Si p-Si a-Si Otro, especifique _____

Fabricante: Terna solar Modelo: TSM-320 P014

Potencia máxima: 320 W Tolerancia: ±5%

Tensión de circuito abierto: 45.8 V Tensión en el PPM: 37.1 V

Corriente de corto circuito: 9.10 A Corriente en el PPM: 8.63 A

3.2 Número de celdas

36 48 60 72 Otro, especifique _____

3.3 Los módulos fotovoltaicos cuentan con ficha técnica

Sí No No aplica/ No se distingue

3.4 Los MFV cuentan con certificado de calidad

Sí No No aplica

Tipo de certificado: UL TUV Otro, especifique _____

3.5 La caja de conexión se encuentra en buen estado

Sí No No aplica

3.6 El módulo cuenta con cables de conexión

Sí No No aplica

Tipo de conductor eléctrico: Cable

Calibre del conductor eléctrico: 4 mm²

3.7 Tipo de conectores del módulo fotovoltaico

MC3 MC4 Otro, especifique _____

El módulo fotovoltaico cuenta con marco

Sí No

Tipo de marco: Aluminio Anodizado Otro

Apariencia: En buen estado Un poco deteriorado Muy deteriorado

Adhesivo del marco: Como nuevo No es visible Deteriorado

3.8 Estado físico de los módulos fotovoltaicos

Excelente Bueno Regular Malo

3.9 Existe suciedad/polvo en los módulos

No Poco Abundante

IV. INSPECCIÓN DEL CABLEADO DE CONEXIÓN DEL ARREGLO FOTOVOLTAICO

4.1 Las condiciones del cableado de interconexión se encuentran en:

Buen estado Un poco deteriorado Mal estado

Se crearon bobinas en la interconexión entre módulos Sí No

4.2 El cableado de interconexión se realizó

Sí No

Tipo de tubería

Conduit flexible Conduit rígido No aplica

Otro, especifique _____

Tamaño de la tubería/canalización: 1"

Marca: No visible

Es para aplicación exterior

Sí No Otro, especifique _____

4.3 Calibre del conductor eléctrico

10 AWG 12 AWG 14 AWG Otro, especifique _____

Observaciones generales.

Falta de puesta a tierra y limpieza en los
módulos

V. INSPECCIÓN DEL CABLEADO DE CONEXIÓN DEL ARREGLO FOTOVOLTAICO HACIA EL INVERSOR (CIRCUITO DE SALIDA DE LAS CADENAS)

5.1 Tipo de cable utilizado cable solar pl intemp (Cable solar para Intemperie, THW-2, THHW) otro, especifique _____

5.2 El cable del circuito de salida de cada cadena tiene doble aislamiento Sí No

5.3 El cableado se realizó a través de tuberías/canalizaciones Sí No

Si la respuesta es Sí, responder a lo siguiente

Tipo de tubería/canalización

Conduit flexible Conduit rígido No aplica

Otro, especifique _____

Tamaño de la tubería/canalización: 1"

Marca: No visible

Material: Galvanizado

En caso de que la respuesta es No, especifique el método conducción

5.4 Estado físico de los ductos por donde se lleva el cableado

Buena Regular Mala/Deteriorada

5.5 La canalización es

Subterránea Aérea Sobre piso

Observaciones generales:

1. ANEXO: Formato de inspección visual para sistemas fotovoltaicos interconectados a la red

I. DATOS DEL SISTEMA

Nombre del sistema Casa Navo, Tecun #4

Propietario:

Dirección Lomas de Santiago, Malic, Micho

II. INSPECCIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

Potencia instalada 1,56 Kw Configuración del sistema 6 x 1

Número de módulos en serie: 6 Número de cadenas en paralelo: 1

2.1 El sistema fotovoltaico se encuentra

Abandonado En reparación/mantenimiento Funcionando

2.2 Tipo de tecnología fotovoltaica

m-Si p-Si a-Si Otra: _____

2.3 Se observan indicios de corrosión en la estructura del sistema fotovoltaico

No se visualizan problemas de corrosión Se observan pequeñas formaciones de corrosión
 La estructura presenta corrosión excesiva

2.4 Se observan problemas de flexión en el sistema fotovoltaico

Existe flexión Poca flexión No presenta flexión

2.5 El sistema fotovoltaico presenta sombreados

Sombreado total Sombreado parcial No hay sombreado

2.6 El sistema fotovoltaico es uniforme (todos sus módulos/cadenas son iguales)

Existen módulos de diferente potencia Las cadenas son la misma potencia

El sistema está balanceado Otro, especifique _____

2.7 El sistema cuenta con sistema de protección en la parte de corriente directa

Si, todas las protecciones Parcialmente No tiene protección

De acuerdo a su respuesta, marque las protecciones con las que cuenta el sistema

Protección contra descargas atmosféricas

Capacidad: 32A/400v Modelo: 3N W 7 Marca: SIEMENS

Diodos de paso

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

Protección contra corrientes de retorno

Protección con portafusible desconector Interruptor termomagnético

Diodo de bloqueo

Capacidad: 32A/400v Modelo: 3N W 7 Marca: SIEMENS

Otro, especifique _____

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

2.8 El sistema cuenta con protección en la parte de la corriente alterna

Si, todas las protecciones Parcialmente No tiene protección

De acuerdo a su respuesta, marque las protecciones con las que cuenta el sistema

Protección contra descargas atmosféricas

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

Protección contra corto-circuito por inversor

Ampacidad: _____ Capacidad: _____ Modelo: _____

Marca: _____

Protección contra corto-circuito general

Ampacidad _____ Capacidad _____ Modelo _____

Marca _____

Otro, especifique _____

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca _____

2.9 El sistema cuenta con sistema de tierras

Sistema aterrizado Sistema flotante Se desconoce

2.10 Tierra física Si No

2.11 Electro de puesta a tierra Si No

Varilla de cobre 7/8 por 3 m Malla de electrodos Electrodo de carbón

Numero de electrodos de puesta a tierra: _____

Los electrodos de puesta a tierra están conectados entre sí Si No

Unión del conductor del puesto a tierra con el electrodo de tierra

Unión mecánica Soldadura exotérmica Otra, especifique

2.12 Esta aterrizado cada uno de los marcos de aluminio de los módulos Si No

En caso de ser si, responda lo siguiente

Tipo de conductor Alambre Cable

Tipo de metal Alambre Cable

2.13 Todas las partes metálicas del sistema están aterrizados Si No

III. INSPECCIÓN DEL MÓDULO FOTOVOLTAICO

3.1 Tipo de tecnología fotovoltaica

m Si p Si a Si Otro, especifique

Fabricante Solartec Modelo 300PC

Potencia máxima 300 W Tolerancia ±3%

Tensión de circuito abierto: 36.70 V Tensión en el PPM 30.4 V

Corriente de corto circuito: 8.89 A Corriente en el PPM 8.12 A

3.2 Número de celdas

36 48 60 72 Otro, especifique

3.3 Los módulos fotovoltaicos cuentan con ficha técnica

Sí No No aplica/ No se distingue

3.4 Los MFV cuentan con certificado de calidad

Sí No No aplica

Tipo de certificado: UL TUV Otro, especifique FVCE

3.5 La caja de conexión se encuentra en buen estado

Sí No No aplica

3.6 El módulo cuenta con cables de conexión

Sí No No aplica

Tipo de conductor eléctrico: Cable solar

Calibre del conductor eléctrica: 4 mm²

3.7 Tipo de conectores del módulo fotovoltaico

MCA MCA Otro, especifique

El módulo fotovoltaico cuenta con marco

Sí No

Tipo de marco: Aluminio Anodizado Otro

Apariencia: En buen estado Un poco deteriorado Muy deteriorado

Adhesivo del marco: Como nuevo No es visible Deteriorado

3.8 Estado físico de los módulos fotovoltaicos

Excelente Bueno Regular Malo

3.9 Existe suciedad/polvo en los módulos

No Poco Abundante

IV. INSPECCIÓN DEL CABLEADO DE CONEXIÓN DEL ARREGLO FOTOVOLTAICO

4.1 Las condiciones del cableado de interconexión se encuentran en:

Buen estado Un poco deteriorado Mal estado

Se crearon bobinas en la interconexión entre módulos Sí No

4.2 El cableado de interconexión se realiza

Sí No

Tipo de tubería

Conduit flexible Conduit rígido No aplica

Otro, especifique _____

Tamaño de la tubería/canalización: 1/4"

Marca: Kobrex

Es para aplicación exterior

Sí No Otro, especifique _____

4.3 Calibre del conductor eléctrico

10 AWG 12 AWG 14 AWG Otro, especifique _____

Observaciones generales.

Se conecta a un aire acondicionado
en vez del centro de carga

V. INSPECCIÓN DEL CABLEADO DE CONEXIÓN DEL ARREGLO FOTOVOLTAICO HACIA EL INVERSOR (CIRCUITO DE SALIDA DE LAS CADENAS)

5.1 Tipo de cable utilizado Cable solar plowmp (Cable solar para intemperie, THW-2, THHW) otro, especifique _____

5.2 El cable del circuito de salida de cada cadena tiene doble aislamiento Sí No

5.3 El cableado se realizó a través de tuberías/canalizaciones Sí No

Si la respuesta es Sí, responder a lo siguiente

Tipo de tubería/canalización

Conduit flexible Conduit rígido o aplica

Otro, especifique _____

Tamaño de la tubería/canalización: 1 1/4"

Marca: KODICEX

Material: Concualizado / Acero

En caso de que la respuesta es No, especifique el método conducción

5.4 Estado físico de los ductos por donde se lleva el cableado

Buena Regular Mala/Deteriorada

5.5 La canalización es

Subterránea Aérea Sobre piso

Observaciones generales:

1. ANEXO: Formato de inspección visual para sistemas fotovoltaicos interconectados a la red

I. DATOS DEL SISTEMA

Nombre del sistema: casa habitación # 5

Propietario:

Dirección: Prados Verdes, Morelia, Mich.

II. INSPECCIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

Potencia instalada: 5.94 Kw Configuración del sistema: 4 x 2

Número de módulos en serie: 9 Número de cadenas en paralelo: 2

2.1 El sistema fotovoltaico se encuentra

Abandonado En reparación/mantenimiento Funcionando

2.2 Tipo de tecnología fotovoltaica

m-Si p-Si a-Si Otra: _____

2.3 Se observan indicios de corrosión en la estructura del sistema fotovoltaico

No se visualizan problemas de corrosión Se observan pequeñas formaciones de corrosión
 La estructura presenta corrosión excesiva

2.4 Se observan problemas de flexión en el sistema fotovoltaico

Existe flexión Poca flexión No presenta flexión

2.5 El sistema fotovoltaico presenta sombreados

Sombreado total Sombreado parcial No hay sombreado

2.6 El sistema fotovoltaico es uniforme (todos sus módulos/cadenas son iguales)

Existen módulos de diferente potencia Las cadenas son la misma potencia

El sistema esta balanceado Otro, especifique _____

Ampacidad 30A Capacidad 600 V Modelo 110M / 100V

Marca SUPONE D

Otro, especifique

Capacidad Modelo Marca

2.9 El sistema cuenta con sistema de tierras

Sistema aterrizado Sistema flotante Se desconoce

2.10 Tierra física Sí No

2.11 Electro de puesta a tierra Sí No

Varilla de cobre 7/8 por 3 m Malla de electrodos Electrodo de carbón

Numero de electrodos de puesta a tierra: _____

Los electrodos de puesta a tierra están conectados entre sí Sí No

Unión del conductor del puesto a tierra con el electrodo de tierra

Unión mecánica Soldadura exotérmica Otra, especifique

2.12 Esta aterrizado cada uno de los marcos de aluminio de los módulos Sí No

En caso de ser sí, responda lo siguiente

Tipo de conductor Alambre Cable

Tipo de metal Alambre Cable

2.13 Todas las partes metálicas del sistema están aterrizados Sí No

III. INSPECCIÓN DEL MÓDULO FOTOVOLTAICO

3.1 Tipo de tecnología fotovoltaica

m-Si p-Si a-Si Otro, especifique _____

Fabricante: Q cells Modelo: L-65 330

Potencia máxima: 330 w Tolerancia: +5 w

Tensión de circuito abierto: 46.1 Tensión en el PPM: 37.7

Corriente de corto circuito: 9.30 Corriente en el PPM: 8.76

3.2 Número de celdas

36 48 60 72 Otro, especifique _____

3.3 Los módulos fotovoltaicos cuentan con ficha técnica

Sí No No aplica/ No se distingue

3.4 Los MFV cuentan con certificado de calidad

Sí No No aplica

Tipo de certificado: UL TUV Otro, especifique IEC 61215 y 61730

3.5 La caja de conexión se encuentra en buen estado

Sí No No aplica

3.6 El módulo cuenta con cables de conexión

Sí No No aplica

Tipo de conductor eléctrico: Cable solar

Calibre del conductor eléctrico: 4 mm²

3.7 Tipo de conectores del módulo fotovoltaico

MC3 MC4 Otro, especifique _____

El módulo fotovoltaico cuenta con marco

Sí No

Tipo de marco: Aluminio Anodizado Otro

Apariencia: En buen estado Un poco deteriorada Muy deteriorada

Adhesivo del marco: Como nuevo No es visible Deteriorado

3.8 Estado físico de los módulos fotovoltaicos

Excelente Bueno Regular Mala

3.9 Existe suciedad/polvo en los módulos

No Poca Abundante

IV. INSPECCIÓN DEL CABLEADO DE CONEXIÓN DEL ARREGLO FOTOVOLTAICO

4.1 Las condiciones del cableado de Interconexión se encuentran en:

Buen estado Un poco deteriorado Mal estado

Se crearon bobinas en la interconexión entre módulos Sí No

4.2 El cableado de interconexión se realiza

Sí No

Tipo de tubería

Conduit flexible Conduit rígido No aplica

Otro, especifique _____

Tamaño de la tubería/canalización: 1"

Marca: EXOLIX

Es para aplicación exterior

Sí No Otro, especifique _____

4.3 Calibre del conductor eléctrico

10 AWG 12 AWG 14 AWG Otro, especifique _____

Marca KOBRA

Material ALUMINIO GRUPO 2435

En caso de que la respuesta es No, especifique el método utilizado:

5.4 Estado físico de los ductos por donde se lleva el cableado

Buena Regular Mala/Deteriorada

5.5 La canalización es

Subterránea Aérea Sobre piso

Observaciones generales:

1. ANEXO: Formato de inspección visual para sistemas fotovoltaicos interconectados a la red

I. DATOS DEL SISTEMA

Nombre del sistema: Casa habitación #6

Propietario:

Dirección: Lomas de las Américas Sur, Morelia, Mich.

II. INSPECCIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

Potencia instalada: 3.2 KW Configuración del sistema: 10 x 1

Número de módulos en serie: 10 Número de cadenas en paralelo: 1

2.1 El sistema fotovoltaico se encuentra

Abandonado En reparación/mantenimiento Funcionando

2.2 Tipo de tecnología fotovoltaica

m-Si p-Si a-Si Otra: _____

2.3 Se observan indicios de corrosión en la estructura del sistema fotovoltaico

No se visualizan problemas de corrosión Se observan pequeñas formaciones de corrosión
 La estructura presenta corrosión excesiva

2.4 Se observan problemas de flexión en el sistema fotovoltaico

Existe flexión Poca flexión No presenta flexión

2.5 El sistema fotovoltaico presenta sombreados

Sombreado total Sombreado parcial No hay sombreado

2.6 El sistema fotovoltaico es uniforme (todos sus módulos/cadenas son iguales)

Existen módulos de diferente potencia Las cadenas son la misma potencia

El sistema esta balanceado Otro, especifique _____

2.7 El sistema cuenta con sistema de protección en la parte de corriente directa

Si, todas las protecciones Parcialmente No tiene protección

De acuerdo a su respuesta, marque las protecciones con las que cuenta el sistema

Protección contra descargas atmosféricas

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

Diodos de paso

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

Protección contra corrientes de retorno

Protección con portafusible desconector Interruptor termomagnético

Diodo de bloqueo

Capacidad: 400V 32A Modelo: 3NW7 Marca: SIEMENS

Otro, especifique _____

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

2.8 El sistema cuenta con protección en la parte de la corriente alterna

Si, todas las protecciones Parcialmente No tiene protección

De acuerdo a su respuesta, marque las protecciones con las que cuenta el sistema

Protección contra descargas atmosféricas

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

Protección contra corto-circuito por inversor

Ampacidad: 40 A Capacidad: 400 V Modelo: SH702 J

Marca: ABB

Protección contra corto-circuito general

Ampacidad: 50 A Capacidad: 600V Modelo: HOM 240 CP

Marca: Square D

Otro, especifique _____

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

2.9 El sistema cuenta con sistema de tierras

Sistema aterrizado Sistema flotante Se desconoce

2.10 Tierra física Si No

2.11 Electro de puesta a tierra Si No

Varilla de cobre 7/8 por 3 m Malla de electrodos Electrodo de carbón

Numero de electrodos de puesta a tierra: 1

Los electrodos de puesta a tierra están conectados entre sí Si No

Unión del conductor del puesto a tierra con el electrodo de tierra

Unión mecánica Soldadura exotérmica Otra, especifique

2.12 Esta aterrizado cada uno de los marcos de aluminio de los módulos Si No

En caso de ser si, responda lo siguiente

Tipo de conductor Alambre Cable

Tipo de metal Alambre Cable

2.13 Todas las partes metálicas del sistema están aterrizados Si No

III. INSPECCIÓN DEL MÓDULO FOTOVOLTAICO

3.1 Tipo de tecnología fotovoltaica

m-Si p-Si a-Si Otro, especifique _____

Fabricante: Solarte Modelo: 572 PC

Potencia máxima: 320 W Tolerancia: 3%

Tensión de circuito abierto: 43.66 Tensión en el PPM: 36.99

Corriente de corto circuito: 8.89 Corriente en el PPM: 8.38

3.2 Número de celdas

36 48 60 72 Otro, especifique _____

3.3 Los módulos fotovoltaicos cuentan con ficha técnica

Sí No No aplica/ No se distingue

3.4 Los MFV cuentan con certificado de calidad

Sí No No aplica

Tipo de certificado: UL TÜV Otro, especifique _____

3.5 La caja de conexión se encuentra en buen estado

Sí No No aplica

3.6 El módulo cuenta con cables de conexión

Sí No No aplica

Tipo de conductor eléctrico: Cable solar

Calibre del conductor eléctrico: 4 mm²

3.7 Tipo de conectores del módulo fotovoltaico

MC3 MC4 Otro, especifique _____

El módulo fotovoltaico cuenta con marco

Sí No

Tipo de marco: Aluminio Anodizado Otro

Apariencia: En buen estado Un poco deteriorado Muy deteriorado

Adhesivo del marco: Como nuevo No es visible Deteriorado

3.8 Estado físico de los módulos fotovoltaicos

Excelente Bueno Regular Malo

3.9 Existe suciedad/polvo en los módulos

No Poco Abundante

IV. INSPECCIÓN DEL CABLEADO DE CONEXIÓN DEL ARREGLO FOTOVOLTAICO

4.1 Las condiciones del cableado de interconexión se encuentran en:

Buen estado Un poco deteriorado Mal estado

Se crearon bobinas en la interconexión entre módulos Sí No

4.2 El cableado de interconexión se realizó

Sí No

Tipo de tubería

Conduit flexible Conduit rígido No aplica

Otro, especifique _____

Tamaño de la tubería/canalización: 1/2"

Marca: No visible

Es para aplicación exterior

Sí No Otro, especifique _____

4.3 Calibre del conductor eléctrico

10 AWG 12 AWG 14 AWG Otro, especifique _____

Observaciones generales.

