

TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO.

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ.

INFORME TÉCNICO DE RESIDENCIA PROFESIONAL.

INGENIERÍA ELÉCTRICA.

PRESENTA:

VILLATORO GARCÍA ERICK RODRIGO.

NOMBRE DEL PROYECTO:

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN HÍBRIDO EÓLICO-FOTOVOLTAICO RESIDENCIAL INTERCONECTADO A LA RED.

PERIODO DE REALIZACIÓN:

AGOSTO-DICIEMBRE 2018.

Índice

| | |
|---|-----------|
| 1. Introducción..... | 4 |
| 1.1 Antecedentes..... | 4 |
| 1.2 Estado del arte..... | 5 |
| 1.3 Justificación..... | 7 |
| 1.4 Objetivo..... | 8 |
| 1.4.1 Objetivo general..... | 8 |
| 1.4.2 Objetivo específico..... | 8 |
| 1.5 Metodología..... | 9 |
| 1.5.1 Sistema solar fotovoltaico interconectado a la red..... | 9 |
| 1.5.2 Sistema hibrido eólico fotovoltaico autónomo..... | 10 |
| 2. Fundamento teórico..... | 11 |
| 2.1 Energía solar..... | 11 |
| 2.2 Elaboración de células solares..... | 13 |
| 2.3 ¿Cómo Funcionan las Células Fotovoltaicas?..... | 15 |
| 2.4 Paneles solares..... | 16 |
| 2.5 Características de los paneles..... | 18 |
| 2.6 Sistemas fotovoltaicos..... | 19 |
| 2.6.1 Conceptos básicos..... | 19 |
| 2.6.2 Usos y aplicaciones de la energía solar fotovoltaica..... | 20 |
| 2.7 Sistemas eólicos..... | 24 |
| 3. Desarrollo..... | 26 |
| 3.1 Ubicación..... | 26 |
| 3.2 Levantamiento..... | 27 |
| 3.3 Elaboración del plano en AutoCAD..... | 28 |
| 3.4 Elaboración del renderizado en 3D con sketchup..... | 31 |
| 3.5 Cálculo y diseño de la instalación fotovoltaica interconectada a la red..... | 33 |
| 3.5.1 Método 1..... | 33 |
| 3.5.2 Método 2..... | 34 |
| 3.5.3 Diseño de la estructura en sketchup..... | 37 |
| 3.5.5 Cálculo de conductor..... | 40 |
| 3.5.6 Tubería..... | 42 |

| | |
|--|-----------|
| 3.6 Presupuesto..... | 42 |
| 3.7 Instalación del sistema hibrido eólico-fotovoltaico autónomo..... | 48 |
| 4. Resultados y conclusiones..... | 49 |
| 4.1 Resultado sistema solar interconectado a la red..... | 49 |
| 4.2 Resultados de la instalación del sistema hibrido eólico-fotovoltaico autónomo. | 53 |
| Bibliografía. | 57 |

1. Introducción

1.1 Antecedentes.

El principal medio por el cual se obtiene energía eléctrica es mediante centrales termoeléctricas, es decir que se utilizan combustibles fósiles para generar energía eléctrica. Cerca del 97% de energía eléctrica proviene de estos combustibles, de los cuales ese porcentaje se divide de la siguiente manera; 38% del carbón, 40% del petróleo y 19% de gas natural.

Estas prácticas del uso de combustibles fósiles están generando cambios medioambientales irreversibles en el planeta tierra como por ejemplo; el cambio climático global, la destrucción de la capa de ozono y contaminación atmosférica. Debido a esto el ser humano se ha visto en la necesidad de buscar nuevas fuentes de energía renovables, las cuales no generen daños al medio ambiente.

Se denominan energías renovables a aquellas energías que provienen de fuentes naturales inagotables, ya sea por la inmensa cantidad de energía que contienen, o por su capacidad de regeneración mediante procesos naturales rápidos, en otras palabras, sus procesos de transformación y aprovechamiento no se consumen ni agotan a una escala de tiempo humana.

Las principales fuentes de energía eléctrica renovables que se ha venido desarrollando, son la energía solar fotovoltaica y la energía eólica, las cuales dependen de la radiación solar y la velocidad del viento respectivamente. En la actualidad la energía solar fotovoltaica y la energía eólica están llegando cada vez más a los hogares de las personas, las principales funciones de estas energías en los hogares son dos; reducir el costo de facturación por energía eléctrica y ayudar a reducir la contaminación ambiental.

Estos dos tipos de energía pueden trabajar juntas, es decir que se puede hacer un sistema híbrido, el cual ayuda a tener una mejor eficiencia y a tener una mejor producción de energía en un área más pequeña. Sin embargo estas fuentes de energía no son continuas, es decir que no están disponibles todo el tiempo, es por esto que una de las opciones es hacer una interconexión con el sistema que nos brinda CFE al sistema híbrido.

1.2 Estado del arte.

En mayo de 2018; Omar Betanzos Sánchez, realiza la construcción de celdas solares híbridas de tercera generación mediante el crecimiento in-situ de perovskita utilizando nano fibras de dióxido de titanio dopadas con plomo. [1]

En mayo de 2017; Mauricio, Collazos, Castellanos Fernández Arévalo, Claudia Patricia crean un; Sistema híbrido fotovoltaico (FV) con interacción a la red para zonas rurales de Colombia.

El suministro de energía eléctrica en el municipio de Arbeláez, Cundinamarca, Colombia, presenta interrupciones frecuentes, además de fluctuaciones considerables de voltaje, reduciendo confiabilidad y comodidad del usuario.

Colombia cuenta con una localización privilegiada con relativamente constante irradiación solar a lo largo del año, permitiendo la implementación de sistemas fotovoltaicos para generar electricidad como respuesta válida a los problemas presentados por el suministro de energía eléctrica de baja calidad de la red.

Los sistemas FV pueden generar energía eléctrica de calidad, sin desviaciones de tensión considerable, evitando inconformidad en el usuario, mala operación de equipos, pérdidas energéticas y pérdidas económicas por averías a equipos expuestos por largos periodos a energía de baja calidad. Se implementa un sistema FV que generará energía de óptima calidad y constante para una casa de descanso.

El sistema instalado se programó para trabajar de forma híbrida, la energía proveniente de las celdas solares es la fuente principal de energía para alimentar la demanda, si es requerido y el banco de baterías alcanza un 50% de descarga, la red eléctrica entraría a trabajar como sistema de respaldo.

La generación actual del sistema es de 19.75KWH día, esto representa una reducción total desde diciembre de 2015 hasta agosto de 2016 de 982kg de CO₂eq, con un factor de emisión de 0.18259 kg CO₂ equivalente por cada KWH comprado de la red en el área. Cada kg de CO₂eq no emitido a la atmósfera, es un kg que no contribuirá al aumento del calentamiento global, aportando a la sostenibilidad. [2]

2017: Cabezas Maslanczuk Marcelo Daniel, Fasoli Tolosa Héctor José, Franco Brazes Juan Isidroy realizan el diseño y evaluación de un panel solar fotovoltaico y térmico para poblaciones dispersas en regiones de gran amplitud térmica. [3]

Septiembre de 2017: Marcelo ángel Cappelletti, Guillermo Casas, Jérica Guzmán, D. Martín Morales, Eitel Peltzer y Blanca; análisis de celdas solares de perovskita con el modelo de doble diodo. [4]

2017: Jorge Arturo Pelayo López, Alfredo Luna Soto, Francisco Bernabé Ramos, Benjamín Guzmán Flores; comparativa entre la eficiencia de un sistema fotovoltaico con seguimiento solar y la de un sistema fotovoltaico fijo. [5]

2017: Álvarez-Macías, C., Santana, G., Viveros-García, T., & Barrera-Calva, E.; Efecto de los parámetros de depósito de silicio polimorfo por técnica pecvd sobre las propiedades químicas, nano-estructurales, optoelectrónicas y de foto-degradación para su implementación en la fabricación de celdas solares. [6]

2015: Jesús Roberto González Aguilera, Adrián González Parada; Desarrollo de sistema de adquisición de datos de un simulador solar para evaluación de paneles fotovoltaicos. [7]

2016: Galicia Toralva, M., Solís, J. L., & Gómez, M. M. Fabricación y caracterización de celdas solares sensibilizadas DE TiO_2 modificado con nano partículas de NiO. [8]

1.3 Justificación.

Cada hora, el sol arroja sobre la Tierra más energía en forma de luz y calor suficiente para colmar las necesidades globales de un año completo. Necesidades energéticas que la radiación solar podría satisfacer 4.000 veces cada año. La superficie terrestre recibe 120.000 terawatts de irradiación solar, “lo que supone 20.000 veces más potencia de la que necesita el planeta al completo”. Para defender el optimismo depositado en este tipo de energía, la Unión of Concerned Scientists sostiene que sólo 18 días de irradiación solar sobre la Tierra contienen la misma cantidad de energía que la acumulada por todas las reservas mundiales de carbón, petróleo y gas natural.

Un sistema híbrido eólico-fotovoltaico diseñado para una casa habitación, ayuda a que el costo de facturación se reduzca significativamente, también ayuda a que se reduzca el consumo de combustibles fósiles para la producción de energía eléctrica, esto tiene como consecuencia que al implementar cada vez más estos sistemas ayudan a que se reduzca la contaminación ambiental que está sucediendo en la actualidad.

La principal desventaja de estos sistemas es que no son sistemas continuos de suministros de energía, por lo cual al diseñar un sistema híbrido, se va a depender también de la red de la compañía suministradora (CFE). Es por esto que en el diseño de este sistema de generación se hace una interconexión con la compañía suministradora de energía eléctrica (CFE), para lograr que el sistema sea continuo.

Otra de las desventajas es la inversión que se tiene que hacer al principio de instalar el sistema de generación, así también como los tramites que se tienen que realizar para la interconexión con la compañía suministradora de energía eléctrica. Esto conlleva a que nuestro sistema va a trabajar en conjunto con el sistema eléctrico nacional.

Las principales ventajas de la energía solar es que es una fuente de energía limpia, es decir que, al momento de usar esta energía, no se está dañando al medio ambiente ya que no produce emisiones a la atmosfera. Otra ventaja de la energía solar y eólica es que son fuentes de energía inagotable ya que las materias primas son el sol y el viento.

El costo de inversión para estos sistemas se recupera en un lapso de 3 años a 3 años y medio, tienen una vida útil de 30 años, y una garantía amplia de 10 años. Por lo que el costo de facturación por parte de la compañía suministradora se reduce desde el primer recibo, ya que se hace un balance entre lo que produce nuestro sistema y lo que consumimos de la red de la compañía suministradora.