V. INSPECCIÓN DEL CABLEADO DE CONEXIÓN DEL ARREGLO FOTOVOLTAICO HACIA EL INVERSOR (CIRCUITO DE SALIDA DE LAS CADENAS)

5.1 Tipo de cable utilizado CABLE SOLAR (Cable solar para intemperie, THW-2, THHW) otro, especifique _____

5.2 El cable del circuito de salida de cada cadena tiene doble aislamiento Sí No

5.3 El cableado se realizó a través de tuberías/canalizaciones Sí No

Si la respuesta es Sí, responder a lo siguiente

Tipo de tubería/canalización

Conduit flexible Conduit rígido o aplica

Otro, especifique _____

Tamaño de la tubería/canalización: 1 1/2"

Marca: Kabrex

Material: Acero galvanizado

En caso de que la respuesta es **No**, especifique el método conducción

5.4 Estado físico de los ductos por donde se lleva el cableado

Buena Regular Mala/Deteriorada

5.5 La canalización es

Subterránea Aérea Sobre piso

Observaciones generales:

1. ANEXO: Formato de inspección visual para sistemas fotovoltaicos interconectados a la red

I. DATOS DEL SISTEMA

Nombre del sistema: Casa habitación #7

Propietario:

Dirección: Lomas de las Américas Sur, Moctezuma, Michoacán

II. INSPECCIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

Potencia instalada: 1.56 kW

Configuración del sistema: 6 x 1

Número de módulos en serie: 6

Número de cadenas en paralelo: 1

2.1 El sistema fotovoltaico se encuentra

Abandonado

En reparación/mantenimiento

Funcionando

2.2 Tipo de tecnología fotovoltaica

m-Si

p-Si

a-Si

Otra: _____

2.3 Se observan indicios de corrosión en la estructura del sistema fotovoltaico

No se visualizan problemas de corrosión

Se observan pequeñas formaciones de

corrosión

La estructura presenta corrosión excesiva

2.4 Se observan problemas de flexión en el sistema fotovoltaico

Existe flexión

Poca flexión

No presenta flexión

2.5 El sistema fotovoltaico presenta sombreados

Sombreado total

Sombreado parcial

No hay sombreado

2.6 El sistema fotovoltaico es uniforme (todos sus módulos/cadenas son iguales)

Existen módulos de diferente potencia

Las cadenas son la misma potencia

El sistema está balanceado

Otro, especifique _____

2.7 El sistema cuenta con sistema de protección en la parte de corriente directa

Si, todas las protecciones Parcialmente No tiene protección

De acuerdo a su respuesta, marque las protecciones con las que cuenta el sistema

Protección contra descargas atmosféricas

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

Diodos de paso

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

Protección contra corrientes de retorno

Protección con portafusible desconector Interruptor termomagnético

Diodo de bloqueo

Capacidad: 600V 132 A Modelo: E91HN/32 Marca: ABB

Otro, especifique _____

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

2.8 El sistema cuenta con protección en la parte de la corriente alterna

Si, todas las protecciones Parcialmente No tiene protección

De acuerdo a su respuesta, marque las protecciones con las que cuenta el sistema

Protección contra descargas atmosféricas

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

Protección contra corto-circuito por inversor

Ampacidad: 32 A Capacidad: 400 V Modelo: 5S263

Marca: SIEMENS

Protección contra corto-circuito general

Ampacidad: 50 A Capacidad: 400 V Modelo: HGM 240C P

Marca: Subite D

Otro, especifique _____

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

2.9 El sistema cuenta con sistema de tierras

Sistema aterrizado Sistema flotante Se desconoce

2.10 Tierra física Si No

2.11 Electro de puesta a tierra Si No

Varilla de cobre 7/8 por 3 m Malla de electrodos Electrodo de carbón

Numero de electrodos de puesta a tierra: 1

Los electrodos de puesta a tierra están conectados entre sí Si No

Unión del conductor del puesto a tierra con el electrodo de tierra

Unión mecánica Soldadura exotérmica Otra, especifique

2.12 Esta aterrizado cada uno de los marcos de aluminio de los módulos Si No

En caso de ser si, responda lo siguiente

Tipo de conductor Alambre Cable

Tipo de metal Alambre Cable

2.13 Todas las partes metálicas del sistema están aterrizados Si No

III. INSPECCIÓN DEL MÓDULO FOTOVOLTAICO

3.1 Tipo de tecnología fotovoltaica

m-Si p-Si a-Si Otro, especifique _____

Fabricante: SOLATEC Modelo: 560 PC - 760

Potencia máxima: 260 W Tolerancia: +3%

Tensión de circuito abierto: 36.7 V Tensión en el PPM: 30.9 V

Corriente de corto circuito: 8.89 A Corriente en el PPM: 8.47 A

3.2 Número de celdas

36 48 60 72 Otro, especifique _____

3.3 Los módulos fotovoltaicos cuentan con ficha técnica

Sí No No aplica/ No se distingue

3.4 Los MFV cuentan con certificado de calidad

Sí No No aplica

Tipo de certificado: UL TÜV Otro, especifique FIDE

3.5 La caja de conexión se encuentra en buen estado

Sí No No aplica

3.6 El módulo cuenta con cables de conexión

Sí No No aplica

Tipo de conductor eléctrico: Cable SOLAR

Calibre del conductor eléctrico: 4 mm²

3.7 Tipo de conectores del módulo fotovoltaico

MC3 MC4 Otro, especifique _____

El módulo fotovoltaico cuenta con marco

Sí No

Tipo de marco: Aluminio Anodizado Otro

Apariencia: En buen estado Un poco deteriorado Muy deteriorado

Adhesivo del marco: Como nuevo No es visible Deteriorado

3.8 Estado físico de los módulos fotovoltaicos

Excelente Bueno Regular Malo

3.9 Existe suciedad/polvo en los módulos

No Poco Abundante

IV. INSPECCIÓN DEL CABLEADO DE CONEXIÓN DEL ARREGLO FOTOVOLTAICO

4.1 Las condiciones del cableado de interconexión se encuentran en:

Buen estado Un poco deteriorado Mal estado

Se crearon bobinas en la interconexión entre módulos Sí No

4.2 El cableado de interconexión se realizó

Sí No

Tipo de tubería

Conduit flexible Conduit rígido No aplica

Otro, especifique _____

Tamaño de la tubería/canalización: 1/4"

Marca: No viene

Es para aplicación exterior

Sí No Otro, especifique _____

4.3 Calibre del conductor eléctrico

10 AWG 12 AWG 14 AWG Otro, especifique _____

Observaciones generales.

V. INSPECCIÓN DEL CABLEADO DE CONEXIÓN DEL ARREGLO FOTOVOLTAICO HACIA EL INVERSOR (CIRCUITO DE SALIDA DE LAS CADENAS)

5.1 Tipo de cable utilizado 600V 600V (Cable solar para Intemperie, THW-2, THHW) otro, especifique _____

5.2 El cable del circuito de salida de cada cadena tiene doble aislamiento Sí No

5.3 El cableado se realizó a través de tuberías/canalizaciones Sí No

Si la respuesta es Sí, responder a lo siguiente

Tipo de tubería/canalización

Conduit flexible Conduit rígido o aplica

Otro, especifique _____

Tamaño de la tubería/canalización: 1/2"

Marca: No. 10.01e

Material: Acero galvanizado

En caso de que la respuesta es No, especifique el método conducción

5.4 Estado físico de los ductos por donde se lleva el cableado

Buena Regular Mala/Deteriorada

5.5 La canalización es

Subterránea Aérea Sobre piso

Observaciones generales:

1. ANEXO: Formato de inspección visual para sistemas fotovoltaicos interconectados a la red

I. DATOS DEL SISTEMA

Nombre del sistema: Casa habitación #8

Propietario:

Dirección: Las Américas, Matamoros, Michoacán

II. INSPECCIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

Potencia instalada: 1.04 kW Configuración del sistema: 4 x 1

Número de módulos en serie: 4 Número de cadenas en paralelo: 1

2.1 El sistema fotovoltaico se encuentra

Abandonado En reparación/mantenimiento Funcionando

2.2 Tipo de tecnología fotovoltaica

m-Si p-Si a-Si Otra: _____

2.3 Se observan indicios de corrosión en la estructura del sistema fotovoltaico

No se visualizan problemas de corrosión Se observan pequeñas formaciones de corrosión
 La estructura presenta corrosión excesiva

2.4 Se observan problemas de flexión en el sistema fotovoltaico

Existe flexión Poca flexión No presenta flexión

2.5 El sistema fotovoltaico presenta sombreados

Sombreado total Sombreado parcial No hay sombreado

2.6 El sistema fotovoltaico es uniforme (todos sus módulos/cadenas son iguales)

Existen módulos de diferente potencia Las cadenas son la misma potencia

El sistema esta balanceado Otro, especifique _____

2.7 El sistema cuenta con sistema de protección en la parte de corriente directa

Si, todas las protecciones Parcialmente No tiene protección

De acuerdo a su respuesta, marque las protecciones con las que cuenta el sistema:

Protección contra descargas atmosféricas

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

Diodos de paso

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

Protección contra corrientes de retorno

Protección con portafusible desconector Interruptor termomagnético

Diodo de bloqueo

Capacidad: 400V/32A Modelo: 3NW3 Marca: SIEMENS

Otro, especifique _____

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

2.8 El sistema cuenta con protección en la parte de la corriente alterna

Si, todas las protecciones Parcialmente No tiene protección

De acuerdo a su respuesta, marque las protecciones con las que cuenta el sistema:

Protección contra descargas atmosféricas

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

Protección contra corto-circuito por inversor

Ampacidad: 25A Capacidad: 400V Modelo: 2H702T

Marca: ABB

Protección contra corto-circuito general

Ampacidad: 40A Capacidad: 400V Modelo: HOM 7300 P

Marca: Sagec 0

Otro, especifique _____

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

2.9 El sistema cuenta con sistema de tierras

Sistema aterrizado Sistema flotante Se desconoce

2.10 Tierra física Sí No

2.11 Electro de puesta a tierra Sí No

Varilla de cobre 7/8 por 3 m Malla de electrodos Electrodo de carbón

Numero de electrodos de puesta a tierra: 0

Los electrodos de puesta a tierra están conectados entre sí Sí No

Unión del conductor del puesto a tierra con el electrodo de tierra

Unión mecánica Soldadura exotérmica Otra, especifique

2.12 Esta aterrizado cada uno de los marcos de aluminio de los módulos Sí No

En caso de ser sí, responda lo siguiente

Tipo de conductor Alambre Cable

Tipo de metal Alambre Cable

2.13 Todas las partes metálicas del sistema están aterrizados Sí No

III. INSPECCIÓN DEL MÓDULO FOTOVOLTAICO

3.1 Tipo de tecnología fotovoltaica

m-Si p-Si a-Si Otro, especifique _____

Fabricante: Solaredes Modelo: 560 PC-260

Potencia máxima: 260 W Tolerancia: ±3%

Tensión de circuito abierto: 36.70 V Tensión en el PPM: 30.90 V

Corriente de corto circuito: 8.89 A Corriente en el PPM: 8.42 A

3.2 Número de celdas

36 48 60 72 Otro, especifique _____

3.3 Los módulos fotovoltaicos cuentan con ficha técnica

Sí No No aplica/ No se distingue

3.4 Los MFV cuentan con certificado de calidad

Sí No No aplica

Tipo de certificado: UL TÜV Otro, especifique FIDE

3.5 La caja de conexión se encuentra en buen estado

Sí No No aplica

3.6 El módulo cuenta con cables de conexión

Sí No No aplica

Tipo de conductor eléctrico: Cable Solar

Calibre del conductor eléctrico: 4 mm²

3.7 Tipo de conectores del módulo fotovoltaico

MC3 MC4 Otro, especifique _____

El módulo fotovoltaico cuenta con marco

Sí No

Tipo de marco: Aluminio Anodizado Otro

Apariencia: En buen estado Un poco deteriorado Muy deteriorado

Adhesivo del marco: Como nuevo No es visible Deteriorado

3.8 Estado físico de los módulos fotovoltaicos

Excelente Bueno Regular Malo

3.9 Existe suciedad/polvo en los módulos

No Poco Abundante

IV. INSPECCIÓN DEL CABLEADO DE CONEXIÓN DEL ARREGLO FOTOVOLTAICO

4.1 Las condiciones del cableado de interconexión se encuentran en:

Buen estado Un poco deteriorado Mal estado

Se crearon bobinas en la interconexión entre módulos Sí No

4.2 El cableado de interconexión se realizó

Sí No

Tipo de tubería

Conduit flexible Conduit rígido No aplica

Otro, especifique _____

Tamaño de la tubería/canalización: 1/4"

Marca: KODIC

Es para aplicación exterior

Sí No Otro, especifique _____

4.3 Calibre del conductor eléctrico

10 AWG 12 AWG 14 AWG Otro, especifique _____

Observaciones generales.

Falta de aterrizaje en los elementos metálicos del SFVI

V. INSPECCIÓN DEL CABLEADO DE CONEXIÓN DEL ARREGLO FOTOVOLTAICO HACIA EL INVERSOR (CIRCUITO DE SALIDA DE LAS CADENAS)

5.1 Tipo de cable utilizado Cable solar (Cable solar para intemperie, THW-2, THHW) otro, especifique _____

5.2 El cable del circuito de salida de cada cadena tiene doble aislamiento Sí No

5.3 El cableado se realizó a través de tuberías/canalizaciones Sí No

Si la respuesta es Sí, responder a lo siguiente

Tipo de tubería/canalización

Conduit flexible Conduit rígido o aplica

Otro, especifique _____

Tamaño de la tubería/canalización: 1/4"

Marca: Kobax

Material: Acero galvanizado

En caso de que la respuesta es No, especifique el método conducción

5.4 Estado físico de los ductos por donde se lleva el cableado

Buena Regular Mala/Deteriorada

5.5 La canalización es

Subterránea Aérea Sobre piso

Observaciones generales:

1. ANEXO: Formato de inspección visual para sistemas fotovoltaicos interconectados a la red

I. DATOS DEL SISTEMA

Nombre del sistema: Casa habitación # 9

Propietario:

Dirección: Mariano Escobedo, Moctezuma, Michoacán

II. INSPECCIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

Potencia instalada: 820 W Configuración del sistema: 2 x 1

Número de módulos en serie: 2 Número de cadenas en paralelo: 1

2.1 El sistema fotovoltaico se encuentra

Abandonado En reparación/mantenimiento Funcionando

2.2 Tipo de tecnología fotovoltaica

m-Si p-Si a-Si Otra: _____

2.3 Se observan indicios de corrosión en la estructura del sistema fotovoltaico

No se visualizan problemas de corrosión Se observan pequeñas formaciones de corrosión
 La estructura presenta corrosión excesiva

2.4 Se observan problemas de flexión en el sistema fotovoltaico

Existe flexión Poca flexión No presenta flexión

2.5 El sistema fotovoltaico presenta sombreados

Sombreado total Sombreado parcial No hay sombreado

2.6 El sistema fotovoltaico es uniforme (todos sus módulos/cadenas son iguales)

Existen módulos de diferente potencia Las cadenas son la misma potencia
 El sistema esta balanceado Otro, especifique _____

2.7 El sistema cuenta con sistema de protección en la parte de corriente directa

Si, todas las protecciones Parcialmente No tiene protección

De acuerdo a su respuesta, marque las protecciones con las que cuenta el sistema

Protección contra descargas atmosféricas

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

Diodos de paso

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

Protección contra corrientes de retorno

Protección con portafusible desconector Interruptor termomagnético

Diodo de bloqueo

Capacidad: 32 A / 400v Modelo: 3NW7 Marca: SIEMENS

Otro, especifique _____

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

2.8 El sistema cuenta con protección en la parte de la corriente alterna

Si, todas las protecciones Parcialmente No tiene protección

De acuerdo a su respuesta, marque las protecciones con las que cuenta el sistema

Protección contra descargas atmosféricas

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

Protección contra corto-circuito por inversor

Ampacidad: 10 A Capacidad: 400v Modelo: 55J63

Marca: SIEMENS

Protección contra corto-circuito general

Ampacidad: 40 A Capacidad: 400 A Modelo: No existe

Marca: Square D

Otro, especifique _____

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

2.9 El sistema cuenta con sistema de tierras

Sistema aterrizado Sistema flotante Se desconoce

2.10 Tierra física Si No

2.11 Electro de puesta a tierra Si No

Varilla de cobre 7/8 por 3 m Malla de electrodos Electrodo de carbón

Numero de electrodos de puesta a tierra: _____

Los electrodos de puesta a tierra están conectados entre sí Si No

Unión del conductor del puesto a tierra con el electrodo de tierra

Unión mecánica Soldadura exotérmica Otra, especifique

2.12 Esta aterrizado cada uno de los marcos de aluminio de los módulos Sí No

En caso de ser si, responda lo siguiente

Tipo de conductor Alambre Cable

Tipo de metal Alambre Cable

2.13 Todas las partes metálicas del sistema están aterrizados Si No

III. INSPECCIÓN DEL MÓDULO FOTOVOLTAICO

3.1 Tipo de tecnología fotovoltaica

m-Si p-Si a-Si Otro, especifique _____

Fabricante: Solartecc Modelo: 560EC-260

Potencia máxima: 260 W Tolerancia: ±3%

Tensión de circuito abierto: 36.70 Tensión en el PPM: 30.90V

Corriente de corto circuito: 8.89A Corriente en el PPM: 8.42A

3.2 Número de celdas

36 48 60 72 Otro, especifique _____

3.3 Los módulos fotovoltaicos cuentan con ficha técnica

Si No No aplica/ No se distingue

3.4 Los MFV cuentan con certificado de calidad

Si No No aplica

Tipo de certificado: UL TUV Otro, especifique FLDE

3.5 La caja de conexión se encuentra en buen estado

Si No No aplica

3.6 El módulo cuenta con cables de conexión

Si No No aplica

Tipo de conductor eléctrico: Cable solar

Calibre del conductor eléctrico: 4 mm²

3.7 Tipo de conectores del módulo fotovoltaico

MC3 MC4 Otro, especifique _____

El módulo fotovoltaico cuenta con marco

Sí No

Tipo de marco: Aluminio Anodizado Otro

Apariencia En buen estado Un poco deteriorado Muy deteriorado

Adhesivo del marco: Como nuevo No es visible Deteriorado

3.8 Estado físico de los módulos fotovoltaicos

Excelente Bueno Regular Malo

3.9 Existe suciedad/polvo en los módulos

No Poca Abundante

IV. INSPECCIÓN DEL CABLEADO DE CONEXIÓN DEL ARREGLO FOTOVOLTAICO

4.1 Las condiciones del cableado de interconexión se encuentran en:

Buen estado Un poco deteriorado Mal estado

Se crearon bobinas en la interconexión entre módulos Sí No

4.2 El cableado de interconexión se realizó

Sí No

Tipo de tubería

Conduit flexible Conduit rígido No aplica

Otro, especifique _____

Tamaño de la tubería/canalización: 1/2"

Marca: No. 12.010

Es para aplicación exterior

Sí No Otro, especifique _____

4.3 Calibre del conductor eléctrico

10 AWG 12 AWG 14 AWG Otro, especifique _____

Observaciones generales.