1.4 Objetivo.

1.4.1 Objetivo general.

Diseñar un sistema de generación híbrido (eólico y fotovoltaico), que sea una fuente confiable de suministro de energía, un costo de inversión bajo, una durabilidad aceptable y que ayude a reducir el consumo de la red eléctrica.

1.4.2 Objetivo específico.

- Reducir el costo de facturación de energía eléctrica por parte de la compañía suministradora (CFE).
- Reducir la contaminación atmosférica por el uso de combustibles fósiles
- Promover el uso e implementación de energía renovables en los hogares
- Realizar un análisis de producción de energía eléctrica de acuerdo con las características de los módulos solares, inversores, turbina eólica con la ayuda de la tecnología envoy IQ.
- Aprovechar la energía de los recursos naturales inagotables como lo son; el sol y el viento.

1.5 Metodología.

1.5.1 Sistema solar fotovoltaico interconectado a la red.

A continuación se muestra el diagrama de bloques del sistema solar fotovoltaico interconectado a la red.

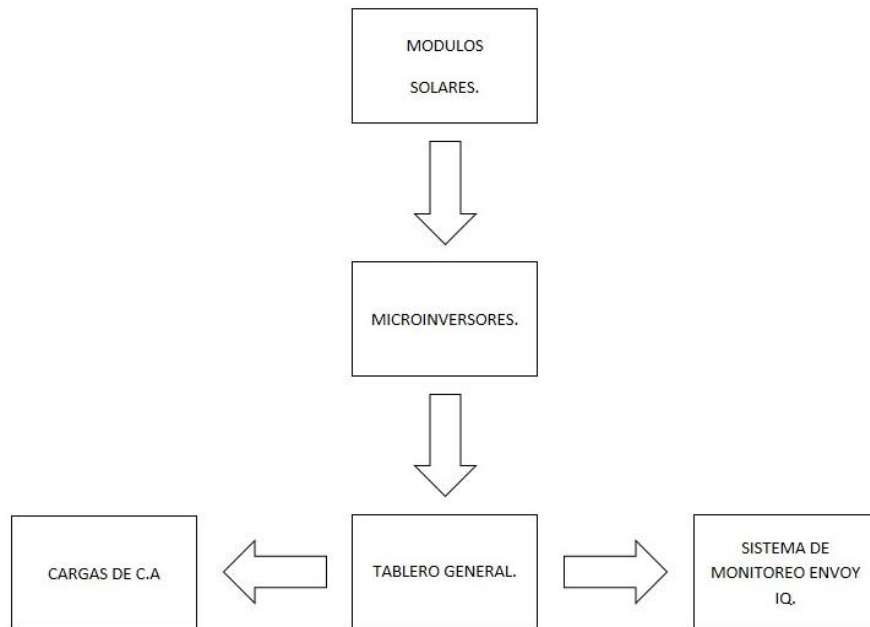


Figura 1. Diagrama de bloques del sistema interconectado a la red.

Módulos solares: Los módulos solares que se utilizarán son sharp modelo ND-AH325, su potencia es de 325 WP.

Microinversores: Los microinversores que se utilizarán son de la marca enphase modelo IQ7+.

El sistema de medición y monitoreo: Se utilizará el sistema envoy IQ de la marca enphase.

1.5.2 Sistema híbrido eólico fotovoltaico autónomo.

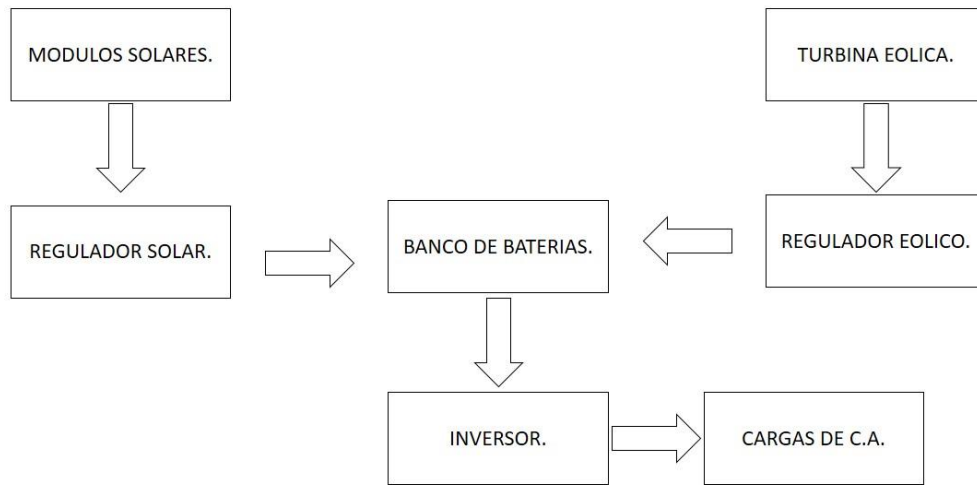


Figura 2. diagrama de bloques del sistema híbrido eólico-fotovoltaico autónomo.

Módulos solares: Son de la marca Suntech modelo STP160-24-Ab-1

Regulador: Se tienen dos reguladores uno para la turbina el cual es de la marca whisper 200 y otro para los paneles solares el cual es un outback power modelo flexmax 80

Baterías: Son de la marca pro eye modelo CR-390

Inversor: Es de la marca outback power modelo GFX1424E

2. Fundamento teórico.

2.1 Energía solar.

El Sol es una fuente inagotable de energía debido a las reacciones nucleares que ocurren en su centro. Una gran parte de esta energía llega a la Tierra en forma de radiación electromagnética, la luz solar que podemos percibir está el espectro que abarca desde 0.2 hasta 2.6 μm .

A medida que la radiación atraviesa la atmósfera terrestre sufre atenuación por los procesos de absorción, reflexión y refracción. Tales procesos se verifican cuando los rayos de luz chocan con las nubes o con el vapor de agua existente en la atmósfera. La radiación que llega a la superficie terrestre se puede clasificar en directa y difusa.

La radiación directa es aquella que se recibe en la superficie terrestre sin que esta haya sufrido ninguno de los procesos antes mencionados al pasar por la atmósfera. La radiación difusa es la que se recibe después de haber cambiado su dirección por los procesos de refracción y reflexión que ocurren en la atmósfera.

Un captador de la energía solar "percibe" la radiación como si viniera de la bóveda celeste. En un día nublado, la radiación solar recibida en un captador es sólo difusa, ya que la radiación directa es obstruida por las nubes.

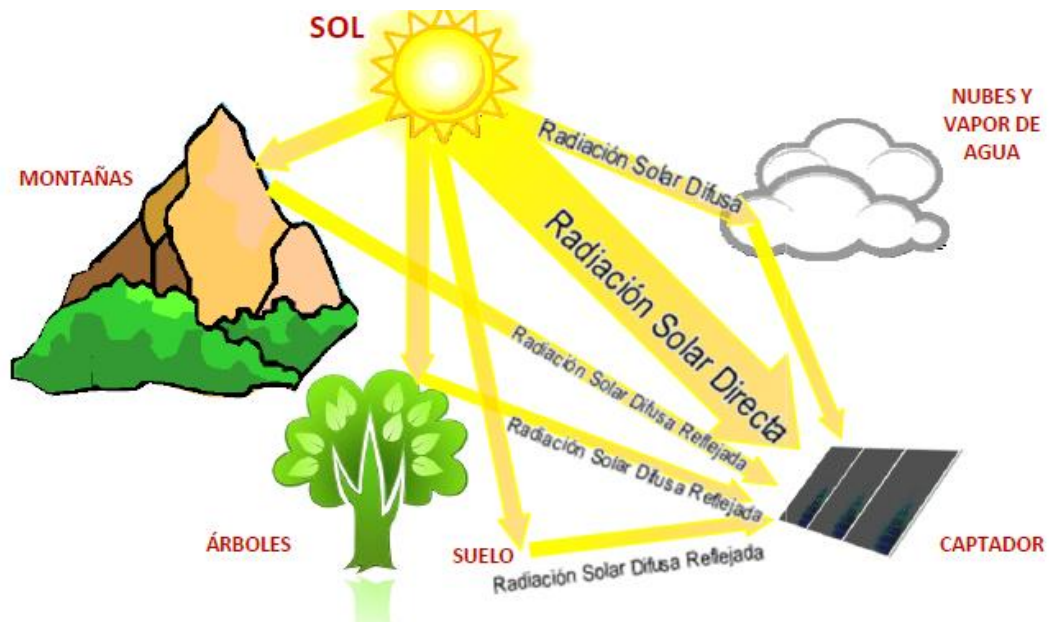


Figura 3. Tipos de radiación solar.

La energía de la radiación solar que se recibe en una superficie determinada en un instante dado se le conoce como Irradiancia y se mide en unidades de watts por metro cuadrado [W/m²].

La irradiancia es un valor distinto para cada instante, es decir se espera que en un día despejado la irradiancia a las 10:00 A.M. será diferente y menor a la que se obtiene a la 1:00 P.M., esto se debe al movimiento de rotación de la tierra (movimiento sobre su propio eje). Cuando es de noche, se tiene una irradiancia de 0 Watts por metro cuadrado (0 W/m²), porque simplemente a esa parte de la Tierra el Sol no la puede "ver".

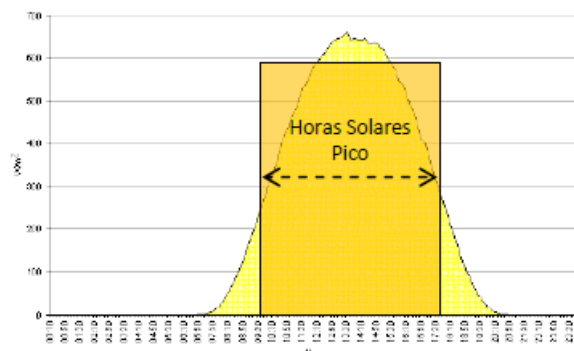


Figura 4. Hora solar pico.

La Insolación corresponde a la integración de la irradiancia en un período determinado. En otras palabras es la energía radiante que incide en una superficie de área conocida en un intervalo de tiempo dado. El término deriva de la palabra inglesa insolation, la que, a su vez, representa un acrónimo derivado de tres palabras del mismo idioma: incident solar radiation (radiación solar incidente). Este término tiene unidades de energía por área, comúnmente watts-hora por metro cuadrado [Wh/m²]. Generalmente se reporta este valor como una acumulación de energía horaria, diaria, estacional o anual. La energía útil que produce el arreglo fotovoltaico es directamente proporcional a la insolación que recibe.