Falta de puesta a tierra

V. INSPECCIÓN DEL CABLEADO DE CONEXIÓN DEL ARREGLO FOTOVOLTAICO HACIA EL INVERSOR (CIRCUITO DE SALIDA DE LAS CADENAS)

5.1 Tipo de cable utilizado cable solar (Cable solar para Intemperie, THW-2, THHW) otro, especifique _____

5.2 El cable del circuito de salida de cada cadena tiene doble aislamiento Sí No

5.3 El cableado se realizó a través de tuberías/canalizaciones Sí No

Si la respuesta es Sí, responder a lo siguiente

Tipo de tubería/canalización

Conduit flexible Conduit rígido o aplica

Otro, especifique _____

Tamaño de la tubería/canalización: 1/4"

Marca: NO VISIBLE

Material: FOXDICK

En caso de que la respuesta es **No**, especifique el método conducción

5.4 Estado físico de los ductos por donde se lleva el cableado

Buena Regular Mala/Deteriorada

5.5 La canalización es

Subterránea Aérea Sobre piso

Observaciones generales:

1. ANEXO: Formato de inspección visual para sistemas fotovoltaicos interconectados a la red

I. DATOS DEL SISTEMA

Nombre del sistema: Casa habitación # 10

Propietario:

Dirección: Matino de Pallas, Maquila, Michoacán

II. INSPECCIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

Potencia instalada: 1.04 Kw Configuración del sistema: 4 X 1

Número de módulos en serie: 4 Número de cadenas en paralelo: 1

2.1 El sistema fotovoltaico se encuentra

Abandonado En reparación/mantenimiento Funcionando

2.2 Tipo de tecnología fotovoltaica

m-Si p-Si a-Si Otra: _____

2.3 Se observan indicios de corrosión en la estructura del sistema fotovoltaico

No se visualizan problemas de corrosión Se observan pequeñas formaciones de corrosión
 La estructura presenta corrosión excesiva

2.4 Se observan problemas de flexión en el sistema fotovoltaico

Existe flexión Poca flexión No presenta flexión

2.5 El sistema fotovoltaico presenta sombreados

Sombreado total Sombreado parcial No hay sombreado

2.6 El sistema fotovoltaico es uniforme (todos sus módulos/cadenas son iguales)

Existen módulos de diferente potencia Las cadenas son la misma potencia

El sistema está balanceado Otro, especifique _____

2.7 El sistema cuenta con sistema de protección en la parte de corriente directa

Si, todas las protecciones Parcialmente No tiene protección

De acuerdo a su respuesta, marque las protecciones con las que cuenta el sistema

Protección contra descargas atmosféricas

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

Diodos de paso

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

Protección contra corrientes de retorno

Protección con portafusible desconector Interruptor termomagnético

Diodo de bloqueo

Capacidad: 32A/400V Modelo: E 91 HW/32 Marca: ABB

Otro, especifique _____

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

2.8 El sistema cuenta con protección en la parte de la corriente alterna

Si, todas las protecciones Parcialmente No tiene protección

De acuerdo a su respuesta, marque las protecciones con las que cuenta el sistema

Protección contra descargas atmosféricas

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

Protección contra corto-circuito por inversor

Ampacidad: 32A Capacidad: 400V Modelo: 5202

Marca: ABB

Protección contra corto-circuito general

Ampacidad: 30A Capacidad: 240 V Modelo: HOM240CP

Marca: _____

Otro, especifique _____

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

2.9 El sistema cuenta con sistema de tierras

Sistema aterrizado Sistema flotante Se desconoce

2.10 Tierra física Si No

2.11 Electro de puesta a tierra Si No

Varilla de cobre 7/8 por 3 m Malla de electrodos Electrodo de carbón

Numero de electrodos de puesta a tierra: _____

Los electrodos de puesta a tierra están conectados entre si Si No

Unión del conductor del puesto a tierra con el electrodo de tierra

Unión mecánica Soldadura exotérmica Otra, especifique

2.12 Esta aterrizado cada uno de los marcos de aluminio de los módulos Si No

En caso de ser si, responda lo siguiente

Tipo de conductor Alambre Cable

Tipo de metal Alambre Cable

2.13 Todas las partes metálicas del sistema están aterrizados Si No

III. INSPECCIÓN DEL MÓDULO FOTOVOLTAICO

3.1 Tipo de tecnología fotovoltaica

m-Si p-Si a-Si Otro, especifique _____

Fabricante: Solotec Modelo: 560PC-260

Potencia máxima: 260 W Tolerancia: +3%

Tensión de circuito abierto: 36.70V Tensión en el PPM: 30.90V

Corriente de corto circuito: 8.89V Corriente en el PPM: 8.42A

3.2 Número de celdas

36 48 60 72 Otro, especifique _____

3.3 Los módulos fotovoltaicos cuentan con ficha técnica

Si No No aplica/ No se distingue

3.4 Los MFV cuentan con certificado de calidad

Si No No aplica

Tipo de certificado: UL TUV Otro, especifique FLDE

3.5 La caja de conexión se encuentra en buen estado

Si No No aplica

3.6 El módulo cuenta con cables de conexión

Si No No aplica

Tipo de conductor eléctrico: Cable solar

Calibre del conductor eléctrico: 4 mm²

3.7 Tipo de conectores del módulo fotovoltaico

MC3 MC4 Otro, especifique _____

III. INSPECCIÓN DEL MÓDULO FOTOVOLTAICO

3.1 Tipo de tecnología fotovoltaica

m-Si p-Si a-Si Otro, especifique _____

Fabricante: Solartec Modelo: 560PC-260

Potencia máxima: 260 W Tolerancia: +3%

Tensión de circuito abierto: 36.70 V Tensión en el PPM: 30.90 V

Corriente de corto circuito: 8.89 A Corriente en el PPM: 8.42 A

3.2 Número de celdas

36 48 60 72 Otro, especifique _____

3.3 Los módulos fotovoltaicos cuentan con ficha técnica

Sí No No aplica/ No se distingue

3.4 Los MFV cuentan con certificado de calidad

Sí No No aplica

Tipo de certificado: UL TUV Otro, especifique FIDE

3.5 La caja de conexión se encuentra en buen estado

Sí No No aplica

3.6 El módulo cuenta con cables de conexión

Sí No No aplica

Tipo de conductor eléctrico: Cable solar

Calibre del conductor eléctrico: 4 mm²

3.7 Tipo de conectores del módulo fotovoltaico

MC3 MC4 Otro, especifique _____

El módulo fotovoltaico cuenta con marco

Si No

Tipo de marco: Aluminio Anodizado Otro

Apariencia: En buen estado Un poco deteriorado Muy deteriorado

Adhesivo del marco: Como nuevo No es visible Deteriorado

3.8 Estado físico de los módulos fotovoltaicos

Excelente Bueno Regular Malo

3.9 Existe suciedad/polvo en los módulos

No Poco Abundante

IV. INSPECCIÓN DEL CABLEADO DE CONEXIÓN DEL ARREGLO FOTOVOLTAICO

4.1 Las condiciones del cableado de interconexión se encuentran en:

Buen estado Un poco deteriorado Mal estado

Se crearon bobinas en la interconexión entre módulos Sí No

4.2 El cableado de interconexión se realizó

Sí No

Tipo de tubería

Conduit flexible Conduit rígido No aplica

Otro, especifique _____

Tamaño de la tubería/canalización: 1/4"

Marca: Eaton

Es para aplicación exterior

Sí No Otro, especifique _____

4.3 Calibre del conductor eléctrico

10 AWG 12 AWG 14 AWG Otro, especifique _____

Marca: Kobex

Material: Acero galvanizado

En caso de que la respuesta es No, especifique el método conducción

5.4 Estado físico de los ductos por donde se lleva el cableado

Buena Regular Mala/Deteriorada

5.5 La canalización es

Subterránea Aérea Sobre piso

Observaciones generales:

1. ANEXO: Formato de inspección visual para sistemas fotovoltaicos interconectados a la red

I. DATOS DEL SISTEMA

Nombre del sistema: Casa Habitación #11

Propietario:

Dirección: Tenencia Morelos, Morelia, Michoacán

II. INSPECCIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

Potencia instalada: 4.48 kW Configuración del sistema: 14 x 1

Número de módulos en serie: 14 Número de cadenas en paralelo: 1

2.1 El sistema fotovoltaico se encuentra

Abandonado En reparación/mantenimiento Funcionando

2.2 Tipo de tecnología fotovoltaica

m-Si p-Si a-Si Otra: _____

2.3 Se observan indicios de corrosión en la estructura del sistema fotovoltaico

No se visualizan problemas de corrosión Se observan pequeñas formaciones de corrosión
 La estructura presenta corrosión excesiva

2.4 Se observan problemas de flexión en el sistema fotovoltaico

Existe flexión Poca flexión No presenta flexión

2.5 El sistema fotovoltaico presenta sombreados

Sombreado total Sombreado parcial No hay sombreado

2.6 El sistema fotovoltaico es uniforme (todos sus módulos/cadenas son iguales)

Existen módulos de diferente potencia Las cadenas son la misma potencia

El sistema está balanceado Otro, especifique _____

2.7 El sistema cuenta con sistema de protección en la parte de corriente directa

Sí, todas las protecciones Parcialmente No tiene protección

De acuerdo a su respuesta, marque las protecciones con las que cuenta el sistema

Protección contra descargas atmosféricas

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

Diodos de paso

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

Protección contra corrientes de retorno

Protección con portafusible desconector Interruptor termomagnético

Diodo de bloqueo

Capacidad: 32 A / 400 V Modelo: E 91 HW 132 Marca: ABB

Otro, especifique _____

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

2.8 El sistema cuenta con protección en la parte de la corriente alterna

Sí, todas las protecciones Parcialmente No tiene protección

De acuerdo a su respuesta, marque las protecciones con las que cuenta el sistema

Protección contra descargas atmosféricas

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

Protección contra corto-circuito por inversor

Ampacidad: 32 A Capacidad: 400 V Modelo: 55363

Marca: Siemens

Protección contra corto-circuito general

Ampacidad: 40 A Capacidad: 400 V Modelo: HOM 240CP

Marca: Square D

Otro, especifique _____

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

2.9 El sistema cuenta con sistema de tierras

Sistema aterrizado Sistema flotante Se desconoce

2.10 Tierra física Sí No

2.11 Electro de puesta a tierra Sí No

Varilla de cobre 7/8 por 3 m Malla de electrodos Electrodo de carbón

Numero de electrodos de puesta a tierra: _____

Los electrodos de puesta a tierra están conectados entre sí Sí No

Unión del conductor del puesto a tierra con el electrodo de tierra

Unión mecánica Soldadura exotérmica Otra, especifique

2.12 Esta aterrizado cada uno de los marcos de aluminio de los módulos Sí No

En caso de ser sí, responda lo siguiente

Tipo de conductor Alambre Cable

Tipo de metal Alambre Cable

2.13 Todas las partes metálicas del sistema están aterrizados Sí No

III. INSPECCIÓN DEL MÓDULO FOTOVOLTAICO

3.1 Tipo de tecnología fotovoltaica

m-Si p-Si a-Si Otro, especifique _____

Fabricante: Solartec Modelo: 572 PC-260

Potencia máxima: ~~450 W~~ 320 W Tolerancia: +3%

Tensión de circuito abierto: 45.66 V Tensión en el PPM: 36.99 V

Corriente de corto circuito: 8.89 A Corriente en el PPM: 8.38 A

3.2 Número de celdas

36 48 60 72 Otro, especifique _____

3.3 Los módulos fotovoltaicos cuentan con ficha técnica

Sí No No aplica/ No se distingue

3.4 Los MFV cuentan con certificado de calidad

Sí No No aplica

Tipo de certificado: UL TÜV Otro, especifique UL

3.5 La caja de conexión se encuentra en buen estado

Sí No No aplica

3.6 El módulo cuenta con cables de conexión

Sí No No aplica

Tipo de conductor eléctrico: Cable solar

Calibre del conductor eléctrico: 4 mm²

3.7 Tipo de conectores del módulo fotovoltaico

MC3 MC4 Otro, especifique _____

El módulo fotovoltaico cuenta con marco

Sí No

Tipo de marco: Aluminio Anodizado Otro

Apariencia: En buen estado Un poco deteriorado Muy deteriorado

Adhesivo del marco: Como nuevo No es visible Deteriorado

3.8 Estado físico de los módulos fotovoltaicos

Excelente Bueno Regular Mala

3.9 Existe suciedad/polvo en los módulos

No Poco Abundante

IV. INSPECCIÓN DEL CABLEADO DE CONEXIÓN DEL ARREGLO FOTOVOLTAICO

4.1 Las condiciones del cableado de interconexión se encuentran en:

Buen estado Un poco deteriorado Mal estado

Se crearon bobinas en la interconexión entre módulos Sí No

4.2 El cableado de interconexión se realizó

Sí No

Tipo de tubería

Conduit flexible Conduit rígido No aplica

Otro, especifique _____

Tamaño de la tubería/canalización: 1/4"

Marca: EDICX

Es para aplicación exterior

Sí No Otro, especifique _____

4.3 Calibre del conductor eléctrico

10 AWG 12 AWG 14 AWG Otro, especifique _____

Marca: EDISON

Material: Acero galvanizado

En caso de que la respuesta es No, especifique el método de conexión

5.4 Estado físico de los ductos por donde se lleva el cableado

Buena Regular Mala/Deteriorada

5.5 La canalización es

Subterránea Aérea Sobre piso

Observaciones generales:

1. ANEXO: Formato de inspección visual para sistemas fotovoltaicos interconectados a la red

I. DATOS DEL SISTEMA

Nombre del sistema: Casa habitación #12

Propietario:

Dirección: Los frescos, Morelia, Michoacán

II. INSPECCIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

Potencia instalada: 1.34 kW Configuración del sistema: 4 x 1

Número de módulos en serie: 4 Número de cadenas en paralelo: 1

2.1 El sistema fotovoltaico se encuentra

Abandonado En reparación/mantenimiento Funcionando

2.2 Tipo de tecnología fotovoltaica

m-Si p-Si a-Si Otra: _____

2.3 Se observan indicios de corrosión en la estructura del sistema fotovoltaico

No se visualizan problemas de corrosión Se observan pequeñas formaciones de corrosión
 La estructura presenta corrosión excesiva

2.4 Se observan problemas de flexión en el sistema fotovoltaico

Existe flexión Poca flexión No presenta flexión

2.5 El sistema fotovoltaico presenta sombreados

Sombreado total Sombreado parcial No hay sombreado

2.6 El sistema fotovoltaico es uniforme (todos sus módulos/cadenas son iguales)

Existen módulos de diferente potencia Las cadenas son la misma potencia

El sistema está balanceado Otro, especifique _____

2.7 El sistema cuenta con sistema de protección en la parte de corriente directa

Sí, todas las protecciones Parcialmente No tiene protección

De acuerdo a su respuesta, marque las protecciones con las que cuenta el sistema

Protección contra descargas atmosféricas

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

Diodos de paso

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

Protección contra corrientes de retorno

Protección con portafusible desconector Interruptor termomagnético

Diodo de bloqueo

Capacidad: 32 A 1400V Modelo: E91HN132 Marca: ABB

Otro, especifique _____

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

2.8 El sistema cuenta con protección en la parte de la corriente alterna

Sí, todas las protecciones Parcialmente No tiene protección

De acuerdo a su respuesta, marque las protecciones con las que cuenta el sistema

Protección contra descargas atmosféricas

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

Protección contra corto-circuito por inversor

Ampacidad: 20 A Capacidad: 400 V Modelo: S 202

Marca: ABB

Protección contra corto-circuito general

Ampacidad: 40 A Capacidad: 400v Modelo: HOM 240 CP

Marca: Square D

Otro, especifique _____

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

2.9 El sistema cuenta con sistema de tierras

Sistema aterrizado Sistema flotante Se desconoce

2.10 Tierra física Si No

2.11 Electro de puesta a tierra Si No

Varilla de cobre 7/8 por 3 m Malla de electrodos Electrodo de carbón

Numero de electrodos de puesta a tierra: 1

Los electrodos de puesta a tierra están conectados entre si Si No

Unión del conductor del puesto a tierra con el electrodo de tierra

Unión mecánica Soldadura exotérmica Otra, especifique

2.12 Esta aterrizado cada uno de los marcos de aluminio de los módulos Si No

En caso de ser si, responda lo siguiente

Tipo de conductor Alambre Cable

Tipo de metal Alambre Cable

2.13 Todas las partes metálicas del sistema están aterrizados Si No

III. INSPECCIÓN DEL MÓDULO FOTOVOLTAICO

3.1 Tipo de tecnología fotovoltaica

m-Si p-Si a-Si Otro, especifique _____

Fabricante: Comodora Solar Modelo: CS3U-335
~~CS3U-335~~

Potencia máxima: 335 W Tolerancia: ±5W

Tensión de circuito abierto: 45.7 V Tensión en el PPM: 38.2 V

Corriente de corto circuito: 9.28 A Corriente en el PPM: 8.73 A

3.2 Número de celdas

36 48 60 72 Otro, especifique _____

3.3 Los módulos fotovoltaicos cuentan con ficha técnica

Si No No aplica/ No se distingue

3.4 Los MFV cuentan con certificado de calidad

Si No No aplica

Tipo de certificado: UL TUV Otro, especifique _____

3.5 La caja de conexión se encuentra en buen estado

Si No No aplica

3.6 El módulo cuenta con cables de conexión

Si No No aplica

Tipo de conductor eléctrico: Cable Solar 12 AWG
~~12 AWG~~

Calibre del conductor eléctrico: 12 AWG

3.7 Tipo de conectores del módulo fotovoltaico

MC3 MC4 Otro, especifique _____

El módulo fotovoltaico cuenta con marco

Sí No

Tipo de marco: Aluminio Anodizado Otro

Apariencia: En buen estado Un poco deteriorado Muy deteriorado

Adhesivo del marco: Como nuevo No es visible Deteriorado

3.8 Estado físico de los módulos fotovoltaicos

Excelente Bueno Regular Malo

3.9 Existe suciedad/polvo en los módulos

No Poco Abundante

IV. INSPECCIÓN DEL CABLEADO DE CONEXIÓN DEL ARREGLO FOTOVOLTAICO

4.1 Las condiciones del cableado de interconexión se encuentran en:

Buen estado Un poco deteriorado Mal estado

Se crearon bobinas en la interconexión entre módulos Sí No

4.2 El cableado de interconexión se realizó

Sí No

Tipo de tubería

Conduit flexible Conduit rígido No aplica

Otro, especifique _____

Tamaño de la tubería/canalización: 1/2"

Marca: No visible

Es para aplicación exterior

Sí No Otro, especifique _____

4.3 Calibre del conductor eléctrico

10 AWG 12 AWG 14 AWG Otro, especifique _____

Observaciones generales.

V. INSPECCIÓN DEL CABLEADO DE CONEXIÓN DEL ARREGLO FOTOVOLTAICO HACIA EL INVERSOR (CIRCUITO DE SALIDA DE LAS CADENAS)

5.1 Tipo de cable utilizado cable solar (Cable solar para intemperie, THW-2, THHW) otro, especifique _____

5.2 El cable del circuito de salida de cada cadena tiene doble aislamiento Sí No

5.3 El cableado se realizó a través de tuberías/canalizaciones Sí No

Si la respuesta es Sí, responder a lo siguiente

Tipo de tubería/canalización

Conduit flexible Conduit rígido No aplica

Otro, especifique _____

Tamaño de la tubería/canalización: 1/4"

Marca: No visible

Material: Acero galvanizado

En caso de que la respuesta es No, especifique el método conducción

5.4 Estado físico de los ductos por donde se lleva el cableado

Buena Regular Mala/Deteriorada

5.5 La canalización es

Subterránea Aérea Sobre piso

Observaciones generales:

11. ANEXOS

11.1 Formato de inspección visual para sistemas fotovoltaicos Interconectados a la red

I. DATOS DEL SISTEMA

Nombre del sistema: Flotas Finas Finaes

Propietario: Javier Finaes

Dirección: Merced de Abantos

II. INSPECCIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

60 paneles

Potencia instalada: 20 KW Configuración del sistema: 16x2, 16x2 y 16x2

Número de módulos en serie: 16 Número de cadenas en paralelo: 2 y 1

2.1 El sistema fotovoltaico se encuentra

Abandonado En reparación/mantenimiento Funcionando

2.2 Tipo de tecnología fotovoltaica

m-Si p-Si a-Si Otra: _____

2.3 Se observan indicios de corrosión en la estructura del sistema fotovoltaico

No se visualizan problemas de corrosión Se observan pequeñas formaciones de corrosión
 La estructura presenta corrosión excesiva

2.4 Se observan problemas de flexión en el sistema fotovoltaico

Existe flexión Poca flexión No presenta flexión

2.5 El sistema fotovoltaico presenta sombreados

Sombreado total Sombreado parcial No hay sombreado

2.6 El sistema fotovoltaico es uniforme (todos sus módulos/cadenas son iguales)

Existen módulos de diferente potencia Las cadenas son la misma potencia
 El sistema está balanceado Otro, especifique _____

2.7 El sistema cuenta con sistema de protección en la parte de corriente directa

Si, todas las protecciones Parcialmente No tiene protección

De acuerdo a su respuesta, marque las protecciones con las que cuenta el sistema

Protección contra descargas atmosféricas

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

Diodos de paso

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

Protección contra corrientes de retorno

Protección con portafusible desconectar interruptor termomagnético

Diodo de bloqueo

Capacidad: 32A-600V Modelo: 3NW 3013 Marca: Siemens

Otro, especifique _____

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

2.8 El sistema cuenta con protección en la parte de la corriente alterna

Si, todas las protecciones Parcialmente No tiene protección

De acuerdo a su respuesta, marque las protecciones con las que cuenta el sistema

Protección contra descargas atmosféricas

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

Protección contra corto-circuito por inversor

Ampacidad: 50A Capacidad: 400 V Modelo: 5SJ 6240 -72C

Marca: Siemens

Protección contra corto-circuito general

Ampacidad: 60A Capacidad: 600 V Modelo: No existe

Marca: Sancor-D

Otro, especifique _____

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

2.9 El sistema cuenta con sistema de tierras

Sistema aterrizado Sistema flotante Se desconoce

2.10 Tierra física Si No

2.11 Electro de puesta a tierra Si No

Varilla de cobre 7/8 por 3 m Malla de electrodos Electrodo de carbón

Numero de electrodos de puesta a tierra: _____

Los electrodos de puesta a tierra están conectados entre sí Si No

Unión del conductor del puesto a tierra con el electrodo de tierra

Unión mecánica Soldadura exotérmica Otra, especifique _____

2.12 Esta aterrizado cada uno de los marcos de aluminio de los módulos Si No

En caso de ser si, responda lo siguiente

Tipo de conductor Alambre Cable

Tipo de metal Alambre Cable

2.13 Todas las partes metálicas del sistema están aterrizados Si No

III. INSPECCIÓN DEL MÓDULO FOTOVOLTAICO

3.1 Tipo de tecnología fotovoltaica

m-Si p-Si a-Si Otro, especifique _____

Fabricante: Solartec Modelo: 560 PC-250 y 560 PC-260

Potencia máxima: 250 y 260 W Tolerancia: +3%

Tensión de circuito abierto: 36.3 V y 36.7 Tensión en el PPM: 30.3 V y 30.90 V

Corriente de corto circuito: 8.71 A y 8.89 A Corriente en el PPM: 8.17 A y 8.42 A

3.2 Número de celdas:

36 48 60 72 Otro, especifique _____

3.3 Los módulos fotovoltaicos cuentan con ficha técnica

Si No No aplica/ No se distingue

3.4 Los MPV cuentan con certificado de calidad

Si No No aplica

Tipo de certificado: UL TUV Otro, especifique FIDE

3.5 La caja de conexión se encuentra en buen estado

Si No No aplica

3.6 El módulo cuenta con cables de conexión

Si No No aplica

Tipo de conductor eléctrico: Cobre

Calibre del conductor eléctrico: 12 AWG

3.7 Tipo de conectores del módulo fotovoltaico

MC3 MC4 Otro, especifique _____

El módulo fotovoltaico cuenta con marco

Si No

Tipo de marco: Aluminio Anodizado Otro

Apariencia: En buen estado Un poco deteriorado Muy deteriorado

Adhesivo del marco: Como nuevo No es visible Deteriorado

3.8 Estado físico de los módulos fotovoltaicos

Excelente Bueno Regular Malo

3.9 Existe suciedad/polvo en los módulos

No Poco Abundante

INSPECCIÓN DE LA CABLEADO DE LA RED DE ENERGÍA DEL MARFEELO (CIRCUITO DE ALIMENTACIÓN
EL INVERSOR (CIRCUITO DE SALIDA DE LAS CADENAS)

5.1 Tipo de cable utilizado 12 AWG THHW (Cable solar para intemperie,
THW-2, THHW) otro, especifique _____

5.2 El cable del circuito de salida de cada cadena tiene doble aislamiento Sí No

5.3 El cableado se realizó a través de tuberías/canalizaciones Sí No

Si la respuesta es Sí, responder a lo siguiente

Tipo de tubería/canalización

Conduit flexible Conduit rígido No aplica

Otro, especifique _____

Tamaño de la tubería/canalización: 1/2"

Marca: No aplica

Material: Galvanizado

En caso de que la respuesta es No, especifique el método conducción

5.4 Estado físico de los ductos por donde se lleva el cableado

Buena Regular Mala/Deteriorada

5.5 La canalización es

Subterránea Aérea Sobre piso

Observaciones generales:

11. ANEXOS

11.1 Formato de Inspección visual para sistemas fotovoltaicos interconectados a la red

I. DATOS DEL SISTEMA

Nombre del sistema: Tiendas Finas Farias

Propietario: Angel Farias

Dirección: Mercado de Abasto

II. INSPECCIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO 33 paneles

Potencia instalada: 8.250 Kw Configuración del sistema: 3 X 11

Número de módulos en serie: 11 Número de cadenas en paralelo: 3

2.1 El sistema fotovoltaico se encuentra

Abandonado En reparación/mantenimiento Funcionando

2.2 Tipo de tecnología fotovoltaica

m-Si p-Si a-Si Otra: _____

2.3 Se observan indicios de corrosión en la estructura del sistema fotovoltaico

No se visualizan problemas de corrosión Se observan pequeñas formaciones de corrosión
 La estructura presenta corrosión excesiva

2.4 Se observan problemas de flexión en el sistema fotovoltaico

Existe flexión Poca flexión No presenta flexión

2.5 El sistema fotovoltaico presenta sombreados

Sombreado total Sombreado parcial No hay sombreado

2.6 El sistema fotovoltaico es uniforme (todos sus módulos/cadenas son iguales)

Existen módulos de diferente potencia Las cadenas son la misma potencia

El sistema esta balanceado Otro, especifique _____

2.7 El sistema cuenta con sistema de protección en la parte de corriente directa

Si, todas las protecciones Parcialmente No tiene protección

De acuerdo a su respuesta, marque las protecciones con las que cuenta el sistema

Protección contra descargas atmosféricas

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

Diodos de paso

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

Protección contra corrientes de retorno

Protección con portafusible desconector Interruptor termomagnético

Diodo de bloqueo

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

Otro especifique _____

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

2.3 El sistema cuenta con protección en la parte de la corriente alterna

Si, todas las protecciones Parcialmente No tiene protección

De acuerdo a su respuesta, marque las protecciones con las que cuenta el sistema

Protección contra descargas atmosféricas

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

Protección contra corto-circuito por inversor

Ampacidad: 50 A Capacidad: 400V Modelo: SSD 6250 - 7050

Marca: SINEXCO

Protección contra corto-circuito general

Ampacidad: 70 A Capacidad: 600V Modelo: N/A

Marca: SQUARE D

Otro especifique _____

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

2.9 El sistema cuenta con sistema de tierras

Sistema aterrizado Sistema flotante Se desconoce

2.10 Tierra física Si No

2.11 Electro de puesta a tierra Si No

Varilla de cobre 7/8 por 3 m Malla de electrodos Electrodo de carbón

Numero de electrodos de puesta a tierra: _____

Los electrodos de puesta a tierra están conectados entre sí Si No

Unión del conductor del puesto a tierra con el electrodo de tierra

Unión mecánica Soldadura exotérmica Otra, especifique _____

2.12 Esta aterrizado cada uno de los marcos de aluminio de los módulos Si No

En caso de ser sí, responda lo siguiente

Tipo de conductor Alambre Cable

Tipo de metal Alambre Cable

2.13 Todas las partes metálicas del sistema están aterrizados Si No

III. INSPECCIÓN DEL MÓDULO FOTOVOLTAICO

3.1 Tipo de tecnología fotovoltaica

m-Si p-Si a-Si Otro, especifique _____

Fabricante: SOLUTEK Modelo: 60 PC - 250

Potencia máxima: 250W Tolerancia: 3%

Tensión de circuito abierto: 36.3V Tensión en el PPM: 20.3V

Corriente de corto circuito: 8.71A Corriente en el PPM: 8.17A

3.2 Número de celdas

36 48 60 72 Otro, especifique _____

3.3 Los módulos fotovoltaicos cuentan con ficha técnica

Si No No aplica/ No se distingue

3.4 Los MFV cuentan con certificado de calidad

Si No No aplica

Tipo de certificado: UL TUV Otro, especifique _____

3.5 La caja de conexión se encuentra en buen estado

Si No No aplica

3.6 El módulo cuenta con cables de conexión

Si No No aplica

Tipo de conductor eléctrico: TUV (cable solar)

Calibre del conductor eléctrico: 4mm²

3.7 Tipo de conectores del módulo fotovoltaico

MC3 MC4 Otro, especifique _____

El módulo fotovoltaico cuenta con marco

Si No

Tipo de marco: Aluminio Anodizado Otro

Apariencia: En buen estado Un poco deteriorado Muy deteriorado

Adhesivo del marco: Como nuevo No es visible Deteriorado

3.8 Estado físico de los módulos fotovoltaicos

Excelente Bueno Regular Malo

3.9 Existe suciedad/polvo en los módulos

No Poco Abundante

V. INSPECCIÓN DEL CABLEADO DE CONEXIÓN DEL ARREGLO FOTOVOLTAICO HACIA EL INVERSOR (CIRCUITO DE SALIDA DE LAS CADENAS)

5.1 Tipo de cable utilizado THHW (Cable solar para intemperie, THW-2, THHW) otro, especifique _____

5.2 El cable del circuito de salida de cada cadena tiene doble aislamiento Sí No

5.3 El cableado se realizó a través de tuberías/canalizaciones Sí No

Si la respuesta es Sí, responder a lo siguiente

Tipo de tubería/canalización

Conduit flexible Conduit rígido No aplica

Otro, especifique _____

Tamaño de la tubería/canalización: 1/2"

Marca: KOOREX

Material: ACERO GALV.

En caso de que la respuesta es No, especifique el método conducción

5.4 Estado físico de los ductos por donde se lleva el cableado

Buena Regular Mala/Deteriorada

5.5 La canalización es

Subterránea Aérea Sobre piso

Observaciones generales:

11. ANEXOS

11.1 Formato de inspección visual para sistemas fotovoltaicos Interconectados a la red

I. DATOS DEL SISTEMA

Nombre del sistema: Finas Finas

Propietario: Andrés Herra

Dirección: Merced de Abastos

II. INSPECCIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

Potencia instalada: 7.750 KW Configuración del sistema: 2x10 y 1x11

Número de módulos en serie: 10 y 11 Número de cadenas en paralelo: 3

2.1 El sistema fotovoltaico se encuentra

Abandonado En reparación/mantenimiento Funcionando

2.2 Tipo de tecnología fotovoltaica

m-Si p-Si a-Si Otra: _____

2.3 Se observan indicios de corrosión en la estructura del sistema fotovoltaico

No se visualizan problemas de corrosión Se observan pequeñas formaciones de corrosión
 La estructura presenta corrosión excesiva

2.4 Se observan problemas de flexión en el sistema fotovoltaico

Existe flexión Poca flexión No presenta flexión

2.5 El sistema fotovoltaico presenta sombreados

Sombreado total Sombreado parcial No hay sombreado

2.6 El sistema fotovoltaico es uniforme (todos sus módulos/cadenas son iguales)

Existen módulos de diferente potencia Las cadenas son la misma potencia

El sistema esta balanceado Otro, especifique Desbalanceado

2.7 El sistema cuenta con sistema de protección en la parte de corriente directa

Sí, todas las protecciones Parcialmente No tiene protección

De acuerdo a su respuesta, marque las protecciones con las que cuenta el sistema

Protección contra descargas atmosféricas

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

Diodos de paso

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

Protección contra corrientes de retorno

Protección con portafusible desconector Interruptor termomagnético

Diodo de bloqueo

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

Otro, especifique _____

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

2.8 El sistema cuenta con protección en la parte de la corriente alterna

Sí, todas las protecciones Parcialmente No tiene protección

De acuerdo a su respuesta, marque las protecciones con las que cuenta el sistema

Protección contra descargas atmosféricas

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

Protección contra corto-circuito por inversor

Ampacidad: 50 A Capacidad: 400 V Modelo: 5202

Marca: ABB

Protección contra corto-circuito general

Ampacidad: 70 A Capacidad: 600 V Modelo: Ab visible

Marca: Square D

Otro, especifique _____

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

2.9 El sistema cuenta con sistema de tierras

Sistema aterrizado Sistema flotante Se desconoce

2.10 Tierra física Si No

2.11 Electro de puesta a tierra Si No

Varilla de cobre 7/8 por 3 m Malla de electrodos Electrodo de carbón

Numero de electrodos de puesta a tierra: _____

Los electrodos de puesta a tierra están conectados entre sí Si No

Unión del conductor del puesto a tierra con el electrodo de tierra

Unión mecánica Soldadura exotérmica Otra, especifique _____

2.12 Esta aterrizado cada uno de los marcos de aluminio de los módulos Si No
(Parcialmente)

En caso de ser si, responda lo siguiente

Tipo de conductor Alambre Cable

Tipo de metal Alambre Cable

2.13 Todas las partes metálicas del sistema están aterrizados Si No

III. INSPECCIÓN DEL MÓDULO FOTOVOLTAICO

3.1 Tipo de tecnología fotovoltaica

m-Si p-Si a-Si Otro, especifique _____

Fabricante: Solartec Modelo: 560 PC-250

Potencia máxima: 250W Tolerancia: ±3%

Tensión de circuito abierto: 36.3V Tensión en el PPM: 30.3V

Corriente de corto circuito: 8.31A Corriente en el PPM: 8.17A

3.2 Número de celdas

36 48 50 72 Otro especifique _____

3.3 Los módulos fotovoltaicos cuentan con ficha técnica

Si No No aplica/ No se distingue

3.4 Los MFV cuentan con certificado de calidad

Si No No aplica

Tipo de certificado: UL TUV Otro, especifique _____

3.5 La caja de conexión se encuentra en buen estado

Si No No aplica

3.6 El módulo cuenta con cables de conexión

Si No No aplica

Tipo de conductor eléctrico: THHW _____

Calibre del conductor eléctrico: 12 AWG _____

3.7 Tipo de conectores del módulo fotovoltaico

MC3 MC4 Otro, especifique _____

El módulo fotovoltaico cuenta con marco

Si No

Tipo de marco: Aluminio Anodizado Otro

Apariencia: En buen estado Un poco deteriorado Muy deteriorado

Adhesivo del marco: Como nuevo No es visible Deteriorado

3.8 Estado físico de los módulos fotovoltaicos

Excelente Bueno Regular Malo

3.9 Existe suciedad/polvo en los módulos

No Poco Abundante

IV. INSPECCIÓN DEL CABLEADO DE CONEXIÓN DEL ARREGLO FOTOVOLTAICO

4.1 Las condiciones del cableado de interconexión se encuentran en:

Buen estado Un poco deteriorado Mal estado

Se crearon bobinas en la interconexión entre módulos Si No

4.2 El cableado de interconexión se realizó

Si No

Tipo de tubería

Conduit flexible Conduit rígido No aplica

Otro, especifique _____

Tamaño de la tubería/canalización: 1/2"

Marca: Eobrex

Es para aplicación exterior

Si No Otro, especifique _____

4.3 Calibre del conductor eléctrica

10 AWG 12 AWG 14 AWG Otro, especifique _____

Observaciones generales.