A la cantidad de irradiación recibida en un captador durante un tiempo de una hora, se ha convenido llamarla hora-pico. Para expresar al recurso solar en unidades de horas-pico, debe recordarse que el área bajo la curva de irradiancia contra tiempo representa la irradiación del día. Si se considera que esta área es igual al área de un rectángulo cuya altura corresponde a una irradiancia-pico de 1000 W/m², entonces la base de este rectángulo es el número de horas en que supuestamente el Sol debería haber brillado con esta intensidad para obtener la misma irradiación del día. Las horas-pico de un sitio determinado, se obtiene al dividir el valor de la irradiación diaria en Wh/m², entre 1000W/m². El resultado será el número de horas-pico en que el captador estuvo aparentemente recibiendo el valor pico de la irradiancia.

Por ejemplo, si la irradiación diaria de un lugar específico fue de 4650 Wh/m², al dividir entre la irradiancia pico (1000 W/m²), obtenemos un resultado de 4.65 horas-pico para ese lugar

en ese día en particular, es decir el equivalente a una irradiancia solar de 1000 W/m^2 recibida de manera continua durante 4.65 horas (4 horas y 39 minutos).

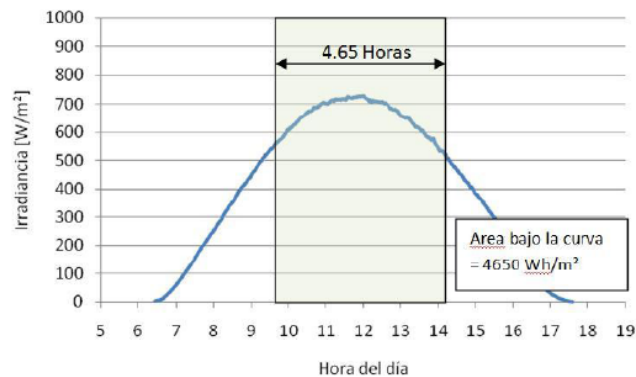


Figura 4. Hora solar pico.

2.2 Elaboración de células solares.

Las células o celdas solares son hechas de una gran cantidad de elementos semiconductores como el seleniuro de cobre e indio, telurio de cadmio, arseniuro de galio, etc., pero en la actualidad el más eficiente ha resultado ser el elaborado con Silicio.



Figura 5. Material semiconductor utilizado en la elaboración de células fotovoltaicas.

En el proceso de producción el silicio se purifica, se funde y se cristaliza en un gran lingote redondo.

Una vez redondeado, de este lingote se cortan rebanadas delgadas de silicio en forma de oblea que pueden ser de dos tecnologías principales: monocristalinas o policristalinas.

En las obleas monocristalinas el silicio debe ser de una pureza muy elevada y tener una estructura cristalina casi perfecta lo que resulta en un proceso muy costoso. Las obleas son cortadas en los extremos para aprovechar la superficie. Las células tienen un color uniforme, generalmente es azul o negro.

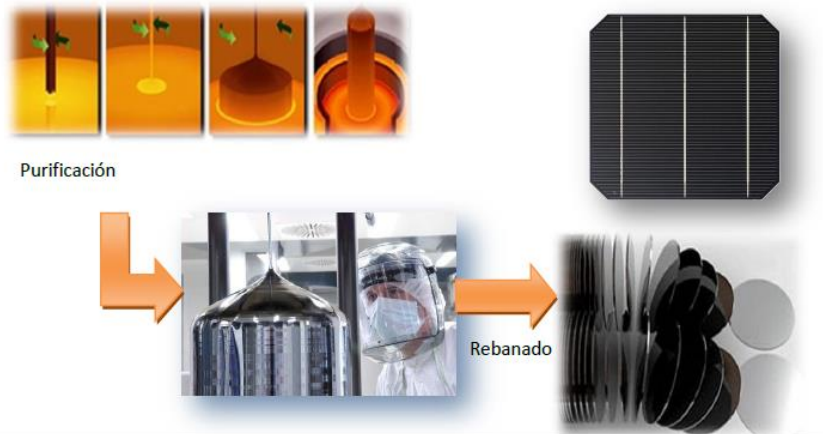


Figura 6. Proceso de la elaboración de las células fotovoltaicas.

Las obleas policristalinas están formadas por varios cristales de silicio y son realizadas por un proceso de moldeo en el cual silicio fundido es vertido en un molde y se le deja asentar. Entonces se rebana en obleas lo que las hace baratas de producir, pero no tan eficiente como las celdas monocristalinas. El rendimiento resulta más bajo debido a las imperfecciones en la estructura cristalina resultando del proceso de moldeo.

La superficie de células policristalinas se diferencia de las monocristalinas en que tiene zonas de colores diferentes en vez del color uniforme.



Figura 7. Proceso de elaboración de células fotovoltaicas.

En los dos procesos anteriormente mencionados, casi la mitad del silicio se pierde como polvo durante el cortado.

Otra tecnología de elaboración es conocida como de película delgada o celdas amorfas. La palabra amorfo significa carencia de estructura. La estructura cristalina de estas celdas no tiene un patrón ordenado característico del silicio cristalino. A diferencia de las celdas de silicio cristalino estos paneles se crean con un depósito de silicio a vapor sobre un substrato de vidrio de un gas reactivo tal como silano (SiH_4).

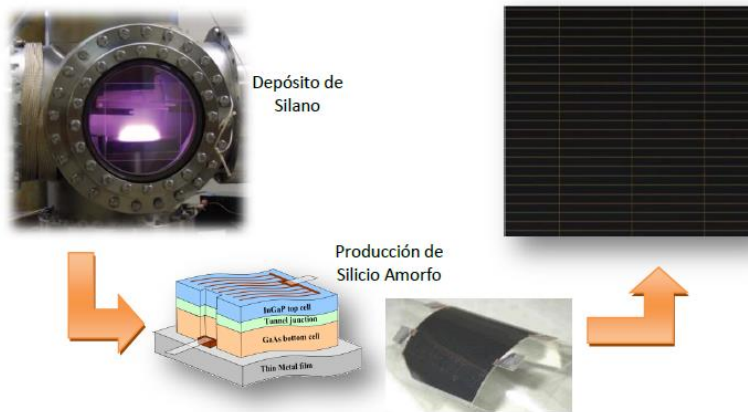


Figura 8. Proceso de elaboración de células fotovoltaicas.

2.3 ¿Cómo Funcionan las Células Fotovoltaicas?

Las celdas fotovoltaicas son dispositivos que convierten energía solar en electricidad por medio del efecto fotovoltaico, descubierto por el científico Francés Henri Becquerel en 1839.

Una celda fotovoltaica absorbe la luz y está constituida por un cristal de silicio con impurezas de boro (material p) en una gran parte de su espesor y con impurezas de fósforo (material n) en su superficie creando una unión p-n.

La energía de los fotones de luz en la superficie de contacto de la célula de silicio provoca en la unión p-n la migración de las cargas positivas y negativas hacia un lado u otro, de tal forma que uno de los lados de la célula se carga positivamente y otro negativamente creándose una diferencia de potencial. La unión, mediante un circuito, de los lados opuestos permite obtener una corriente eléctrica.

La cantidad de energía que entrega un dispositivo fotovoltaico está determinado por:

- El tipo y el área del material
- La intensidad de la luz del Sol
- La longitud de onda de la luz del Sol

Una característica importante de las celdas fotovoltaicas es que el voltaje de la célula no depende de su tamaño, y sigue siendo bastante constante con el cambio de la intensidad de luz.

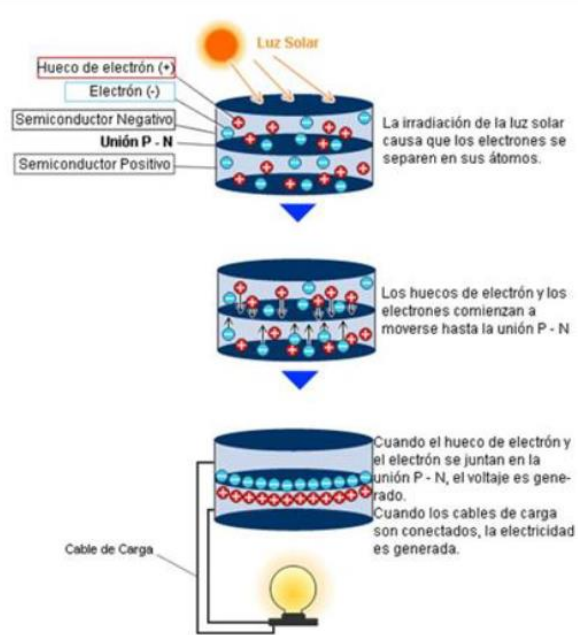


Figura 9. Proceso de conversión de la energía solar a eléctrica.

2.4 Paneles solares.

Puesto que una sola celda fotovoltaica típica tiene un voltaje de trabajo cercano a 0.5 V, estas generalmente se conectan juntas en serie (positivo con negativo) para proporcionar voltajes más grandes formando de esta manera Paneles Solares.

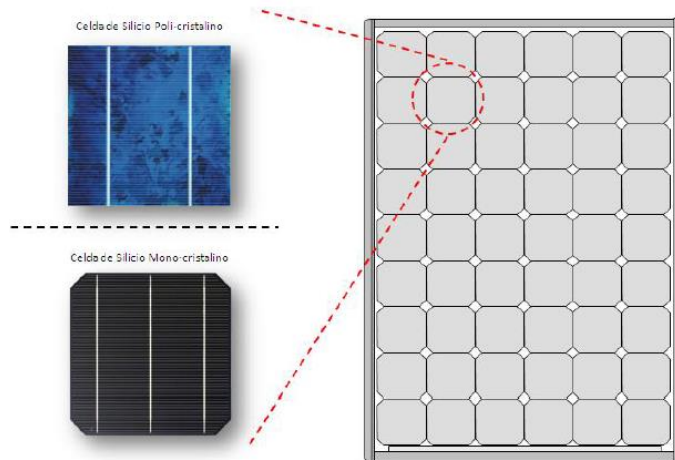


Figura 10. Panel solar.