INSPECCIÓN DEL CABLEADO DE CONEXIÓN DEL APFESLO FOTOVOLTAICO HACIA
EL INVERSOR (CIRCUITO DE SALIDA DE LAS CADENAS)

5.1 Tipo de cable utilizado THHW (Cable solar para intemperie,
THW-2, THHW) otro, especifique _____

5.2 El cable del circuito de salida de cada cadena tiene doble aislamiento Sí No

5.3 El cableado se realizó a través de tuberías/canalizaciones Sí No

Si la respuesta es Sí, responder a lo siguiente

Tipo de tubería/canalización

Conduit flexible Conduit rígido No aplica

Otro, especifique _____

Tamaño de la tubería/canalización: 1/2"

Marca: Kobrex

Material: Acero galvanizado

En caso de que la respuesta es No, especifique el método conducción

5.4 Estado físico de los ductos por donde se lleva el cableado

Buena Regular Mala/Deteriorada

5.5 La canalización es

Subterránea Aérea Sobre piso

Observaciones generales:

Solo un módulo tenía "punta de calor"

11. ANEXOS

11.1 Formato de inspección visual para sistemas fotovoltaicos interconectados a la red

I. DATOS DEL SISTEMA *Mini Super, Mariano Michelena*

Nombre del sistema:

Propietario *Martiniano Pedraza*

Dirección: *Mariano Michelena*

II. INSPECCIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

Potencia instalada: *12.750 kW* Configuración del sistema: *5x60*

Número de módulos en serie: *10* Número de cadenas en paralelo: *5*

2.1 El sistema fotovoltaico se encuentra

Abandonado En reparación/mantenimiento Funcionando

2.2 Tipo de tecnología fotovoltaica

m-Si p-Si a-Si Otra: _____

2.3 Se observan indicios de corrosión en la estructura del sistema fotovoltaico

No se visualizan problemas de corrosión Se observan pequeñas formaciones de corrosión
 La estructura presenta corrosión excesiva

2.4 Se observan problemas de flexión en el sistema fotovoltaico

Existe flexión Poca flexión No presenta flexión

2.5 El sistema fotovoltaico presenta sombreados

Sombreado total Sombreado parcial No hay sombreado

2.6 El sistema fotovoltaico es uniforme (todos sus módulos/cadenas son iguales)

Existen módulos de diferente potencia Las cadenas son la misma potencia

El sistema esta balanceado Otro, especifique _____

2.7 El sistema cuenta con sistema de protección en la parte de corriente directa

Si, todas las protecciones Parcialmente No tiene protección

De acuerdo a su respuesta, marque las protecciones con las que cuenta el sistema

Protección contra descargas atmosféricas

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

Diodos de paso

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

Protección contra corrientes de retorno

Protección con portafusible desconector Interruptor termomagnético

Diodo de bloqueo

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

Otro, especifique _____

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

2.8 El sistema cuenta con protección en la parte de la corriente alterna

Si, todas las protecciones Parcialmente No tiene protección

De acuerdo a su respuesta, marque las protecciones con las que cuenta el sistema

Protección contra descargas atmosféricas

Capacidad: 400~ Modelo: 3202 Marca: ARB

Protección contra corto-circuito por inversor

Ampacidad: 63A Capacidad: 400~ Modelo: 3202

Marca: ARB

Protección contra corto-circuito general

Ampacidad: 70 Capacidad: 600V Modelo: no existe

Marca: Square D

Otro, especifique _____

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

2.9 El sistema cuenta con sistema de tierras

Sistema aterrizado Sistema flotante Se desconoce

3.10 Tierra física Si No

3.11 Electro de puesta a tierra Si No

Varilla de cobre 7/8 por 3 m Malla de electrodos Electrodo de carbón

Numero de electrodos de puesta a tierra: _____

Los electrodos de puesta a tierra están conectados entre si Si No

Unión del conductor del puesto a tierra con el electrodo de tierra

Unión mecánica Soldadura exotérmica Otra, especifique

3.12 Esta aterrizado cada uno de los marcos de aluminio de los módulos Si No

En caso de ser si, responda lo siguiente

Tipo de conductor Alambre Cable

Tipo de metal Alambre Cable

3.13 Todas las partes metálicas del sistema están aterrizados Si No

III. INSPECCIÓN DEL MÓDULO FOTOVOLTAICO

4.1 Tipo de tecnología fotovoltaica

m-Si p-Si a-Si Otro, especifique _____

Fabricante: Selventa Modelo: SGQPC-255

Potencia máxima: 255W Tolerancia: _____

Tensión de circuito abierto: 36.40 Tensión en el PPM: 30.70

Corriente de corto circuito: 8.80 Corriente en el PPM: 8.30

4.2 Número de celdas

36 48 60 72 Otro, especifique _____

4.3 Los módulos fotovoltaicos cuentan con ficha técnica

Sí No No aplica/ No se distingue

4.4 Los MFV cuentan con certificado de calidad

Sí No No aplica

Tipo de certificado: IUL TUV Otro, especifique FIDE

4.5 La caja de conexión se encuentra en buen estado

Sí No No aplica

4.6 El módulo cuenta con cables de conexión

Sí No No aplica

Tipo de conductor eléctrico: THHN

Calibre del conductor eléctrico: 12 AWG

4.7 Tipo de conectores del módulo fotovoltaico

MC3 MC4 Otro, especifique _____

El módulo fotovoltaico cuenta con marco

Sí No

Tipo de marco: Aluminio Anodizado Otro
Apariencia: En buen estado Un poco deteriorado Muy deteriorado
Adhesivo del marco: Como nuevo No es visible Deteriorado

4.8 Estado físico de los módulos fotovoltaicos

Excelente Buena Regular Malo

4.9 Existe suciedad/polvo en los módulos

No Poco Abundante

IV. INSPECCIÓN DEL CABLEADO DE CONEXIÓN DEL ARREGLO FOTOVOLTAICO

5.1 Las condiciones del cableado de Interconexión se encuentran en:

Buen estado Un poco deteriorado Mal estado

Se crearon bobinas en la Interconexión entre módulos Sí No

5.2 El cableado de interconexión se realizó

Sí No

Tipo de tubería

Conduit flexible Conduit rígido No aplica

Otro, especifique _____

Tamaño de la tubería/canalización: 1/2"

Marca: Frisbulex

Es para aplicación exterior

Sí No Otro, especifique _____

5.3 Calibre del conductor eléctrico

10 AWG 12 AWG 14 AWG Otro, especifique _____

Observaciones generales.

Cable de 10 metros para el cable de 10 metros
cable solar

V. INSPECCIÓN DEL CABLEADO DE CONEXIÓN DEL ARREGLO FOTOVOLTAICO HACIA EL INVERSOR (CIRCUITO DE SALIDA DE LAS CADENAS)

6.1 Tipo de cable utilizado THHW (Cable solar para intemperie, THW-2, THHW) otro, especifique _____

6.2 El cable del circuito de salida de cada cadena tiene doble aislamiento Sí No

6.3 El cableado se realizó a través de tuberías/canalizaciones Sí No

Si la respuesta es Sí, responder a lo siguiente

Tipo de tubería/canalización

Conduit flexible Conduit rígido No aplica

Otro, especifique _____

Tamaño de la tubería/canalización: 1/2"

Marca: FORVEX

Material: F.C.110

En caso de que la respuesta es No, especifique el método conducción

6.4 Estado físico de los ductos por donde se lleva el cableado

Buena Regular Mala/Deteriorada

6.5 La canalización es

Subterránea Área Sobre piso

Observaciones generales:

1. ANEXO: Formato de inspección visual para sistemas fotovoltaicos interconectados a la red

I. DATOS DEL SISTEMA

Nombre del sistema: Prodelec

Propietario:

Dirección: Felicitas del rio, Morelia, Michoacan

II. INSPECCIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

Potencia instalada: 4.86 KW Configuración del sistema: 9 X 2

Número de módulos en serie: 9 Número de cadenas en paralelo: 2

2.1 El sistema fotovoltaico se encuentra

Abandonado En reparación/mantenimiento Funcionando

2.2 Tipo de tecnología fotovoltaica

m-Si p-Si a-Si Otra: _____

2.3 Se observan indicios de corrosión en la estructura del sistema fotovoltaico

No se visualizan problemas de corrosión Se observan pequeñas formaciones de corrosión
 La estructura presenta corrosión excesiva

2.4 Se observan problemas de flexión en el sistema fotovoltaico

Existe flexión Poca flexión No presenta flexión

2.5 El sistema fotovoltaico presenta sombreados

Sombreado total Sombreado parcial No hay sombreado

2.6 El sistema fotovoltaico es uniforme (todos sus módulos/cadenas son iguales)

Existen módulos de diferente potencia Las cadenas son la misma potencia
 El sistema esta balanceado Otro, especifique _____

2.7 El sistema cuenta con sistema de protección en la parte de corriente directa

Si, todas las protecciones Parcialmente No tiene protección

De acuerdo a su respuesta, marque las protecciones con las que cuenta el sistema

Protección contra descargas atmosféricas

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

Diodos de paso

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

Protección contra corrientes de retorno

Protección con portafusible desconector Interruptor termomagnético

Diodo de bloqueo

Capacidad: 32/400V Modelo: DM 203 T Marca: ABB

Otro, especifique _____

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

2.8 El sistema cuenta con protección en la parte de la corriente alterna

Si, todas las protecciones Parcialmente No tiene protección

De acuerdo a su respuesta, marque las protecciones con las que cuenta el sistema

Protección contra descargas atmosféricas

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

Protección contra corto-circuito por Inversor

Ampacidad: 32 A Capacidad: 400V Modelo: 55263

Marca: Siemens

Protección contra corto-circuito general

Ampacidad: 40 A Capacidad: 400 V Modelo: 110M/40CP

Marca: _____

Otro, especifique _____

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

2.9 El sistema cuenta con sistema de tierras

Sistema aterrizado Sistema flotante Se desconoce

2.10 Tierra física Sí No

2.11 Electro de puesta a tierra Sí No

Varilla de cobre 7/8 por 3 m Malla de electrodos Electrodo de carbón

Numero de electrodos de puesta a tierra: _____

Los electrodos de puesta a tierra están conectados entre sí Sí No

Unión del conductor del puesto a tierra con el electrodo de tierra

Unión mecánica Soldadura exotérmica Otra, especifique

2.12 Esta aterrizado cada uno de los marcos de aluminio de los módulos Sí No

En caso de ser sí, responda lo siguiente

Tipo de conductor Alambre Cable

Tipo de metal Alambre Cable

2.13 Todas las partes metálicas del sistema están aterrizados Sí No

III. INSPECCIÓN DEL MÓDULO FOTOVOLTAICO

3.1 Tipo de tecnología fotovoltaica

m-Si p-Si a-Si Otro, especifique _____

Fabricante: 103A Modelo: 103A-S01-PV-01/580

Potencia máxima: 270 W Tolerancia: ±5 W

Tensión de circuito abierto: 38.4 V Tensión en el PPM: 31 V

Corriente de corto circuito: 9.22 A Corriente en el PPM: 8.74 A

3.2 Número de celdas

36 48 60 72 Otro, especifique _____

3.3 Los módulos fotovoltaicos cuentan con ficha técnica

Sí No No aplica/ No se distingue

3.4 Los MFV cuentan con certificado de calidad

Sí No No aplica

Tipo de certificado: UL TUV Otro, especifique IEC, NMX

3.5 La caja de conexión se encuentra en buen estado

Sí No No aplica

3.6 El módulo cuenta con cables de conexión

Sí No No aplica

Tipo de conductor eléctrico: Cable coax

Calibre del conductor eléctrico: 4 mm²

3.7 Tipo de conectores del módulo fotovoltaico

MC3 MC4 Otro, especifique _____

El módulo fotovoltaico cuenta con marco

Sí No

Tipo de marco Aluminio Anodizado Otro

Apariencia En buen estado Un poco deteriorado Muy deteriorado

Adhesivo de marco Como nuevo No es visible Deteriorado

3.4 Estado físico de los módulos fotovoltaicos

Excelente Bueno Regular Malo

3.5 Existe suciedad, polvo en los módulos

No Poco Abundante

IV. INSPECCIÓN DEL CASILLERO DE CONEXIÓN DEL ARREGLO FOTOVOLTAICO

4.1 Las condiciones de cableado de interconexión se encuentran en:

Buen estado Un poco deteriorado Mal estado

Se observan bobinas en la interconexión entre módulos Sí No

4.2 El cableado de interconexión se realiza:

Sí No

Tipo de tubería

Conduit flexible Conduit rígido No aplica

Otro específico _____

Tamaño de la tubería utilizada 2

Marca Acme

El cable está etiquetado externamente

Sí No Otro específico _____

4.3 Calibre de conductor eléctrico

10 AWG 11 AWG 12 AWG Otro específico _____

Observaciones generales.

V. INSPECCIÓN DEL CABLEADO DE CONEXIÓN DEL ARREGLO FOTOVOLTAICO HACIA EL INVERSOR (CIRCUITO DE SALIDA DE LAS CADENAS)

5.1 Tipo de cable utilizado Cable solar (Cable solar para intemperie, THW-2, THHW) otro, especifique _____

5.2 El cable del circuito de salida de cada cadena tiene doble aislamiento Sí No

5.3 El cableado se realizó a través de tuberías/canalizaciones Sí No

Si la respuesta es Sí, responder a lo siguiente

Tipo de tubería/canalización

Conduit flexible Conduit rígido o aplica

Otro, especifique _____

Tamaño de la tubería/canalización: 1/2"

Marca: No visible

Material: Acero galvanizado

En caso de que la respuesta es **No**, especifique el método conducción

5.4 Estado físico de los ductos por donde se lleva el cableado

Buena Regular Mala/Deteriorada

5.5 La canalización es

Subterránea Aérea Sobre piso

Observaciones generales:

1. ANEXO: Formato de inspección visual para sistemas fotovoltaicos interconectados a la red

I. DATOS DEL SISTEMA

Nombre del sistema: *Mini super 4v 2*

Propietario:

Dirección: *Felicidad de Co. Maucha, Michoacán*

II. INSPECCIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

Potencia instalada: *20 kW* Configuración del sistema: *8x1*

Número de módulos en serie: *8* Número de cadenas en paralelo: *1*

2.1 El sistema fotovoltaico se encuentra

Abandonado En reparación/mantenimiento Funcionando

2.2 Tipo de tecnología fotovoltaica

m-Si p-Si a-Si Otra: _____

2.3 Se observan indicios de corrosión en la estructura del sistema fotovoltaico

No se visualizan problemas de corrosión Se observan pequeñas formaciones de corrosión
 La estructura presenta corrosión excesiva

2.4 Se observan problemas de flexión en el sistema fotovoltaico

Existe flexión Poca flexión No presenta flexión

2.5 El sistema fotovoltaico presenta sombreados

Sombreado total Sombreado parcial No hay sombreado

2.6 El sistema fotovoltaico es uniforme (todos sus módulos/cadenas son iguales)

Existen módulos de diferente potencia Las cadenas son la misma potencia
 El sistema esta balanceado Otro, especifique _____

2.7 El sistema cuenta con sistema de protección en la parte de corriente directa

- Si, todas las protecciones Parcialmente No tiene protección

De acuerdo a su respuesta, marque las protecciones con las que cuenta el sistema

- Protección contra descargas atmosféricas

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

- Diodos de paso

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

- Protección contra corrientes de retorno

- Protección con portafusible desconector Interruptor termomagnético

- Diodo de bloqueo

Capacidad: 32A/400V Modelo: E91HN13Z Marca: ABB

- Otro, especifique _____

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

2.8 El sistema cuenta con protección en la parte de la corriente alterna

- Si, todas las protecciones Parcialmente No tiene protección

De acuerdo a su respuesta, marque las protecciones con las que cuenta el sistema

- Protección contra descargas atmosféricas

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

- Protección contra corto-circuito por inversor

Ampacidad: 16 A Capacidad: 400 V Modelo: SH201T

Marca: ABB

- Protección contra corto-circuito general

Ampacidad: 50 A Capacidad: 120/240 Modelo: No. 15124

Marca: Square D

Otro, especifique _____

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

2.9 El sistema cuenta con sistema de tierras

Sistema aterrizado Sistema flotante Se desconoce

2.10 Tierra física Si No

2.11 Electro de puesta a tierra Si No

Varilla de cobre 7/8 por 3 m Malla de electrodos Electrodo de carbón

Numero de electrodos de puesta a tierra: 1

Los electrodos de puesta a tierra están conectados entre sí Si No

Unión del conductor del puesto a tierra con el electrodo de tierra

Unión mecánica Soldadura exotérmica Otra, especifique

2.12 Esta aterrizado cada uno de los marcos de aluminio de los módulos Si No

En caso de ser si, responda lo siguiente

Tipo de conductor Alambre Cable

Tipo de metal Alambre Cable

2.13 Todas las partes metálicas del sistema están aterrizados Si No

III. INSPECCIÓN DEL MÓDULO FOTOVOLTAICO

3.1 Tipo de tecnología fotovoltaica

m-Si p-Si a-Si Otro, especifique _____

Fabricante: Soltec Modelo: 560 PC - 260

Potencia máxima: 260 W Tolerancia: ±3%

Tensión de circuito abierto: 36.70 V Tensión en el PPM: 30.90 V

Corriente de corto circuito: 8.89 A Corriente en el PPM: 8.42 A

3.2 Número de celdas

36 48 60 72 Otro, especifique _____

3.3 Los módulos fotovoltaicos cuentan con ficha técnica

Sí No No aplica/ No se distingue

3.4 Los MFV cuentan con certificado de calidad

Sí No No aplica

Tipo de certificado: UL TUV Otro, especifique ELDE

3.5 La caja de conexión se encuentra en buen estado

Sí No No aplica

3.6 El módulo cuenta con cables de conexión

Sí No No aplica

Tipo de conductor eléctrico: Cable solar

Calibre del conductor eléctrico: 4 mm²

3.7 Tipo de conectores del módulo fotovoltaico

MC3 MC4 Otro, especifique _____

El módulo fotovoltaico cuenta con marco

Sí No

Tipo de marco: Aluminio Anodizado Otro

Apariencia: En buen estado Un poco deteriorado Muy deteriorado

Adhesivo del marco: Como nuevo No es visible Deteriorado

3.8 Estado físico de los módulos fotovoltaicos

Excelente Bueno Regular Malo

3.9 Existe suciedad/polvo en los módulos

No Poco Abundante

IV. INSPECCIÓN DEL CABLEADO DE CONEXIÓN DEL ARREGLO FOTOVOLTAICO

4.1 Las condiciones del cableado de interconexión se encuentran en:

Buen estado Un poco deteriorado Mal estado

Se crearon bobinas en la interconexión entre módulos Sí No

4.2 El cableado de interconexión se realizó

Sí No

Tipo de tubería

Conduit flexible Conduit rígido No aplica

Otro, especifique _____

Tamaño de la tubería/canalización: 1/2"

Marca: NA J.S.O.K

Es para aplicación exterior

Sí No Otro, especifique _____

4.3 Calibre del conductor eléctrico

10 AWG 12 AWG 14 AWG Otro, especifique _____

Observaciones generales.