La estructura de un Panel Solar es parecida a un sándwich el cual está formado por una capa anti-reflejante para poder absorber la mayor cantidad de luz posible, una capa de substrato de vidrio templado de alta transmisión el cual se pega con pegamento Etileno Acetato de Vinilo o EVA a las celdas fotovoltaicas conectadas en serie, una placa de fibra de vidrio para colocación de las celdas, otra capa más de EVA y finalmente un Termoplástico como aislante.

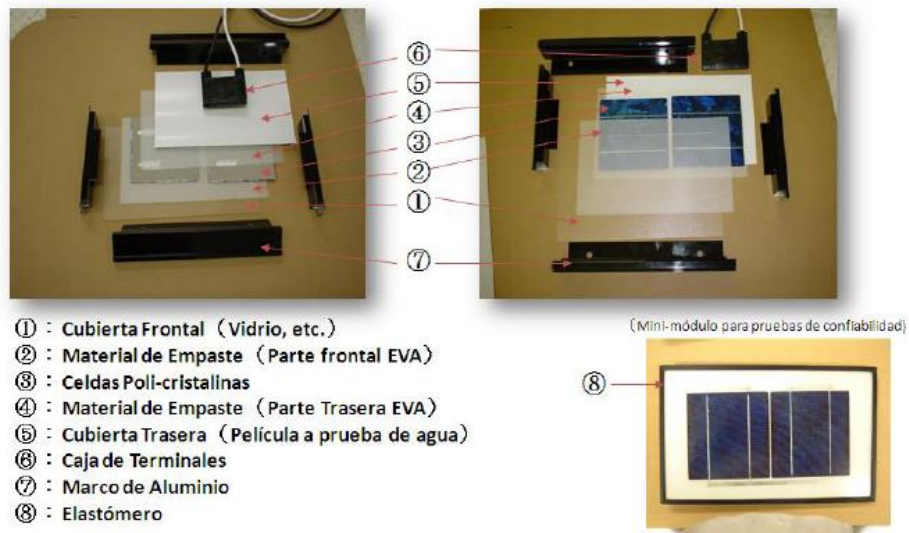


Figura 11. Materiales de los paneles solares.

2.5 Características de los paneles.

Los paneles fotovoltaicos se definen por un conjunto de parámetros expresados en las condiciones denominadas TONC (temperatura de operación nominal de la célula) o en la SRC (condición de prueba estándar), cuyos valores diferenciadores característicos son los siguientes:

| Condiciones | TONC | SRC |
|------------------------|----------------------|-----------------------|
| Irradiación | 800 W/m ² | 1000 W/m ² |
| Distribución espectral | AM 1,5 | |
| Temperatura ambiente | 20 °C | 25°C |
| Velocidad del viento. | 1 m/s | |

Los datos expresados en SRC se consideran de ensayo y los dados en TONC son típicos de operación.

Respecto de los parámetros eléctricos que definen los paneles o módulos, fotovoltaicos son los siguientes:

Potencia máxima (P_{max}), que indica la máxima potencia obtenida en las condiciones especificadas. Su valor corresponde al producto de parámetros V e I máximos. [10]

Tensión de potencia máxima (V_{mp}). Valor de la tensión cuando el panel está suministrando la máxima intensidad de corriente. [10]

Intensidad de potencia máxima (I_{mp}). Corriente suministrada a la potencia máxima. Se considera este parámetro el representativo de la corriente nominal. [10]

Corriente de cortocircuito (I_{sc}). Representa la máxima corriente que puede proporcionar el panel bajo condiciones de tensión cero. [10]

Tensión a circuito abierto (V_{oc}). Especifica la tensión máxima que puede proporcionar el panel sin carga. [10]

Coefficiente de temperatura de I_{sc} . Indica, en porcentaje la alteración de este parámetro con la temperatura. Por ejemplo: 0.050 % /°C. [10]

Coefficiente de temperatura de V_{oc} . Indica, en Mv/°C, la alteración de la tensión en circuito abierto con la temperatura. Por ejemplo 70 Mv/°C. [10]

Coefficiente de la temperatura de la potencia. Indica el signo y valor de la alteración de la potencia con la temperatura. Por ejemplo: -0,45 %/°C. [10]

Si bien se puede definir un determinado panel por los parámetros dados en las condiciones de operación TONC o de ensayo SRC, es de considerar la posible alteración de sus valores ante diferentes condiciones de irradiación, distribución espectral (AM) o temperatura ambiente,

lo que es imprescindible para aproximar cálculos de dimensionado a las condiciones reales del lugar en el que se ubican los paneles fotovoltaicos. [10]

2.6 Sistemas fotovoltaicos.

2.6.1 Conceptos básicos.

Los sistemas fotovoltaicos, basándose en las propiedades de los materiales semiconductores, transforman la energía que irradia el sol en energía eléctrica, sin mediación de reacciones químicas, ciclos termodinámicos, o procesos mecánicos que requieran partes móviles.

El proceso de transformación de energía solar en energía eléctrica se produce en un elemento semiconductor que se denomina célula fotovoltaica. Cuando la luz del sol incide sobre una célula fotovoltaica, los fotones de la luz solar transmiten su energía a los electrones del semiconductor para que así puedan circular dentro del sólido. La tecnología fotovoltaica consigue que parte de estos electrones salgan al exterior del material semiconductor generándose así una corriente eléctrica capaz de circular por un circuito externo. [8]

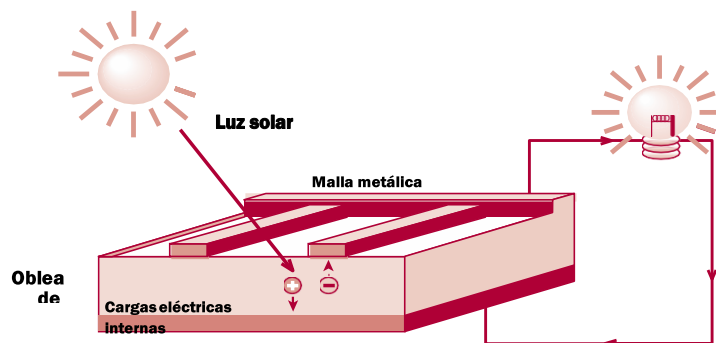


Figura 12. Proceso de conversión de la energía solar a eléctrica.

La conexión de células fotovoltaicas y su posterior encapsulado y enmarcado da como resultado la obtención de los conocidos paneles o módulos fotovoltaicos de utilización doméstica e industrial, como elementos generadores eléctricos de corriente continua.

Las instalaciones fotovoltaicas se caracterizan por:

- Su simplicidad y fácil instalación.
- Ser modulares.
- Tener una larga duración (la vida útil de los módulos fotovoltaicos es superior a 30 años).
- No requerir mucho mantenimiento.

- Tener una elevada fiabilidad.
- No producir ningún tipo de contaminación ambiental.
- Tener un funcionamiento silencioso.

Pero para conseguir su plena incorporación a los hábitos de la sociedad, como una solución complementaria a los sistemas tradicionales de suministro eléctrico, es necesario superar ciertas barreras:

- Económicas: Insistiendo en la reducción de sus costes de fabricación y precio final de la instalación, que podrá derivarse de las innovaciones que se introduzcan y, en gran medida, de las economías de escala que se generen como consecuencia del aumento de la demanda y de los volúmenes de producción.
- Estéticas: Integrando los elementos fotovoltaicos en los edificios y en los entornos rural y urbano.
- Financieras: Consiguiendo condiciones de financiación aceptables para abordar la inversión necesaria.
- Administrativas: Obteniendo el máximo apoyo de las Administraciones Públicas, y clarificándose y agilizándose las tramitaciones necesarias. [8]

2.6.2 Usos y aplicaciones de la energía solar fotovoltaica.

Hay dos formas de utilizar la energía eléctrica generada a partir del efecto Fotovoltaico:

- En instalaciones aisladas de la red eléctrica.
- En instalaciones conectadas a la red eléctrica convencional.

Mientras que en las primeras la energía generada se almacena en baterías para así disponer de su uso cuando sea preciso, en las segundas toda la energía generada se envía a la red eléctrica convencional para su distribución donde sea demandada. [8]

Sistemas aislados de la red eléctrica

Estos sistemas se emplean sobre todo en aquellos lugares en los que no se tiene acceso a la red eléctrica y resulta más económico instalar un sistema fotovoltaico que tender una línea entre la red y el punto de consumo. [8]

Como los paneles sólo producen energía en las horas de sol y la energía se puede necesitar durante las 24 horas del día, es necesario un sistema de acumulación. Durante las horas de

luz solar hay que producir más energía de la que se consume para acumular el exceso y posteriormente poder utilizarlo cuando no se esté generando. [8]

La cantidad de energía que se necesita acumular se calcula en función de las condiciones climáticas de la zona y el consumo de electricidad. De tal manera que en una zona donde haya muchos días soleados al año habrá que acumular poca energía. Si el periodo sin luz es muy largo, hay que acumular más energía. [8]

El número de paneles a instalar debe calcularse teniendo en cuenta:

- la demanda energética en los meses más desfavorables.
- las condiciones técnicas óptimas de orientación e inclinación, dependiendo
- del lugar de la instalación.

Para optimizar el sistema es necesario calcular correctamente la demanda con el fin de no sobredimensionar la instalación.

Conviene utilizar electrodomésticos e iluminación de bajo consumo, para que de esta manera el sistema sea más económico. Actualmente existe una gran variedad de estos productos de bajo consumo.

Elementos

Básicamente estos sistemas fotovoltaicos constan de los siguientes elementos:

Generador fotovoltaico: Transforma la energía del sol en energía eléctrica y carga las baterías. [8]

Regulador de carga: Controla la carga de la batería evitando que se produzcan sobrecargas o descargas excesivas que disminuyen la vida útil del acumulador. Puede incorporar un sistema de seguimiento del punto de máxima potencia, que es un dispositivo que aumenta el rendimiento de la instalación. [8]

Sistema de acumulación. Baterías: Acumulan la energía entregada por los paneles. Cuando no hay generación solar, la electricidad la proporciona directamente la batería y no los paneles. [8]

Inversor: La corriente que generan los paneles o entrega la batería es corriente continua y la mayoría de los electrodomésticos que se comercializan, funcionan con corriente alterna. Por este motivo se utilizan inversores que convierten la corriente continua en alterna. [8]

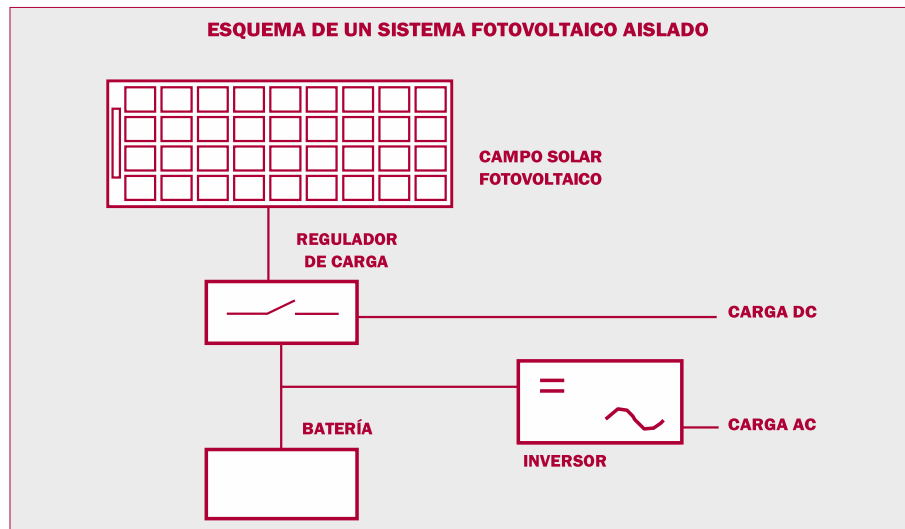


Figura 13. Esquema de un sistema fotovoltaico aislado.

Sistemas interconectados a la red eléctrica.

En los lugares que disponen de electricidad, la conexión a red de los sistemas fotovoltaicos contribuye a la reducción de emisiones de dióxido de carbono (CO₂) a la atmósfera. Esta aplicación se ajusta muy bien a la curva de demanda de la electricidad, ya que el momento en que más energía genera los paneles, cuando hay luz solar, es cuando más electricidad se demanda.

Al instalar un sistema fotovoltaico conectado a la red, se dispone de una mini central eléctrica que inyecta KWH verdes a la red para que se consuman allí donde sean demandados lo que elimina las pérdidas en transporte de electricidad. [8]

Para que estas instalaciones sean técnicamente viables es necesario:

- La existencia de una línea de distribución eléctrica cercana con capacidad para admitir la energía producida por la instalación fotovoltaica.
- La determinación, con la compañía distribuidora, del punto de conexión.
- Proyectar un sistema que incluya equipos de generación y transformación de primera calidad, con las protecciones establecidas y debidamente verificados y garantizados por los fabricantes, de acuerdo a la legislación vigente.

- Una instalación eléctrica realizada por un instalador autorizado.

En las instalaciones conectadas a red, el tamaño de la instalación no depende del consumo de electricidad de la vivienda o edificio, lo que simplifica enormemente su diseño. Para dimensionar la instalación es necesario conocer el espacio disponible y la inversión inicial.

Es importante recordar que el consumo de electricidad es independiente de la energía generada por los paneles fotovoltaicos. El usuario sigue comprando la electricidad que consume a la distribuidora al precio establecido y además es propietario de una instalación generadora de electricidad que puede facturar los KWH producidos a un precio superior. [8]

Elementos

Los elementos que componen la instalación son:

Generador fotovoltaico: Transforma la energía del sol en energía eléctrica, que se envía a la red.

Inversor: Transforma la corriente continua producida por los paneles en corriente alterna de las mismas características que la de la red eléctrica.

Contadores: Un contador principal mide la energía producida (KWH) y enviada a la red, para que pueda ser facturada a la compañía a los precios autorizados.

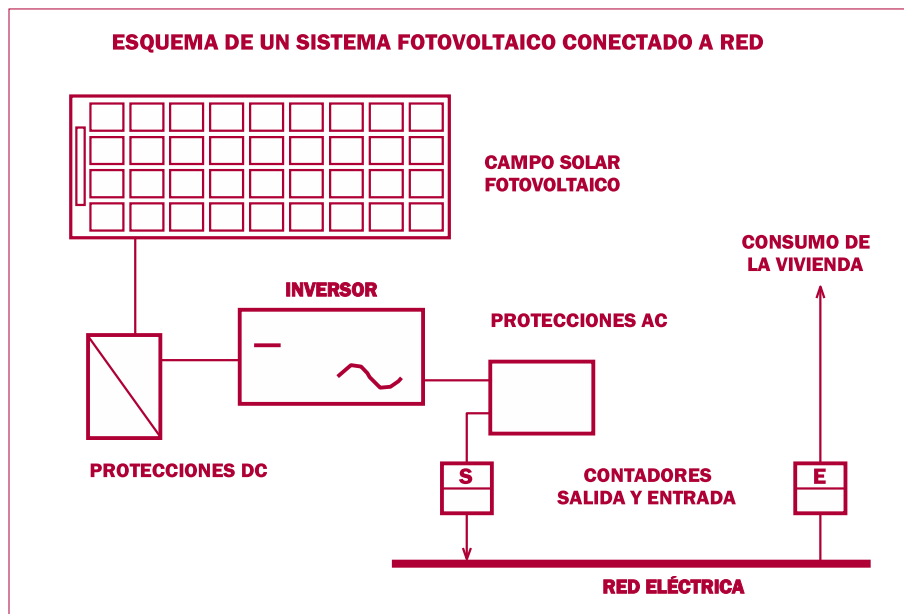


Figura 14. Esquema de un sistema fotovoltaico conectado a la red.

2.7 Sistemas eólicos.

La energía eólica es una de las energías renovables que más desarrollo ha tenido en los últimos años.

Ya en la antigüedad se usó la energía eólica. Se aprovechó para el riego, también para molienda de granos con molinos de viento y fue la energía que movía el transporte marítimo a vela.

¿Qué es la energía eólica?

La energía eólica es la energía cinética tomada del viento. La definición de viento es aire en movimiento. Este movimiento se produce cuando el sol calienta de manera desigual dos zonas del planeta. Así el aire de la zona más caliente se dilata y se expande hacia las áreas de aire más frío y denso (es decir menos expandido). Y de esta forma finalmente por el movimiento de las masas de aire se forma el viento.

El viento es un recurso permanente y renovable, debido a que siempre se establecerán corrientes de aire por el planeta, y a pesar de que sólo el 2% de la energía solar se convierte en viento, y que los aerogeneradores sólo lo aprovechan cuando tiene una velocidad entre 5 y 12,5 m/s, las posibilidades de esta energía son enormes. [9]

¿Cómo se transforma el viento en energía eólica?

Esto es posible gracias a los aerogeneradores. Los aerogeneradores se componen de 2 partes: un rotor y una góndola.

El rotor se compone a su vez de las aspas, que capturan el viento y transmiten su potencia hacia su otro componente, el buje.

Inmediatamente después se encuentra la góndola, que es el centro de control del aerogenerador. Dentro de ésta, entre otros componentes, se encuentra el generador eléctrico, que como indica su nombre, es el que genera la electricidad a partir de la energía cinética. Además en la góndola se encuentra el sistema de control, que monitoriza las condiciones del aerogenerador y controla el mecanismo de orientación de éste. Por último, también se encuentra aquí el ventilador eléctrico, utilizado como unidad de refrigeración.

Finalmente tanto el rotor como la góndola son soportados por una torre. La que tiene como principal objetivo sostener el aerogenerador a una altura suficiente para captar el viento a una mayor velocidad y un mínimo de turbulencias.

La energía es finalmente conectada vía redes subterráneas a una subestación, desde donde se inyectará a la red eléctrica.

Dependiendo del tamaño y capacidad de la planta de energía eólica, existen tres tipos de instalaciones: macro eólicas, mini eólicas y micro eólicas. [9]



Figura 15. Turbina eólica air 30.

3. Desarrollo

La instalación de un sistema solar fotovoltaico interconectado a la red, lleva consigo una serie de pasos, los cuales se van a describir a continuación.

Se instalarán dos sistemas el primero consiste en 8 módulos solares que se interconectarán a la red de CFE.

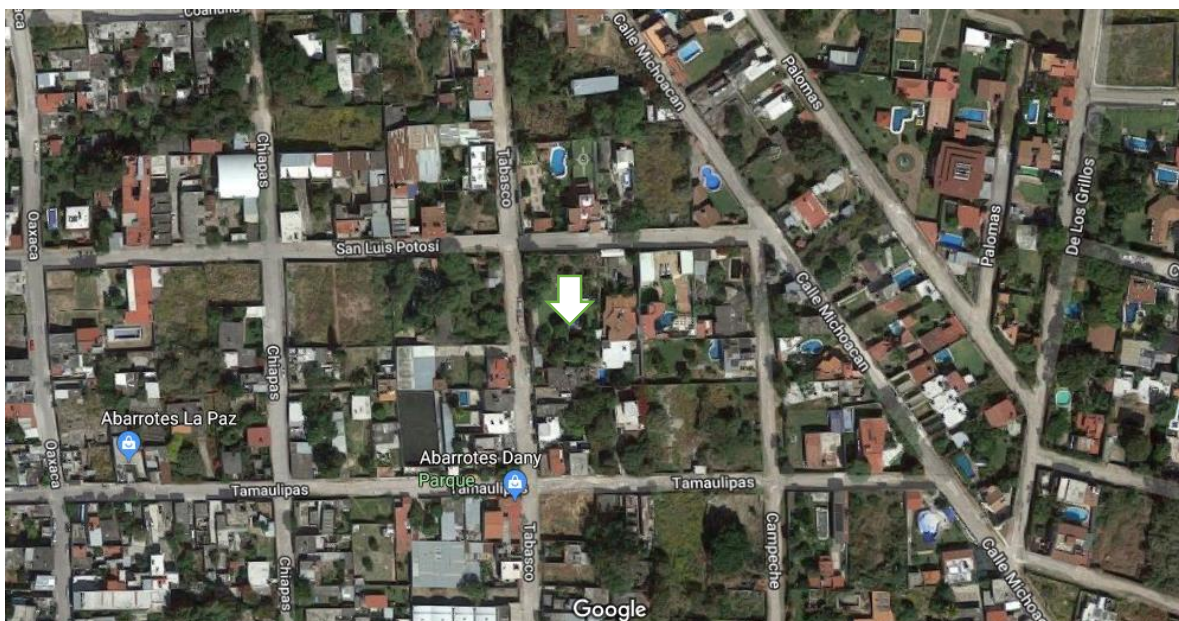
El segundo sistema consta de 6 paneles solares y una turbina eólica que cargarán a unas baterías. Estos serán los que proporcionen energía eléctrica al sistema de bombeo y filtrado de la alberca.

3.1 Ubicación.

Como primer paso a través de la herramienta de google maps, se ubica el lugar exacto en donde se instalará el sistema solar fotovoltaico.

En la siguiente imagen se muestra la ubicación en donde se instalará el sistema.

Dirección: San Luis Potosí 110, Tres de Mayo C.P.62763, Mor.



3.2 Levantamiento.

El siguiente paso es realizar un levantamiento al lugar para realizar el diseño final de la instalación.

A continuación, se muestran las fotografías de dicho levantamiento.



Fotografía 1.



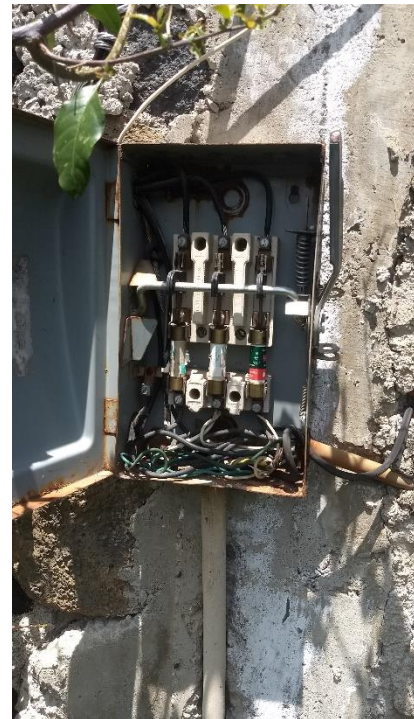
Fotografía 2.



Fotografía 3.



Fotografía 4.



Fotografía 5

Descripción de las fotografías.

Fotografía 1: vista panorámica del lugar.

Fotografía 2: vista interior de la fachada.

Fotografía 3: inclinación de la losa en donde se instala el sistema fotovoltaico.

Fotografía 4: vista exterior de la fachada.

Fotografía 5. Interruptor de cuchillas en el cual se realizara la interconexión.

3.3 Elaboración del plano en AutoCAD.

Después de realizar el levantamiento se procede a realizar el diseño del plano con vista de planta de AutoCAD.

El levantamiento también es parte fundamental para realizar el diseño en el programa sketchup.

A continuación, se muestran las figuras del plano de AutoCAD, acotado en la escala 1:50.

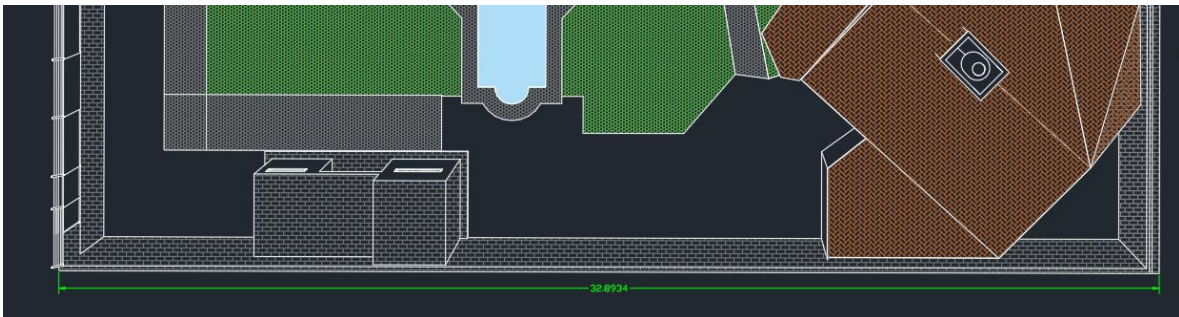


Figura 16. Medidas frontales en metros. Esc: 1:50

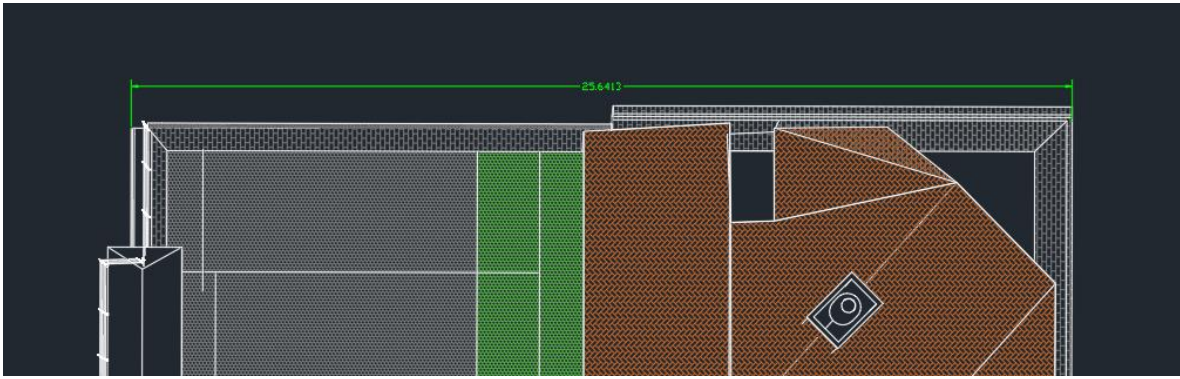


Figura 17. Medidas laterales en metros Esc: 1:50.



Figura 18. Medidas laterales de la losa en donde se instalara el sistema solar esc 1:50.

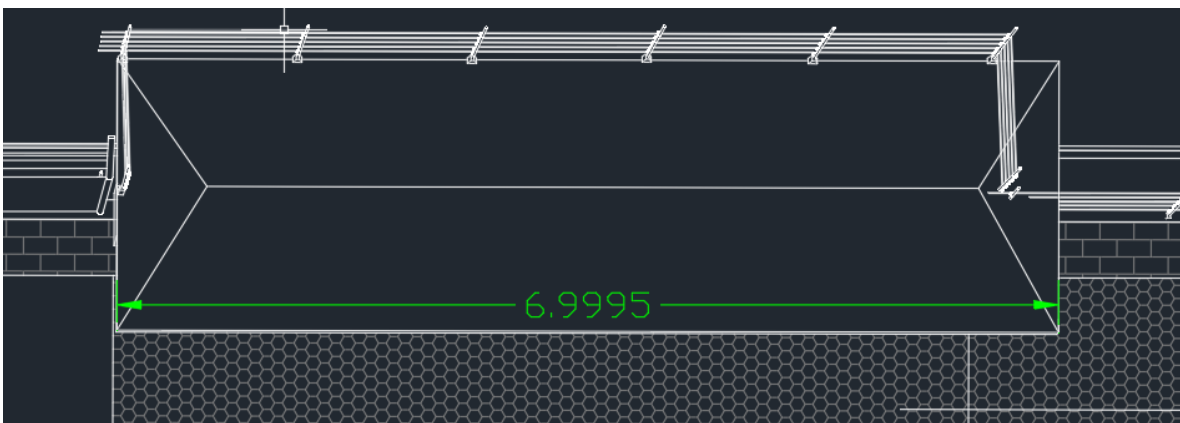


Figura 19. Medidas laterales de la losa en donde se instalara el sistema solar esc 1:50.



Figura 20. Vista de planta del plano.

3.4 Elaboración del renderizado en 3D con sketchup.

El renderizado en sketchup sirve para darle al cliente una muestra muy cercana a la realidad de cómo se verá su sistema solar terminado.

A continuación, se muestran las imágenes del renderizado.

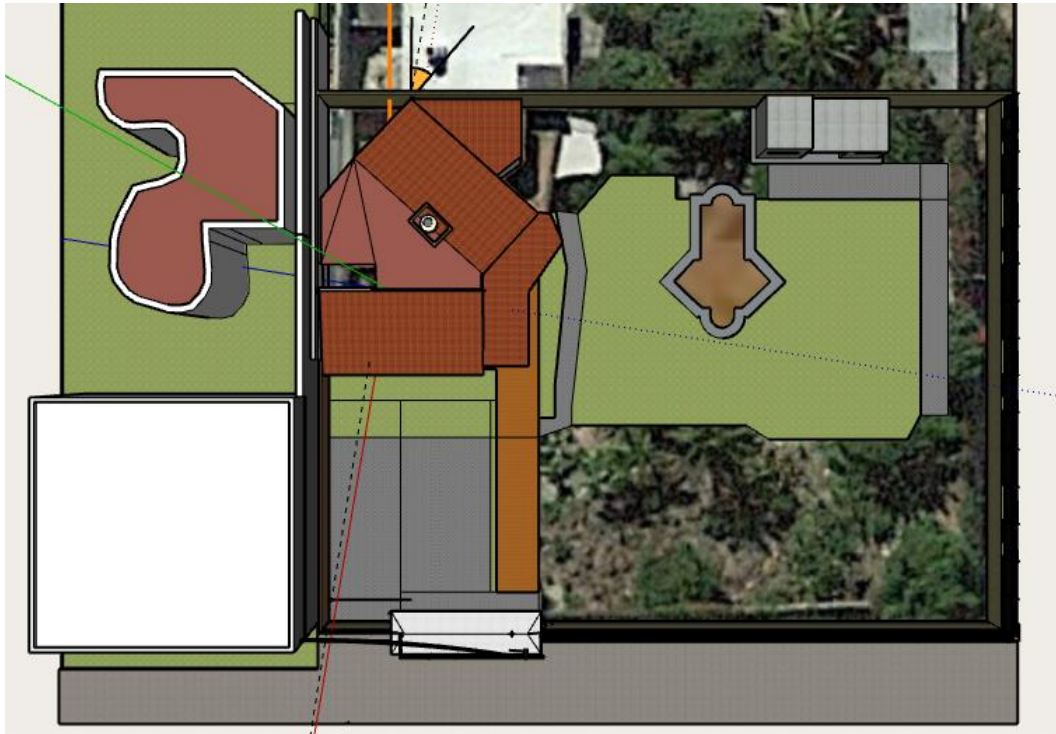


Figura 21. Vista de planta con sketchup.

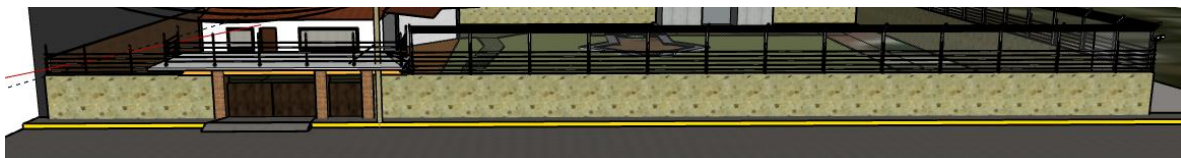


Figura 22. Vista frontal con sketchup

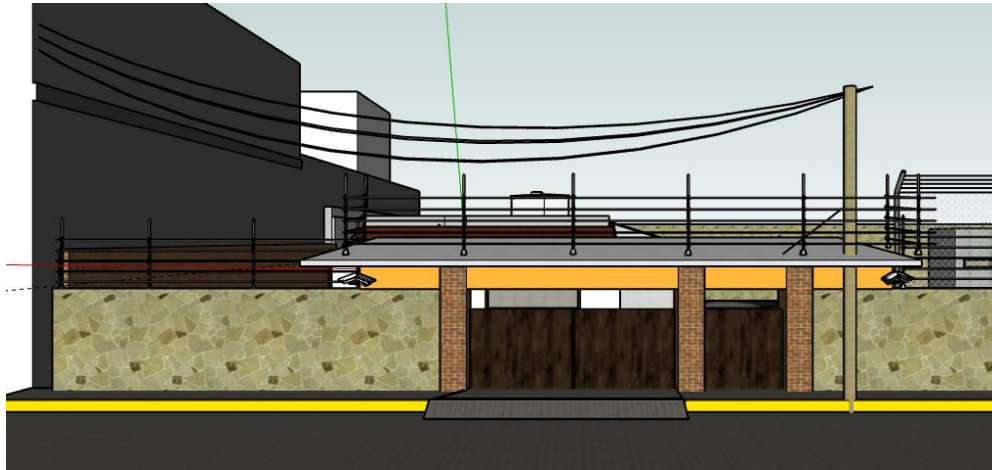


Figura 23. Vista de fachada con sketchup.

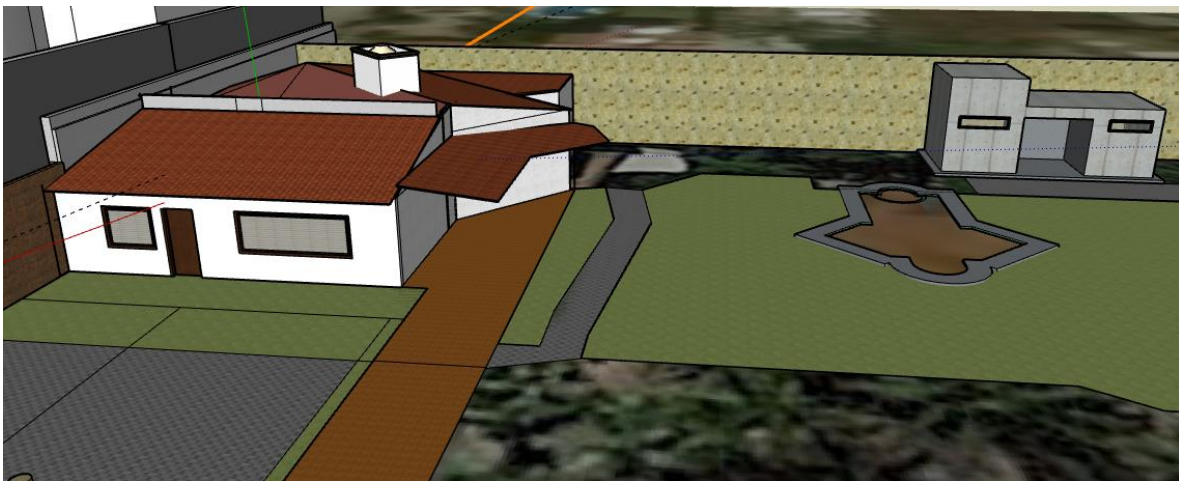


Figura 24. Vista aérea con sketchup



Figura 25. Vista de la fachada en la parte interior con sketchup

3.5 Cálculo y diseño de la instalación fotovoltaica interconectada a la red.

En esta sección se muestra el procedimiento que se lleva a cabo para realizar la instalación fotovoltaica interconecta a la red.

3.5.1 Método 1.

El primer método de cálculo se basara en la energía que se consume en la casa junto con los datos de generación de un sistema monitoreado en la misma zona.

Como primer paso debemos de obtener los datos del consumo en un periodo de un año o más a partir del recibo de energía eléctrica.

| Periodo | Energía KWH |
|----------------------------|-------------|
| del 14 may 18 al 11 jul 18 | 166 |
| del 12 mar 18 al 14 may 18 | 123 |
| del 11 ene 18 al 12 mar 18 | 130 |
| del 10 nov 17 al 11 ene 18 | 172 |
| del 11 sep 17 al 10 nov 18 | 237 |
| del 12 jul 17 al 11 sep 17 | 329 |
| del 12 may 17 al 12 jul 17 | 283 |
| del 10 mar 17 al 12 may 17 | 568 |
| del 10 ene 17 al 10 mar 17 | 325 |
| del 09 nov 16al 10 ene 17 | 306 |
| del 09 sep 16 al 09 nov 16 | 481 |

Después de este periodo se instaló un sistema hidroneumático para bombeo de agua, por lo cual el consumo se elevó hasta los 725 KWH.

| Concepto | Lectura actual | | Lectura anterior | | Total periodo | Precio (MXN) | Subtotal (MXN) |
|----------------------|----------------|------------|------------------|------------|---------------|--------------|----------------|
| | Medida ● | Estimada ● | Medida ● | Estimada ● | | | |
| Energía (kWh) | 00676 | | 00000 | | 676 | | |
| Básico | 19712 | | 19663 | | 200 | 0.697 | 139.40 |
| Intermedio | | | | | 100 | 0.822 | 82.20 |
| Excedente | | | | | 425 | 2.802 | 1,190.85 |
| Suma | | | | | 725 | | 1,412.45 |

Figura 26. Recibo de CFE del cliente.

Esto quiere decir que a diario aproximadamente se consumirán 12.08 KWH de energía a diario.

Siguiente paso se buscan datos estadísticos en los sistemas fotovoltaicos monitoreados en la misma zona para saber cuánta energía puede llegar a producir un panel fotovoltaico con las mismas características.

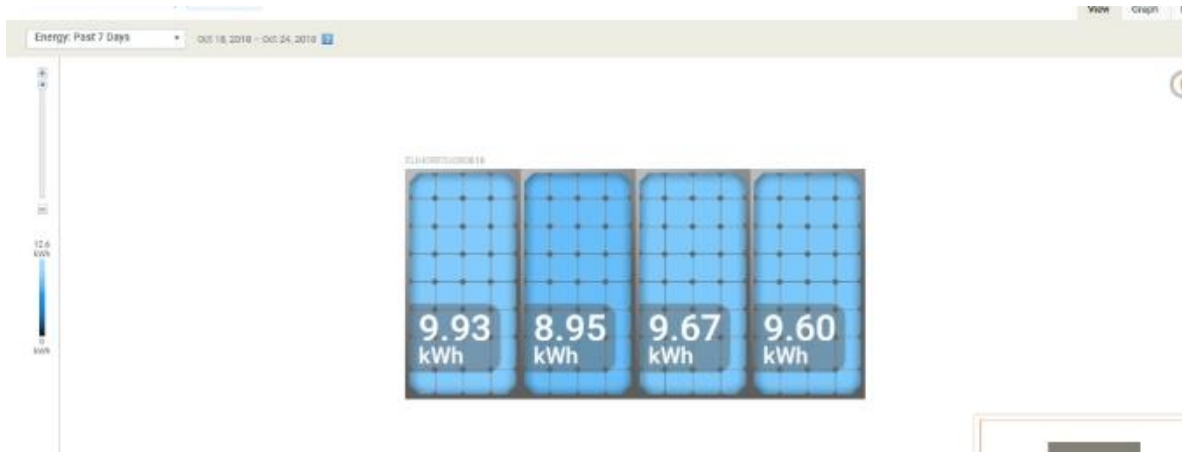


Figura 27. Datos del sistema monitoreado.

En la imagen anterior observamos la producción semanal de un sistema solar fotovoltaico en la misma zona, gracias al monitoreo de enphase.

El promedio semanal por cada panel es de: 9.5375 KWH

Quiere decir que a diario se producen 1.3625 KWH aproximadamente.

Para cubrir la demanda diaria de 12.08 KWH se necesitan: 8.86 módulos solares.

Después de esto el cliente decidió instalar 8 módulos solares.

3.5.2 Método 2.

El siguiente método fue desarrollado por la empresa Sharp, con el propósito de ayudar a sus clientes a dimensionar correctamente su sistema solar.

Existen diferentes sistemas de cálculo, desde los más sencillos hasta los más sofisticados por computadora con simulación del sistema proyectado, pero básicamente la Potencia de Salida Esperada [KWH] se puede calcular de la siguiente forma:

Conocer el Consumo Eléctrico a Satisfacer.

Para calcular la Potencia de Salida Esperada, es necesario conocer el consumo eléctrico a satisfacer. De esta manera, nos basaremos en las siguientes tablas:

Para realizar el cálculo correcto se necesita saber el consumo anual en KWH y la insolación diaria promedio.

El consumo bimestral es de 725 KWH, por lo tanto el consumo anual seria aproximadamente de 4350 KWH.

Tabla de insolación mensual.

| MES | KWH/m ² |
|------------|--------------------|
| ENERO | 5.19 |
| FEBRERO | 6.1 |
| MARZO | 6.96 |
| ABRIL | 7.06 |
| MAYO | 6.66 |
| JUNIO | 6.01 |
| JULIO | 6.28 |
| AGOSTO | 6 |
| SEPTIEMBRE | 5.43 |
| OCTUBRE | 5.37 |
| NOVIEMBRE | 5.26 |
| DICIEMBRE | 4.9 |
| PROMEDIO | 5.94 |

| | | | |
|-------|----------|-----------|------------------------------|
| KWH | 1 AÑO | 1 DIA | =TAMAÑO DEL SISTEMA EN CA KW |
| 1 AÑO | 365 DIAS | HORAS SOL | |

| | | | |
|-------|---------------------|--------|-----------------------------|
| KW CA | 1 KW(CD ENTRADA) | 1000 W | =TAMAÑO DEL SISTEMA EN CD W |
| | 0.70 KW (CA SALIDA) | 1 KW | |

Sustituyendo datos.

| | | | |
|----------|----------|-------|----------------|
| 4350 KWH | 1 AÑO | 1 DIA | |
| 1 AÑO | 365 DIAS | 5.94 | = 2.0063 KW CA |

| | | | |
|-----------------|------------------------|--------|--------------|
| 2.0063 KW CA | 1 KW(CD ENTRADA) | 1000 W | |
| | 0.70 KW (CA SALIDA) | 1 KW | = 2866 KW CD |

Calculo de módulos=

$$\frac{2866 \text{ kW CD}}{POT \text{ DEL MODULO} = 325 \text{ WP}} = 8.8184 \text{ MODULOS}$$

Como se puede observar los dos métodos nos dan resultados similares.

3.5.3 Diseño de la estructura en sketchup.

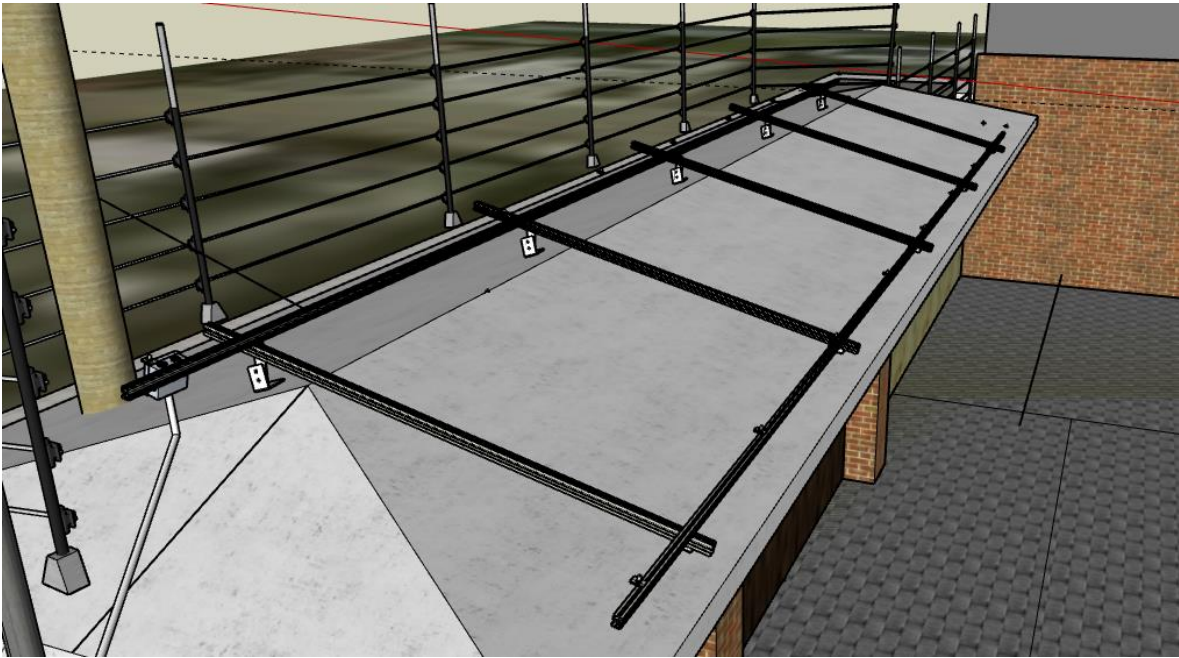


Figura 28. Estructura diseñada en sketchup.

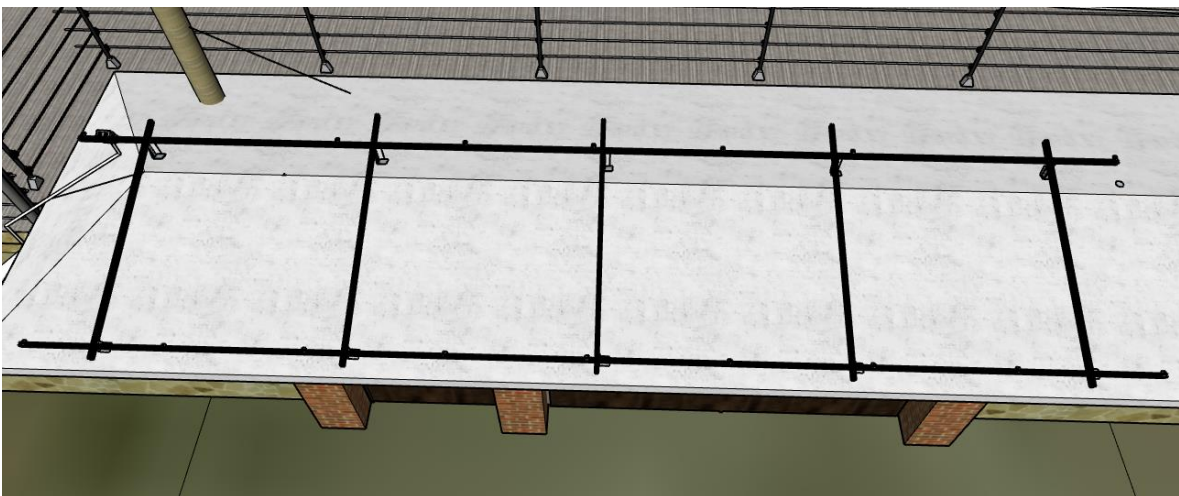


Figura 29. Estructura diseñada en sketchup.

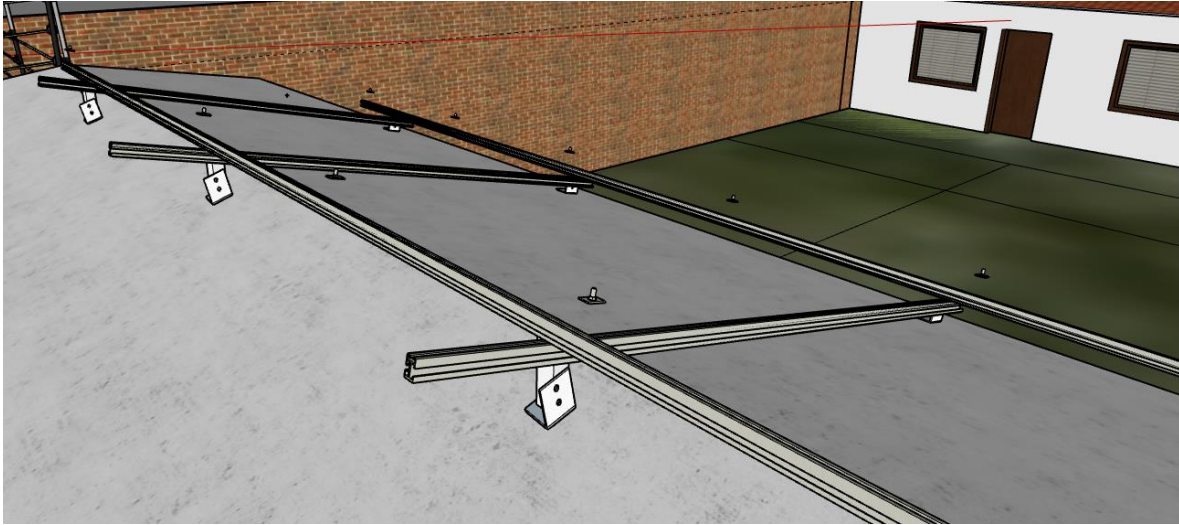


Figura 30. Estructura diseñada en sketchup

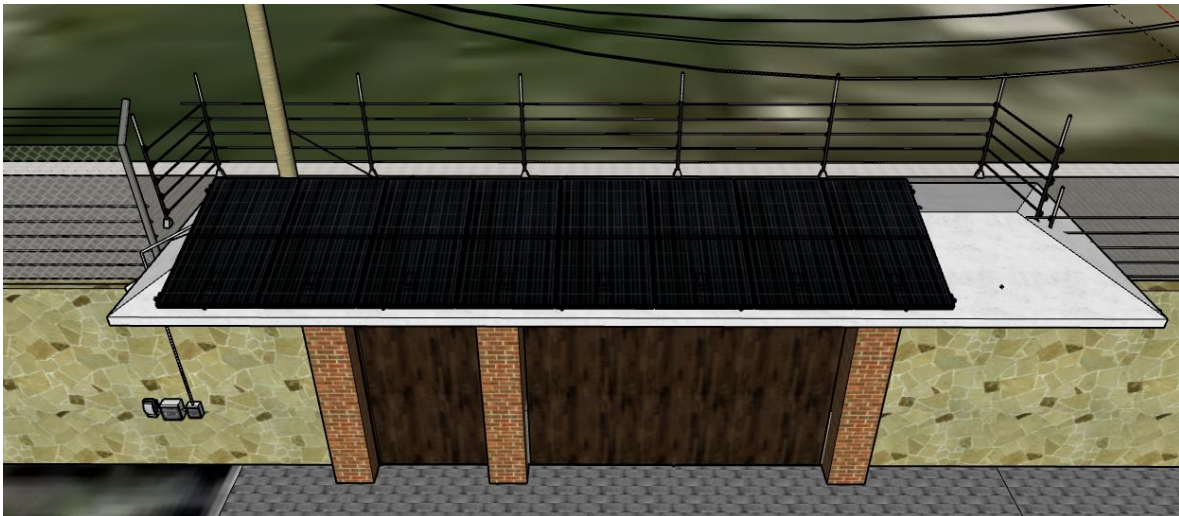


Figura 31. Estructura diseñada en sketchup con paneles montados.

3.5.4 Cálculo de interruptores.

Los siguientes cálculos se hacen de acuerdo a las características eléctricas de los módulos solares y de los microinversores.

En la siguiente imagen se muestran las características eléctricas de los módulos solares.

| DATOS ELÉCTRICOS (a STC) | | ND-AH325 | |
|--|-------------------|----------|-------|
| Potencia Nominal | $P_{m\acute{a}x}$ | 325 | W_p |
| Tensión en Circuito Abierto | V_{oc} | 46 | V |
| Corriente de Corto Circuito | I_{sc} | 9.24 | A |
| Tensión en el Punto de Máxima Potencia | V_{mpp} | 37.6 | V |
| Corriente en el Punto de Máxima Potencia | I_{mpp} | 8.64 | A |
| Coefficiente de Rendimiento del Módulo | η_m | 16.7 | % |

STC = Standard Test Conditions: irradiación de 1,000 W/m², AM 1.5, temperatura de la célula de 25 °C.
Las características eléctricas están clasificadas dentro de ±10 % de los valores indicados de I_{sc} , V_{oc} y de 0 a +5 % de $P_{m\acute{a}x}$ (tolerancia de medición de