se recomienda una limpieza a las placas

V. INSPECCIÓN DEL CABLEADO DE CONEXIÓN DEL ARREGLO FOTOVOLTAICO HACIA EL INVERSOR (CIRCUITO DE SALIDA DE LAS CADENAS)

5.1 Tipo de cable utilizado cable solar (Cable solar para intemperie, THW-2, THHW) otro, especifique _____

5.2 El cable del circuito de salida de cada cadena tiene doble aislamiento Sí No

5.3 El cableado se realizó a través de tuberías/canalizaciones Sí No

Si la respuesta es Sí, responder a lo siguiente

Tipo de tubería/canalización

Conduit flexible Conduit rígido o aplica

Otro, especifique _____

Tamaño de la tubería/canalización: 1/2"

Marca: No visible

Material: Acero galvanizado

En caso de que la respuesta es No, especifique el método conducción

5.4 Estado físico de los ductos por donde se lleva el cableado

Buena Regular Mala/Deteriorada

5.5 La canalización es

Subterránea Aérea Sobre piso

Observaciones generales:

1. ANEXO: Formato de inspección visual para sistemas fotovoltaicos interconectados a la red

I. DATOS DEL SISTEMA

Nombre del sistema: Textileria

Propietario:

Dirección: Metrópolis 2, Maquila Michoacán

II. INSPECCIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

Potencia instalada: 10.0 KW Configuración del sistema: 10 x 4

Número de módulos en serie: 10 Número de cadenas en paralelo: 4

2.1 El sistema fotovoltaico se encuentra

Abandonado En reparación/mantenimiento Funcionando

2.2 Tipo de tecnología fotovoltaica

m-Si p-Si a-Si Otra: _____

2.3 Se observan indicios de corrosión en la estructura del sistema fotovoltaico

No se visualizan problemas de corrosión Se observan pequeñas formaciones de corrosión
 La estructura presenta corrosión excesiva

2.4 Se observan problemas de flexión en el sistema fotovoltaico

Existe flexión Poca flexión No presenta flexión

2.5 El sistema fotovoltaico presenta sombreados

Sombreado total Sombreado parcial No hay sombreado

2.6 El sistema fotovoltaico es uniforme (todos sus módulos/cadenas son iguales)

Existen módulos de diferente potencia Las cadenas son la misma potencia

El sistema esta balanceado Otro, especifique _____

2.7 El sistema cuenta con sistema de protección en la parte de corriente directa

Si, todas las protecciones Parcialmente No tiene protección

De acuerdo a su respuesta, marque las protecciones con las que cuenta el sistema

Protección contra descargas atmosféricas

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

Diodos de paso

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

Protección contra corrientes de retorno

Protección con portafusible desconector Interruptor termomagnético

Diodo de bloqueo

Capacidad: 32A 1690V Modelo: 3NW7 Marca: SIEMENS

Otro, especifique _____

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

2.8 El sistema cuenta con protección en la parte de la corriente alterna

Si, todas las protecciones Parcialmente No tiene protección

De acuerdo a su respuesta, marque las protecciones con las que cuenta el sistema

Protección contra descargas atmosféricas

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

Protección contra corto-circuito por inversor

Ampacidad: 63 A Capacidad: 600 V Modelo: 5S76 3

Marca: SIEMENS

Protección contra corto-circuito general

Ampacidad: 50 A Capacidad: 120/240 Modelo: No Usable

Marca: Exporic O

Otro, especifique _____

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

2.9 El sistema cuenta con sistema de tierras

Sistema aterrizado Sistema flotante Se desconoce

2.10 Tierra física Si No

2.11 Electro de puesta a tierra Si No

Varilla de cobre 7/8 por 3 m Malla de electrodos Electrodo de carbón

Numero de electrodos de puesta a tierra: 1

Los electrodos de puesta a tierra están conectados entre si Si No

Unión del conductor del puesto a tierra con el electrodo de tierra

Unión mecánica Soldadura exotérmica Otra, especifique

2.12 Esta aterrizado cada uno de los marcos de aluminio de los módulos Sí No

En caso de ser si, responda lo siguiente

Tipo de conductor Alambre Cable

Tipo de metal Alambre Cable

2.13 Todas las partes metálicas del sistema están aterrizados Si No

III. INSPECCIÓN DEL MÓDULO FOTOVOLTAICO

3.1 Tipo de tecnología fotovoltaica

m Si p Si a Si Otro, especifique _____

Laborante: ~~255-500 PC~~ SOLAR Modelo: 260 PC - 25.5.

Potencia máxima: 255 - 500 PC Tolerancia: ± 3.7%

Tensión de circuito abierto: 36.4 V Tensión en el PPM: 30.3 V

Corriente de corto circuito: 8.80 A Corriente en el PPM: 8.30 A

3.2 Número de celdas

36 48 60 72 Otro, especifique _____

3.3 Los módulos fotovoltaicos cuentan con ficha técnica

Si No No aplica/ No se distingue

3.4 Los MFV cuentan con certificado de calidad

Si No No aplica

Tipo de certificado: UL IUV Otro, especifique TIDE

3.5 La caja de conexión se encuentra en buen estado

Si No No aplica

3.6 El módulo cuenta con cables de conexión

Si No No aplica

Tipo de conductor eléctrico: Cable solar

Calibre del conductor eléctrico: 4 mm²

3.7 Tipo de conectores del módulo fotovoltaico

MC3 MC4 Otro, especifique _____

El módulo fotovoltaico cuenta con marco

Sí No

Tipo de marco: Aluminio Anodizado Otro

Apariencia: En buen estado Un poco deteriorado Muy deteriorado

Adhesivo del marco: Como nuevo No es visible Deteriorado

3.8 Estado físico de los módulos fotovoltaicos

Excelente Bueno Regular Malo

3.9 Existe suciedad/polvo en los módulos

No Poco Abundante

IV. INSPECCIÓN DEL CABLEADO DE CONEXIÓN DEL ARREGLO FOTOVOLTAICO

4.1 Las condiciones del cableado de interconexión se encuentran en:

Buen estado Un poco deteriorado Mal estado

Se crearon bobinas en la interconexión entre módulos Sí No

4.2 El cableado de interconexión se realizó

Sí No

Tipo de tubería

Conduit flexible Conduit rígido No aplica

Otro, especifique _____

Tamaño de la tubería/canalización: 1"

Marca: Fibrex

Es para aplicación exterior

Sí No Otro, especifique _____

4.3 Calibre del conductor eléctrico

10 AWG 12 AWG 14 AWG Otro, especifique _____

Observaciones generales.

Necesita una limpieza en todos sus
modulos

V. INSPECCIÓN DEL CABLEADO DE CONEXIÓN DEL ARREGLO FOTOVOLTAICO HACIA EL INVERSOR (CIRCUITO DE SALIDA DE LAS CADENAS)

5.1 Tipo de cable utilizado cable solar (Cable solar para Intemperie, THW-2, THHW) otro, especifique _____

5.2 El cable del circuito de salida de cada cadena tiene doble aislamiento Sí No

5.3 El cableado se realizó a través de tuberías/canalizaciones Sí No

Si la respuesta es Sí, responder a lo siguiente

Tipo de tubería/canalización

Conduit flexible Conduit rígido o aplica

Otro, especifique _____

Tamaño de la tubería/canalización: 1"

Marca: Fobrex

Material: Acero galvanizado

En caso de que la respuesta es No, especifique el método conducción

5.4 Estado físico de los ductos por donde se lleva el cableado

Buena Regular Mala/Deteriorada

5.5 La canalización es

Subterránea Aérea Sobre piso

Observaciones generales:

1. ANEXO: Formato de inspección visual para sistemas fotovoltaicos interconectados a la red

I. DATOS DEL SISTEMA

Nombre del sistema: Tienda

Propietario:

Dirección: Mariano Escobedo, Mexela, Michoacán

II. INSPECCIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

Potencia instalada: 4.48 kw Configuración del sistema: 14 x 1

Número de módulos en serie: 14 Número de cadenas en paralelo: 1

2.1 El sistema fotovoltaico se encuentra

Abandonado En reparación/mantenimiento Funcionando

2.2 Tipo de tecnología fotovoltaica

m-Si p-Si a-Si Otra: _____

2.3 Se observan indicios de corrosión en la estructura del sistema fotovoltaico

No se visualizan problemas de corrosión Se observan pequeñas formaciones de corrosión
 La estructura presenta corrosión excesiva

2.4 Se observan problemas de flexión en el sistema fotovoltaico

Existe flexión Poca flexión No presenta flexión

2.5 El sistema fotovoltaico presenta sombreados

Sombreado total Sombreado parcial No hay sombreado

2.6 El sistema fotovoltaico es uniforme (todos sus módulos/cadenas son iguales)

Existen módulos de diferente potencia Las cadenas son la misma potencia

El sistema esta balanceado Otro, especifique _____

2.7 El sistema cuenta con sistema de protección en la parte de corriente directa

Si, todas las protecciones Parcialmente No tiene protección

De acuerdo a su respuesta, marque las protecciones con las que cuenta el sistema

Protección contra descargas atmosféricas

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

Diodos de paso

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

Protección contra corrientes de retorno

Protección con portafusible desconector interruptor termomagnético

Diodo de bloqueo

Capacidad: 32 A / 60V Modelo: 3NW7 Marca: Siemens

Otro, especifique _____

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

2.8 El sistema cuenta con protección en la parte de la corriente alterna

Si, todas las protecciones Parcialmente No tiene protección

De acuerdo a su respuesta, marque las protecciones con las que cuenta el sistema

Protección contra descargas atmosféricas

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

Protección contra corto-circuito por inversor

Ampacidad: 32 A Capacidad: 400V Modelo: S702

Marca: ABB

Protección contra corto-circuito general

Ampacidad: 40 A Capacidad: 600 V Modelo: HOM 240 CP

Marca: Souvic 0

Otro, especifique _____

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

2.9 El sistema cuenta con sistema de tierras

Sistema aterrizado Sistema flotante Se desconoce

2.10 Tierra física Si No

2.11 Electro de puesta a tierra Si No

Varilla de cobre 7/8 por 3 m Malla de electrodos Electrodo de carbón

Numero de electrodos de puesta a tierra: 0

Los electrodos de puesta a tierra están conectados entre si Si No

Unión del conductor del puesto a tierra con el electrodo de tierra

Unión mecánica Soldadura exotérmica Otra, especifique

2.12 Esta aterrizado cada uno de los marcos de aluminio de los módulos Si No

En caso de ser si, responda lo siguiente

Tipo de conductor Alambre Cable

Tipo de metal Alambre Cable

2.13 Todas las partes metálicas del sistema están aterrizados Si No

III. INSPECCIÓN DEL MÓDULO FOTOVOLTAICO

3.1 Tipo de tecnología fotovoltaica

m-Si p-Si a-Si Otro, especifique _____

Fabricante: DAH Solar Modelo: DHM 72-340

Potencia máxima: 340 W Tolerancia: 0 ~ +5W

Tensión de circuito abierto: 46.5V Tensión en el PPM: 38.2V

Corriente de corto circuito: 9.45A Corriente en el PPM: 8.9A

3.2 Número de celdas

36 48 60 72 Otro, especifique _____

3.3 Los módulos fotovoltaicos cuentan con ficha técnica

Sí No No aplica/ No se distingue

3.4 Los MFV cuentan con certificado de calidad

Sí No No aplica

Tipo de certificado: UL TUV Otro, especifique ISO, FIDF

3.5 La caja de conexión se encuentra en buen estado

Sí No No aplica

3.6 El módulo cuenta con cables de conexión

Sí No No aplica

Tipo de conductor eléctrico: Cable cobre

Calibre del conductor eléctrico: 4 mm²

3.7 Tipo de conectores del módulo fotovoltaico

MC3 MC4 Otro, especifique _____

El módulo fotovoltaico cuenta con marco

Sí No

Tipo de marco: Aluminio Anodizado Otro

Apariencia: En buen estado Un poco deteriorado Muy deteriorado

Adhesivo del marco: Como nuevo No es visible Deteriorado

3.8 Estado físico de los módulos fotovoltaicos

Excelente Bueno Regular Malo

3.9 Existe suciedad/polvo en los módulos

No Poco Abundante

IV. INSPECCIÓN DEL CABLEADO DE CONEXIÓN DEL ARREGLO FOTOVOLTAICO

4.1 Las condiciones del cableado de interconexión se encuentran en:

Buen estado Un poco deteriorado Mal estado

Se crearon bobinas en la interconexión entre módulos Sí No

4.2 El cableado de interconexión se realizó

Sí No

Tipo de tubería

Conduit flexible Conduit rígido No aplica

Otro, especifique _____

Tamaño de la tubería/canalización: 1/2"

Marca: No visible

Es para aplicación exterior

Sí No Otro, especifique _____

4.3 Calibre del conductor eléctrico

10 AWG 12 AWG 14 AWG Otro, especifique _____

Observaciones generales.

Se utilizó pedrería para la estructura de soporte para los módulos, por lo que se veía flexión en la misma y falta de atornillaje

V. INSPECCIÓN DEL CABLEADO DE CONEXIÓN DEL ARREGLO FOTOVOLTAICO HACIA EL INVERSOR (CIRCUITO DE SALIDA DE LAS CADENAS)

5.1 Tipo de cable utilizado cable solar (Cable solar para intemperie, THW-2, THHW) otro, especifique _____

5.2 El cable del circuito de salida de cada cadena tiene doble aislamiento Sí No

5.3 El cableado se realizó a través de tuberías/canalizaciones Sí No

Si la respuesta es Sí, responder a lo siguiente

Tipo de tubería/canalización

Conduit flexible Conduit rígido o aplica

Otro, especifique _____

Tamaño de la tubería/canalización: 1/2"

Marca: No visible

Material: Acero galvanizado

En caso de que la respuesta es No, especifique el método conducción

5.4 Estado físico de los ductos por donde se lleva el cableado

Buena Regular Mala/Deteriorada

5.5 La canalización es

Subterránea Aérea Sobre piso

Observaciones generales:

1. ANEXO: Formato de inspección visual para sistemas fotovoltaicos interconectados a la red

I. DATOS DEL SISTEMA

Nombre del sistema: Tienda #2

Propietario:

Dirección: Colonia Morelos, Morelia, Michoacán

II. INSPECCIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

Potencia instalada: 6.7 kW Configuración del sistema: 10 x 1, 9 x 1

Número de módulos en serie: 10, 9 Número de cadenas en paralelo: 1, 1

2.1 El sistema fotovoltaico se encuentra

Abandonado En reparación/mantenimiento Funcionando

2.2 Tipo de tecnología fotovoltaica

m-Si p-Si a-Si Otra: _____

2.3 Se observan indicios de corrosión en la estructura del sistema fotovoltaico

No se visualizan problemas de corrosión Se observan pequeñas formaciones de corrosión
 La estructura presenta corrosión excesiva

2.4 Se observan problemas de flexión en el sistema fotovoltaico

Existe flexión Poca flexión No presenta flexión

2.5 El sistema fotovoltaico presenta sombreados

Sombreado total Sombreado parcial No hay sombreado

2.6 El sistema fotovoltaico es uniforme (todos sus módulos/cadenas son iguales)

Existen módulos de diferente potencia Las cadenas son la misma potencia

El sistema esta balanceado Otro, especifique Cadenas de dif. potencia

2.7 El sistema cuenta con sistema de protección en la parte de corriente directa

Si, todas las protecciones Parcialmente No tiene protección

De acuerdo a su respuesta, marque las protecciones con las que cuenta el sistema

Protección contra descargas atmosféricas

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

Diodos de paso

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

Protección contra corrientes de retorno

Protección con portafusible desconector Interruptor termomagnético

Diodo de bloqueo

Capacidad: 32 A/100V Modelo: EQHN/32 Marca: ABB

Otro, especifique _____

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

2.8 El sistema cuenta con protección en la parte de la corriente alterna

Si, todas las protecciones Parcialmente No tiene protección

De acuerdo a su respuesta, marque las protecciones con las que cuenta el sistema

Protección contra descargas atmosféricas

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

Protección contra corto-circuito por Inversor

Ampacidad: 32 Capacidad: 400 Modelo: 5207

Marca: ABB

Protección contra corto-circuito general

Ampacidad: 50 A Capacidad: 400 V Modelo: No aplica

Marca: SCORPEO

Otro, especifique _____

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

2.9 El sistema cuenta con sistema de tierras

Sistema aterrizado Sistema flotante Se desconoce

2.10 Tierra física Sí No

2.11 Electro de puesta a tierra Sí No

Varilla de cobre 7/8 por 3 m Malla de electrodos Electrodo de carbón

Numero de electrodos de puesta a tierra: _____

Los electrodos de puesta a tierra están conectados entre sí Sí No

Unión del conductor del puesto a tierra con el electrodo de tierra

Unión mecánica Soldadura exotérmica Otra, especifique

2.12 Esta aterrizado cada uno de los marcos de aluminio de los módulos Sí No

En caso de ser sí, responda lo siguiente

Tipo de conductor Alambre Cable

Tipo de metal Alambre Cable

2.13 Todas las partes metálicas del sistema están aterrizados Sí No

2. INSPECCIÓN DEL MÓDULO FOTOVOLTAICO

3.1 Tipo de tecnología fotovoltaica

a-Si p-Si a-Si Otro, especifique _____

Fabricante: RISEN Modelo: RM71-E-330

Potencia máxima: 330 W Tolerancia: ±5 W

Tensión de circuito abierto: 46.3 V Tensión en el PPM: 36.1

Corriente de corto circuito: 9.25 A Corriente en el PPM: 8.7 A

3.2 Número de células

36 48 50 72 Otro, especifique _____

3.3 Los módulos fotovoltaicos cuentan con ficha técnica

Sí No No aplica/ No se distingue

3.4 Los MPV cuentan con certificado de calidad

Sí No No aplica

Tipo de certificado: UL TÜV Otro, especifique FIDE

3.5 La caja de conexión se encuentra en buen estado

Sí No No aplica

3.6 El módulo cuenta con cables de conexión

Sí No No aplica

Tipo de conductor eléctrico: 1000 20 Ga

Calibre del conductor eléctrico: 4 mm² (2.5 awg)

3.7 Tipo de conectores del módulo fotovoltaico

MC3 MC4 Otro, especifique _____

El módulo fotovoltaico cuenta con marco

Sí No

Tipo de marco: Aluminio Anodizado Otro

Apariencia: En buen estado Un poco deteriorado Muy deteriorado

Adhesivo del marco: Como nuevo No es visible Deteriorado

3.8 Estado físico de los módulos fotovoltaicos

Excelente Bueno Regular Malo

3.9 Existe suciedad/polvo en los módulos

No Poco Abundante

IV. INSPECCIÓN DEL CABLEADO DE CONEXIÓN DEL ARREGLO FOTOVOLTAICO

4.1 Las condiciones del cableado de interconexión se encuentran en:

Buen estado Un poco deteriorado Mal estado

Se crearon bobinas en la interconexión entre módulos Sí No

4.2 El cableado de interconexión se realiza

Sí No

Tipo de tubería

Conduit flexible Conduit rígido No aplica

Otro, especifique _____

Tamaño de la tubería/canalización: 1/2"

Marca: KADIT

Es para aplicación exterior

Sí No Otro, especifique _____

4.3 Calibre del conductor eléctrico

10 AWG 12 AWG 14 AWG Otro, especifique _____

Marca: FORCA

Material: Acero galvanizado

En caso de que la respuesta es No, especifique el método conducción

5.4 Estado físico de los ductos por donde se lleva el cableado

Buena Regular Mala/Deteriorada

5.5 La canalización es

Subterránea Aérea Sobre piso

Observaciones generales:

1. ANEXO: Formato de inspección visual para sistemas fotovoltaicos interconectados a la red

I. DATOS DEL SISTEMA

Nombre del sistema: Tienda # 3

Propietario:

Dirección: Colonia Boca Negra, Morelia, Mich.

II. INSPECCIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

Potencia instalada: 3.30 Kw Configuración del sistema: 10 X 1

Número de módulos en serie: 10 Número de cadenas en paralelo: 1

2.1 El sistema fotovoltaico se encuentra

Abandonado En reparación/mantenimiento Funcionando

2.2 Tipo de tecnología fotovoltaica

m-Si p-Si a-Si Otra: _____

2.3 Se observan indicios de corrosión en la estructura del sistema fotovoltaico

No se visualizan problemas de corrosión Se observan pequeñas formaciones de corrosión
 La estructura presenta corrosión excesiva

2.4 Se observan problemas de flexión en el sistema fotovoltaico

Existe flexión Poca flexión No presenta flexión

2.5 El sistema fotovoltaico presenta sombreados

Sombreado total Sombreado parcial No hay sombreado

2.6 El sistema fotovoltaico es uniforme (todos sus módulos/cadenas son iguales)

Existen módulos de diferente potencia Las cadenas son la misma potencia

El sistema esta balanceado Otro, especifique _____

2.7 El sistema cuenta con sistema de protección en la parte de corriente directa

Sí, todas las protecciones Parcialmente No tiene protección

De acuerdo a su respuesta, marque las protecciones con las que cuenta el sistema

Protección contra descargas atmosféricas

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

Diodos de paso

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

Protección contra corrientes de retorno

Protección con portafusible desconector Interruptor termomagnético

Diodo de bloqueo

Capacidad: 32 A / 600V Modelo: ES1HN/32 Marca: ABB

Otro, especifique _____

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

2.8 El sistema cuenta con protección en la parte de la corriente alterna

Sí, todas las protecciones Parcialmente No tiene protección

De acuerdo a su respuesta, marque las protecciones con las que cuenta el sistema

Protección contra descargas atmosféricas

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

Protección contra corto-circuito por inversor

Ampacidad: 32 A Capacidad: 400V Modelo: S202

Marca: ABB

Protección contra corto-circuito general

Ampacidad: 50 A Capacidad: 60 V Modelo: QC150

Marca: SONO

Otro, especifique _____

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

2.9 El sistema cuenta con sistema de tierras

Sistema aterrizado Sistema flotante Se desconoce

2.10 Tierra física Si No

2.11 Electro de puesta a tierra Si No

Varilla de cobre 7/8 por 3 m Malla de electrodos Electrodo de carbón

Numero de electrodos de puesta a tierra: 1

Los electrodos de puesta a tierra están conectados entre sí Si No

Unión del conductor del puesto a tierra con el electrodo de tierra

Unión mecánica Soldadura exotérmica Otra, especifique _____

2.12 Esta aterrizado cada uno de los marcos de aluminio de los módulos Si No

En caso de ser si, responda lo siguiente

Tipo de conductor Alambre Cable

Tipo de metal Alambre Cable

2.13 Todas las partes metálicas del sistema están aterrizados Si No

III. INSPECCIÓN DEL MÓDULO FOTOVOLTAICO

3.1 Tipo de tecnología fotovoltaica

m-Si p-Si a-Si Otro, especifique _____

Fabricante: RISEN Modelo: RSM76-6-330P

Potencia máxima: 330 W Tolerancia: -1.5%

Tensión de circuito abierto: 46.3 V Tensión en el PPM: 38.1

Corriente de corto circuito: 9.25 A Corriente en el PPM: 8.70 A

3.2 Número de celdas

36 48 60 72 Otro, especifique _____

3.3 Los módulos fotovoltaicos cuentan con ficha técnica

Sí No No aplica/ No se distingue

3.4 Los MFV cuentan con certificado de calidad

Sí No No aplica

Tipo de certificado: UL TUV Otro, especifique FIDE

3.5 La caja de conexión se encuentra en buen estado

Sí No No aplica

3.6 El módulo cuenta con cables de conexión

Sí No No aplica

Tipo de conductor eléctrico: Cable solar

Calibre del conductor eléctrico: 4 mm²

3.7 Tipo de conectores del módulo fotovoltaico

MC3 MC4 Otro, especifique _____

El módulo fotovoltaico cuenta con marco

Sí No

Tipo de marco: Aluminio Anodizado Otro

Apariencia: En buen estado Un poco deteriorado Muy deteriorado

Adhesivo del marco: Como nuevo No es visible Deteriorado

3.8 Estado físico de los módulos fotovoltaicos

Excelente Bueno Regular Malo

3.9 Existe suciedad/polvo en los módulos

No Poco Abundante

IV. INSPECCIÓN DEL CABLEADO DE CONEXIÓN DEL ARREGLO FOTOVOLTAICO

4.1 Las condiciones del cableado de interconexión se encuentran en:

Buen estado Un poco deteriorado Mal estado

Se crearon bobinas en la interconexión entre módulos Sí No

4.2 El cableado de interconexión se realizó

Sí No

Tipo de tubería

Conduit flexible Conduit rígido No aplica

Otro, especifique _____

Tamaño de la tubería/canalización: 1/2"

Marca: Kobrex

Es para aplicación exterior

Sí No Otro, especifique _____

4.3 Calibre del conductor eléctrico

10 AWG 12 AWG 14 AWG Otro, especifique _____

Observaciones generales.

V. INSPECCIÓN DEL CABLEADO DE CONEXIÓN DEL ARREGLO FOTOVOLTAICO HACIA EL INVERSOR (CIRCUITO DE SALIDA DE LAS CADENAS)

5.1 Tipo de cable utilizado Cable solar (Cable solar para intemperie, THW-2, THHW) otro, especifique _____

5.2 El cable del circuito de salida de cada cadena tiene doble aislamiento Sí No

5.3 El cableado se realizó a través de tuberías/canalizaciones Sí No

Si la respuesta es Sí, responder a lo siguiente

Tipo de tubería/canalización

Conduit flexible Conduit rígido o aplica

Otro, especifique _____

Tamaño de la tubería/canalización: 1/2"

Marca: Polbrck

Material: Acero galvanizado

En caso de que la respuesta es No, especifique el método conducción

5.4 Estado físico de los ductos por donde se lleva el cableado

Buena Regular Mala/Deteriorada

5.5 La canalización es

Subterránea Aérea Sobre piso

Observaciones generales:

1. ANEXO: Formato de inspección visual para sistemas fotovoltaicos interconectados a la red

I. DATOS DEL SISTEMA

Nombre del sistema: Hotel

Propietario:

Dirección: Lago 4, Moctezuma, Michoacán

II. INSPECCIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

Potencia instalada: 5.44 kW Configuración del sistema: 8x1, 9x1

Número de módulos en serie: 8, 9 Número de cadenas en paralelo: 1, 1

2.1 El sistema fotovoltaico se encuentra

Abandonado En reparación/mantenimiento Funcionando

2.2 Tipo de tecnología fotovoltaica

m-Si p-Si a-Si Otra: _____

2.3 Se observan indicios de corrosión en la estructura del sistema fotovoltaico

No se visualizan problemas de corrosión Se observan pequeñas formaciones de corrosión
 La estructura presenta corrosión excesiva

2.4 Se observan problemas de flexión en el sistema fotovoltaico

Existe flexión Poca flexión No presenta flexión

2.5 El sistema fotovoltaico presenta sombreados

Sombreado total Sombreado parcial No hay sombreado

2.6 El sistema fotovoltaico es uniforme (todos sus módulos/cadenas son iguales)

Existen módulos de diferente potencia Las cadenas son la misma potencia

El sistema está balanceado Otro, especifique cadenas desbalanceadas

2.7 El sistema cuenta con sistema de protección en la parte de corriente directa

Si, todas las protecciones Parcialmente No tiene protección

De acuerdo a su respuesta, marque las protecciones con las que cuenta el sistema

Protección contra descargas atmosféricas

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

Diodos de paso

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

Protección contra corrientes de retorno

Protección con portafusible desconector Interruptor termomagnético

Diodo de bloqueo

Capacidad: 400 V/32A Modelo: 3NW7 Marca: SIEMENS

Otro, especifique _____

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

2.8 El sistema cuenta con protección en la parte de la corriente alterna

Si, todas las protecciones Parcialmente No tiene protección

De acuerdo a su respuesta, marque las protecciones con las que cuenta el sistema

Protección contra descargas atmosféricas

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

Protección contra corto-circuito por inversor

Ampacidad: 40 A Capacidad: 400 V Modelo: 5S36320-75C

Marca: SIEMENS

Protección contra corto-circuito general

Amperacidad 50 A Capacidad 400 V Modelo QOW 130

Marca Spence D

Otro, especifique

Capacidad: Modelo: Marca: —

2.9 El sistema cuenta con sistema de tierras

Sistema aterrizado Sistema flotante Se desconoce

2.10 Tierra física Si No

2.11 Electro de puesta a tierra Si No

Varilla de cobre 7/8 por 3 m Malla de electrodos Electrodo de carbón

Numero de electrodos de puesta a tierra: _____

Los electrodos de puesta a tierra están conectados entre si Si No

Unión del conductor del puesto a tierra con el electrodo de tierra

Unión mecánica Soldadura exotérmica Otra, especifique

2.12 Esta aterrizado cada uno de los marcos de aluminio de los módulos Si No

En caso de ser si, responda lo siguiente

Tipo de conductor Alambre Cable

Tipo de metal Alambre Cable

2.13 Todas las partes metálicas del sistema están aterrizados Si No

III. INSPECCIÓN DEL MÓDULO FOTOVOLTAICO

3.1 Tipo de tecnología fotovoltaica

m Si p Si a Si Otro, especifique _____

Fabricante: SolarCC Modelo: S 72 PC - 320

Potencia máxima: 320 W Tolerancia: +3%

Tensión de circuito abierto: 45.66 Tensión en el PPM: 36.99

Corriente de corto circuito: 8.89 Corriente en el PPM: 8.38

3.2 Número de celdas

36 48 60 72 Otro, especifique _____

3.3 Los módulos fotovoltaicos cuentan con ficha técnica

Sí No No aplica/ No se distingue

3.4 Los MFV cuentan con certificado de calidad

Sí No No aplica

Tipo de certificado: UL TUV Otro, especifique _____

3.5 La caja de conexión se encuentra en buen estado

Sí No No aplica

3.6 El módulo cuenta con cables de conexión

Sí No No aplica

Tipo de conductor eléctrico: Cable solar

Calibre del conductor eléctrico: 4 mm²

3.7 Tipo de conectores del módulo fotovoltaico

MC3 MC4 Otro, especifique _____

El módulo fotovoltaico cuenta con marco

Sí No

Tipo de marco: Aluminio Anodizado Otro

Apariencia: En buen estado Un poco deteriorado Muy deteriorado

Adhesivo del marco: Como nuevo No es visible Deteriorado

3.8 Estado físico de los módulos fotovoltaicos

Excelente Bueno Regular Malo

3.9 Existe suciedad/polvo en los módulos

No Poco Abundante

IV. INSPECCIÓN DEL CABLEADO DE CONEXIÓN DEL ARREGLO FOTOVOLTAICO

4.1 Las condiciones del cableado de interconexión se encuentran en:

Buen estado Un poco deteriorado Mal estado

Se crearon bobinas en la interconexión entre módulos Sí No

4.2 El cableado de interconexión se realizó

Sí No

Tipo de tubería

Conduit flexible Conduit rígido No aplica

Otro, especifique _____

Tamaño de la tubería/canalización: 1/2"

Marca: No Visible

Es para aplicación exterior

Sí No Otro, especifique _____

4.3 Calibre del conductor eléctrico

10 AWG 12 AWG 14 AWG Otro, especifique _____

Observaciones generales.

Se notaba bastante tiempo sin una limpieza en los medidores

V. INSPECCIÓN DEL CABLEADO DE CONEXIÓN DEL ARREGLO FOTOVOLTAICO HACIA EL INVERSOR (CIRCUITO DE SALIDA DE LAS CADENAS)

5.1 Tipo de cable utilizado Cable solar (Cable solar para intemperie, THW-2, THHW) otro, especifique _____

5.2 El cable del circuito de salida de cada cadena tiene doble aislamiento Sí No

5.3 El cableado se realizó a través de tuberías/canalizaciones Sí No

Si la respuesta es Sí, responder a lo siguiente

Tipo de tubería/canalización

Conduit flexible Conduit rígido o aplica

Otro, especifique _____

Tamaño de la tubería/canalización: 1/2"

Marca: No visible

Material: Acero galvanizado

En caso de que la respuesta es No, especifique el método conducción

5.4 Estado físico de los ductos por donde se lleva el cableado

Buena Regular Mala/Deteriorada

5.5 La canalización es

Subterránea Aérea Sobre piso

Observaciones generales:

1. ANEXO: Formato de inspección visual para sistemas fotovoltaicos interconectados a la red

I. DATOS DEL SISTEMA

Nombre del sistema: Heladero

Propietario:

Dirección: Juan de la Batiera, Morelia, Michoacán.

II. INSPECCIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

Potencia instalada: 12 87 Kw Configuración del sistema: 10³ x 3, 9x1

Número de módulos en serie: 10, 9 Número de cadenas en paralelo: 3, 1

2.1 El sistema fotovoltaico se encuentra

Abandonado En reparación/mantenimiento Funcionando

2.2 Tipo de tecnología fotovoltaica

m-Si p-Si a-Si Otra: _____

2.3 Se observan indicios de corrosión en la estructura del sistema fotovoltaico

No se visualizan problemas de corrosión Se observan pequeñas formaciones de corrosión
 La estructura presenta corrosión excesiva

2.4 Se observan problemas de flexión en el sistema fotovoltaico

Existe flexión Poca flexión No presenta flexión

2.5 El sistema fotovoltaico presenta sombreados

Sombreado total Sombreado parcial No hay sombreado

2.6 El sistema fotovoltaico es uniforme (todos sus módulos/cadenas son iguales)

Existen módulos de diferente potencia Las cadenas son la misma potencia

El sistema esta balanceado Otro, especifique Sistema con corrector

2.7 El sistema cuenta con sistema de protección en la parte de corriente directa

Si, todas las protecciones Parcialmente No tiene protección

De acuerdo a su respuesta, marque las protecciones con las que cuenta el sistema

Protección contra descargas atmosféricas

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

Diodos de paso

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

Protección contra corrientes de retorno

Protección con portafusible desconector Interruptor termomagnético

Diodo de bloqueo

Capacidad: 32 A/600V Modelo: E9HN/192 Marca: ABB

Otro, especifique _____

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

2.8 El sistema cuenta con protección en la parte de la corriente alterna

Si, todas las protecciones Parcialmente No tiene protección

De acuerdo a su respuesta, marque las protecciones con las que cuenta el sistema

Protección contra descargas atmosféricas

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

Protección contra corto-circuito por inversor

Ampacidad: 63 A Capacidad: 600 V Modelo: S202

Marca: ABB

Protección contra corto-circuito general

Ampacidad: 50 A Capacidad: 400 V Modelo: Q0W130

Marca: ABB

Otro, especifique _____

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

2.9 El sistema cuenta con sistema de tierras

Sistema aterrizado Sistema flotante Se desconoce

2.10 Tierra física Sí No

2.11 Electro de puesta a tierra Sí No

Varilla de cobre 7/8 por 3 m Malla de electrodos Electrodo de carbón

Numero de electrodos de puesta a tierra: 1

Los electrodos de puesta a tierra están conectados entre sí Sí No

Unión del conductor del puesto a tierra con el electrodo de tierra

Unión mecánica Soldadura exotérmica Otra, especifique

2.12 Esta aterrizado cada uno de los marcos de aluminio de los módulos Sí No

En caso de ser sí, responda lo siguiente

Tipo de conductor Alambre Cable

Tipo de metal Alambre Cable

2.13 Todas las partes metálicas del sistema están aterrizados Sí No

III. INSPECCIÓN DEL MÓDULO FOTOVOLTAICO

3.1 Tipo de tecnología fotovoltaica

m-Si p-Si a-Si Otro, especifique _____

Fabricante: DAH - Solar Modelo: dhm-72-320

Potencia máxima: ~~325 W~~ 325 W Tolerancia: +5%

Tensión de circuito abierto: 45.9V Tensión en el PPM: 37.3V

Corriente de corto circuito: 9.17A Corriente en el PPM: 8.72A

3.2 Número de celdas

36 48 60 72 Otro, especifique _____

3.3 Los módulos fotovoltaicos cuentan con ficha técnica

Si No No aplica/ No se distingue

3.4 Los MFV cuentan con certificado de calidad

Si No No aplica

Tipo de certificado: UL TUV Otro, especifique FIDE

3.5 La caja de conexión se encuentra en buen estado

Si No No aplica

3.6 El módulo cuenta con cables de conexión

Si No No aplica

Tipo de conductor eléctrico: Cable solar

Calibre del conductor eléctrico: 12 AWG

3.7 Tipo de conectores del módulo fotovoltaico

MC3 MC4 Otro, especifique _____

El módulo fotovoltaico cuenta con marco

Sí No

Tipo de marco Aluminio Anodizado Otro

Apariencia En buen estado Un poco deteriorado Muy deteriorado

Adhesivo del marco Como nuevo No es visible Deteriorado

3.8 Estado físico de los módulos fotovoltaicos

Excelente Bueno Regular Malo

3.9 Existe suciedad/polvo en los módulos

No Poco Abundante

IV. INSPECCIÓN DEL CABLEADO DE CONEXIÓN DEL ARREGLO FOTOVOLTAICO

4.1 Las condiciones del cableado de interconexión se encuentran en:

Buen estado Un poco deteriorado Mal estado

Se crearon bobinas en la interconexión entre módulos Sí No

4.2 El cableado de interconexión se realizó

Sí No

Tipo de tubería

Conduit flexible Conduit rígido No aplica

Otro, especifique _____

Tamaño de la tubería/canalización: 1 1/2

Marca: Foxon X

Es para aplicación exterior

Sí No Otro, especifique _____

4.3 Calibre del conductor eléctrico

10 AWG 12 AWG 14 AWG Otro, especifique _____

Observaciones generales.

Solo la prueba hecha en poco de tiempo
en los puntos

V. INSPECCIÓN DEL CABLEADO DE CONEXIÓN DEL ARREGLO FOTOVOLTAICO HACIA EL INVERSOR (CIRCUITO DE SALIDA DE LAS CADENAS)

5.1 Tipo de cable utilizado Cable solar (Cable solar para intemperie, THW-2, THHW) otro, especifique _____

5.2 El cable del circuito de salida de cada cadena tiene doble aislamiento Sí No

5.3 El cableado se realizó a través de tuberías/canalizaciones Sí No

Si la respuesta es Sí, responder a lo siguiente

Tipo de tubería/canalización

Conduit flexible Conduit rígido o aplica

Otro, especifique _____

Tamaño de la tubería/canalización: 1"

Marca: Fobix

Material: Acero galvanizado

En caso de que la respuesta es No, especifique el método conducción

5.4 Estado físico de los ductos por donde se lleva el cableado

Buena Regular Mala/Deteriorada

5.5 La canalización es

Subterránea Aérea Sobre piso

Observaciones generales:

1. ANEXO: Formato de inspección visual para sistemas fotovoltaicos interconectados a la red

I. DATOS DEL SISTEMA

Nombre del sistema: Colmexera

Propietario:

Dirección: Nueva Venezuela, Morelia, Michoacán

II. INSPECCIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

Potencia instalada: 5.914 W Configuración del sistema: 9/2

Número de módulos en serie: 9 Número de cadenas en paralelo: 2

2.1 El sistema fotovoltaico se encuentra

Abandonado En reparación/mantenimiento Funcionando

2.2 Tipo de tecnología fotovoltaica

m-Si p-Si a-Si Otra: _____

2.3 Se observan indicios de corrosión en la estructura del sistema fotovoltaico

No se visualizan problemas de corrosión Se observan pequeñas formaciones de corrosión
 La estructura presenta corrosión excesiva

2.4 Se observan problemas de flexión en el sistema fotovoltaico

Existe flexión Poca flexión No presenta flexión

2.5 El sistema fotovoltaico presenta sombreados

Sombreado total Sombreado parcial No hay sombreado

2.6 El sistema fotovoltaico es uniforme (todos sus módulos/cadenas son iguales)

Existen módulos de diferente potencia Las cadenas son la misma potencia

El sistema está balanceado Otro, especifique: _____

2.7 El sistema cuenta con sistema de protección en la parte de corriente directa

Si, todas las protecciones Parcialmente No tiene protección

De acuerdo a su respuesta, marque las protecciones con las que cuenta el sistema

Protección contra descargas atmosféricas

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

Diodos de paso

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

Protección contra corrientes de retorno

Protección con portafusible desconector Interruptor termomagnético

Diodo de bloqueo

Capacidad: 32 A/600V Modelo: E91HN132 Marca: ABB

Otro, especifique _____

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

2.8 El sistema cuenta con protección en la parte de la corriente alterna

Si, todas las protecciones Parcialmente No tiene protección

De acuerdo a su respuesta, marque las protecciones con las que cuenta el sistema

Protección contra descargas atmosféricas

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

Protección contra corto-circuito por inversor

Ampacidad: 40 A Capacidad: 400 V Modelo: 5202

Marca: ABB

Protección contra corto-circuito general

Ampacidad: 40 A Capacidad: 120/240 Modelo: QOWL30

Marca: SOVO

Otro, especifique _____

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

2.9 El sistema cuenta con sistema de tierras

Sistema aterrizado Sistema flotante Se desconoce

2.10 Tierra física Si No

2.11 Electro de puesta a tierra Si No

Varilla de cobre 7/8 por 3 m Malla de electrodos Electrodo de carbón

Numero de electrodos de puesta a tierra: 1

Los electrodos de puesta a tierra están conectados entre si Si No

Unión del conductor del puesto a tierra con el electrodo de tierra

Unión mecánica Soldadura exotérmica Otra, especifique

2.12 Esta aterrizado cada uno de los marcos de aluminio de los módulos Si No

En caso de ser sí, responda lo siguiente

Tipo de conductor Alambre Cable

Tipo de metal Alambre Cable

2.13 Todas las partes metálicas del sistema están aterrizados Si No

III. INSPECCIÓN DEL MÓDULO FOTOVOLTAICO

3.1 Tipo de tecnología fotovoltaica

m-Si p-Si a-Si Otro, especifique _____

Fabricante: RISEN Modelo: RSM72-6-330P

Potencia máxima: 330W Tolerancia: 5%

Tensión de circuito abierto: 46.3 Tensión en el PPM: 38.1

Corriente de corto circuito: 9.25 Corriente en el PPM: 8.7

3.2 Número de celdas

36 48 60 72 Otro, especifique _____

3.3 Los módulos fotovoltaicos cuentan con ficha técnica

Sí No No aplica/ No se distingue

3.4 Los MFV cuentan con certificado de calidad

Sí No No aplica

Tipo de certificado: UL TUV Otro, especifique TUE

3.5 La caja de conexión se encuentra en buen estado

Sí No No aplica

3.6 El módulo cuenta con cables de conexión

Sí No No aplica

Tipo de conductor eléctrica: Cable fotovoltaico

Calibre del conductor eléctrico: 4 mm²

3.7 Tipo de conectores del módulo fotovoltaico

MC3 MC4 Otro, especifique _____

El módulo fotovoltaico cuenta con marco

Sí No

Tipo de marco: Aluminio Anodizado Otro

Apariencia: En buen estado Un poco deteriorado Muy deteriorado

Adhesivo del marco: Como nuevo No es visible Deteriorado

3.8 Estado físico de los módulos fotovoltaicos

Excelente Bueno Regular Malo

3.9 Existe suciedad/polvo en los módulos

No Poco Abundante

IV. INSPECCIÓN DEL CABLEADO DE CONEXIÓN DEL ARREGLO FOTOVOLTAICO

4.1 Las condiciones del cableado de interconexión se encuentran en:

Buen estado Un poco deteriorado Mal estado

Se crearon bobinas en la interconexión entre módulos Sí No

4.2 El cableado de interconexión se realizó

Sí No

Tipo de tubería

Conduit flexible Conduit rígido No aplica

Otro, especifique _____

Tamaño de la tubería/canalización: 1/2"

Marca: No visible

Es para aplicación exterior

Sí No Otro, especifique _____

4.3 Calibre del conductor eléctrico

10 AWG 12 AWG 14 AWG Otro, especifique _____

Observaciones generales.

V. INSPECCIÓN DEL CABLEADO DE CONEXIÓN DEL ARREGLO FOTOVOLTAICO HACIA EL INVERSOR (CIRCUITO DE SALIDA DE LAS CADENAS)

5.1 Tipo de cable utilizado Cable solar (Cable solar para intemperie, THW-2, THHW) otro, especifique _____

5.2 El cable del circuito de salida de cada cadena tiene doble aislamiento Sí No

5.3 El cableado se realizó a través de tuberías/canalizaciones Sí No

Si la respuesta es Sí, responder a lo siguiente

Tipo de tubería/canalización

Conduit flexible Conduit rígido No aplica

Otro, especifique _____

Tamaño de la tubería/canalización: 1/2"

Marca: No vaide

Material: Acero galvanizado

En caso de que la respuesta es No, especifique el método conducción

5.4 Estado físico de los ductos por donde se lleva el cableado

Buena Regular Mala/Deteriorada

5.5 La canalización es

Subterránea Aérea Sobre piso

Observaciones generales:

1. ANEXO: Formato de inspección visual para sistemas fotovoltaicos interconectados a la red

I. DATOS DEL SISTEMA

Nombre del sistema: Tienda A-4

Propietario:

Dirección: Cov. Pucallpa, Moche Mich

II. INSPECCIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

Potencia instalada: 3.96 kW Configuración del sistema: 12 x 1

Número de módulos en serie: 12 Número de cadenas en paralelo: 1

2.1 El sistema fotovoltaico se encuentra

Abandonado En reparación/mantenimiento Funcionando

2.2 Tipo de tecnología fotovoltaica

m-Si p-Si a-Si Otra: _____

2.3 Se observan indicios de corrosión en la estructura del sistema fotovoltaico

No se visualizan problemas de corrosión Se observan pequeñas formaciones de corrosión
 La estructura presenta corrosión excesiva

2.4 Se observan problemas de flexión en el sistema fotovoltaico

Existe flexión Poca flexión No presenta flexión

2.5 El sistema fotovoltaico presenta sombreados

Sombreado total Sombreado parcial No hay sombreado

2.6 El sistema fotovoltaico es uniforme (todos sus módulos/cadenas son iguales)

Existen módulos de diferente potencia Las cadenas son la misma potencia

El sistema está balanceado Otro, especifique _____

2.7 El sistema cuenta con sistema de protección en la parte de corriente directa

Sí, todas las protecciones Parcialmente No tiene protecciones

De acuerdo a su respuesta, marque las protecciones con las que cuenta el sistema

Protección contra descargas atmosféricas

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

Diodos de paso

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

Protección contra corrientes de retorno

Protección con portafusible desconector Interruptor termomagnético

Diodo de bloqueo

Capacidad: 32A/600V Modelo: 3NW7 Marca: SICKES

Otro, especifique _____

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

2.8 El sistema cuenta con protección en la parte de la corriente alterna

Sí, todas las protecciones Parcialmente No tiene protección

De acuerdo a su respuesta, marque las protecciones con las que cuenta el sistema

Protección contra descargas atmosféricas

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

Protección contra corto-circuito por inversor

Ampacidad 32A Capacidad 400V Modelo: S2563

Marca: SICKES

Protección contra corto-circuito general

Ampacidad: 40 A Capacidad: 600 V Modelo: QO.W130

Marca: SQO

Otro, especifique _____

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

2.9 El sistema cuenta con sistema de tierras

Sistema aterrizado Sistema flotante Se desconoce

2.10 Tierra física Sí No

2.11 Electro de puesta a tierra Sí No

Varilla de cobre 7/8 por 3 m Malla de electrodos Electrodo de carbón

Numero de electrodos de puesta a tierra: _____

Los electrodos de puesta a tierra están conectados entre sí Sí No

Unión del conductor del puesto a tierra con el electrodo de tierra

Unión mecánica Soldadura exotérmica Otra, especifique

2.12 Esta aterrizado cada uno de los marcos de aluminio de los módulos Sí No

En caso de ser sí, responda lo siguiente

Tipo de conductor Alambre Cable

Tipo de metal Alambre Cable

2.13 Todas las partes metálicas del sistema están aterrizados Sí No

III. INSPECCIÓN DEL MÓDULO FOTOVOLTAICO

3.1 Tipo de tecnología fotovoltaica

m-Si p-Si a Si Otro, especifique _____

Fabricante: RISEN Modelo: RSMT2-6-330P

Potencia máxima: ~~330W~~ 330W Tolerancia: +5%

Tensión de circuito abierto: 46.3V Tensión en el PPM: 38.1V

Corriente de corto circuito: 9.25A Corriente en el PPM: 8.7A

3.2 Número de celdas

36 48 60 72 Otro, especifique _____

3.3 Los módulos fotovoltaicos cuentan con ficha técnica

Sí No No aplica/ No se distingue

3.4 Los MFV cuentan con certificado de calidad

Sí No No aplica

Tipo de certificado: UL TUV Otro, especifique FIDE

3.5 La caja de conexión se encuentra en buen estado

Sí No No aplica

3.6 El módulo cuenta con cables de conexión

Sí No No aplica

Tipo de conductor eléctrico: Cable solar

Calibre del conductor eléctrico: 4 mm²

3.7 Tipo de conectores del módulo fotovoltaico

MC3 MC4 Otro, especifique _____

El módulo fotovoltaico cuenta con marco

Sí No

Tipo de marco Aluminio Anodizado Otro

Avanzencia: En buen estado Un poco deteriorado Muy deteriorado

Adhesivo del marco Como nuevo No es visible Deteriorado

3.8 Estado físico de los módulos fotovoltaicos

Excelente Bueno Regular Malo

3.9 Existe suciedad/polvo en los módulos

No Poco Abundante

IV. INSPECCIÓN DEL CABLEADO DE CONEXIÓN DEL ARREGLO FOTOVOLTAICO

4.1 Las condiciones del cableado de interconexión se encuentran en:

Buen estado Un poco deteriorado Mal estado

Se crearon bobinas en la interconexión entre módulos Sí No

4.2 El cableado de interconexión se realiza

Sí No

Tipo de tubería

Conduit flexible Conduit rígido No aplica

Otra, especifique _____

Tamaño de la tubería/canalización: 1 1/2"

Marca: Kobac

Es para aplicación exterior

Sí No Otro, especifique _____

4.3 Calibre del conductor eléctrico

10 AWG 12 AWG 14 AWG Otro, especifique _____

Observaciones generales.

V. INSPECCIÓN DEL CABLEADO DE CONEXIÓN DEL ARREGLO FOTOVOLTAICO HACIA EL INVERSOR (CIRCUITO DE SALIDA DE LAS CADENAS)

5.1 Tipo de cable utilizado Cable solar (Cable solar para Intemperie, THW-2, THHW) otro, especifique _____

5.2 El cable del circuito de salida de cada cadena tiene doble aislamiento Sí No

5.3 El cableado se realizó a través de tuberías/canalizaciones Sí No

Si la respuesta es Sí, responder a lo siguiente

Tipo de tubería/canalización

Conduit flexible Conduit rígido o aplica

Otro, especifique _____

Tamaño de la tubería/canalización: 1/2"

Marca: Cobre

Material: Acero galvanizado

En caso de que la respuesta es No, especifique el método conducción

5.4 Estado físico de los ductos por donde se lleva el cableado

Buena Regular Mala/Deteriorada

5.5 La canalización es

Subterránea Aérea Sobre piso

Observaciones generales:

1. ANEXO: Formato de inspección visual para sistemas fotovoltaicos interconectados a la red

I. DATOS DEL SISTEMA

Nombre del sistema: Tienda # 5

Propietario:

Dirección: Cov. Quinceo Poblado, Morelia Mich.

II. INSPECCIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

Potencia instalada: 3.3 kW Configuración del sistema: 10 x 1

Número de módulos en serie: 10 Número de cadenas en paralelo: 1

2.1 El sistema fotovoltaico se encuentra

Abandonado En reparación/mantenimiento Funcionando

2.2 Tipo de tecnología fotovoltaica

m-Si p-Si a-Si Otra: _____

2.3 Se observan indicios de corrosión en la estructura del sistema fotovoltaico

No se visualizan problemas de corrosión Se observan pequeñas formaciones de corrosión
 La estructura presenta corrosión excesiva

2.4 Se observan problemas de flexión en el sistema fotovoltaico

Existe flexión Poca flexión No presenta flexión

2.5 El sistema fotovoltaico presenta sombreados

Sombreado total Sombreado parcial No hay sombreado

2.6 El sistema fotovoltaico es uniforme (todos sus módulos/cadenas son iguales)

Existen módulos de diferente potencia Las cadenas son la misma potencia

El sistema esta balanceado Otro, especifique _____

2.7 El sistema cuenta con sistema de protección en la parte de corriente directa

Sí, todas las protecciones Parcialmente No tiene protección

De acuerdo a su respuesta, marque las protecciones con las que cuenta el sistema

Protección contra descargas atmosféricas

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

Diodos de paso

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

Protección contra corrientes de retorno

Protección con portafusible desconector Interruptor termomagnético

Diodo de bloqueo

Capacidad: 32 A 1600V Modelo: E94HM32 Marca: ABB

Otro, especifique _____

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

2.8 El sistema cuenta con protección en la parte de la corriente alterna

Sí, todas las protecciones Parcialmente No tiene protección

De acuerdo a su respuesta, marque las protecciones con las que cuenta el sistema

Protección contra descargas atmosféricas

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

Protección contra corto-circuito por inversor

Ampacidad: 32 A Capacidad: 400 V Modelo: 5536320

Marca: Siemens

Protección contra corto-circuito general

Ampacidad: 50 A Capacidad: 400 v Modelo: HOM 240CP

Marca: SQD

Otro, especifique _____

Capacidad: _____ Modelo: _____ Marca: _____

2.9 El sistema cuenta con sistema de tierras

Sistema aterrizado Sistema flotante Se desconoce

2.10 Tierra física Si No

2.11 Electro de puesta a tierra Si No

Varilla de cobre 7/8 por 3 m Malla de electrodos Electrodo de carbón

Numero de electrodos de puesta a tierra: _____

Los electrodos de puesta a tierra están conectados entre sí Si No

Unión del conductor del puesto a tierra con el electrodo de tierra

Unión mecánica Soldadura exotérmica Otra, especifique

2.12 Esta aterrizado cada uno de los marcos de aluminio de los módulos Si No

En caso de ser sí, responda lo siguiente

Tipo de conductor Alambre Cable

Tipo de metal Alambre Cable

2.13 Todas las partes metálicas del sistema están aterrizados Si No

III. INSPECCIÓN DEL MÓDULO FOTOVOLTAICO

3.1 Tipo de tecnología fotovoltaica

m-Si p-Si a-Si Otro, especifique _____

Fabricante: RISEN Modelo: RSM72-6-330P

Potencia máxima: 330 W Tolerancia: ±5%

Tensión de circuito abierto: 43 V Tensión en el PPM: 34.5 V

Corriente de corto circuito: 7.49 Corriente en el PPM: 7.13

3.2 Número de celdas

36 48 60 72 Otro, especifique _____

3.3 Los módulos fotovoltaicos cuentan con ficha técnica

Sí No No aplica/ No se distingue

3.4 Los MFV cuentan con certificado de calidad

Sí No No aplica

Tipo de certificado: UL TUV Otro, especifique FIDE

3.5 La caja de conexión se encuentra en buen estado

Sí No No aplica

3.6 El módulo cuenta con cables de conexión

Sí No No aplica

Tipo de conductor eléctrico: Cable solar

Calibre del conductor eléctrico: 4 mm²

3.7 Tipo de conectores del módulo fotovoltaico

MC3 MC4 Otro, especifique _____

El módulo fotovoltaico cuenta con marco

Si No

Tipo de marco: Aluminio Anodizado Otro

Apariencia: En buen estado Un poco deteriorado Muy deteriorado

Adhesivo del marco: Como nuevo No es visible Deteriorado

3.8 Estado físico de los módulos fotovoltaicos

Excelente Bueno Regular Malo

3.9 Existe suciedad/polvo en los módulos

No Poco Abundante

IV. INSPECCIÓN DEL CABLEADO DE CONEXIÓN DEL ARREGLO FOTOVOLTAICO

4.1 Las condiciones del cableado de interconexión se encuentran en:

Buen estado Un poco deteriorado Mal estado

Se crearon bobinas en la interconexión entre módulos Si No

4.2 El cableado de interconexión se realizó

Si No

Tipo de tubería

Conduit flexible Conduit rígido No aplica

Otro, especifique _____

Tamaño de la tubería/canalización: 1/2"

Marca: Edorox

Es para aplicación exterior

Si No Otro, especifique _____

4.3 Calibre del conductor eléctrico

10 AWG 12 AWG 14 AWG Otro, especifique _____

Marca: Fabrick

Material: Acero galvanizado

En caso de que la respuesta es No, especifique el método conducción

5.4 Estado físico de los ductos por donde se lleva el cableado

Buena Regular Mala/Deteriorada

5.5 La canalización es

Subterránea Aérea Sobre piso

Observaciones generales:
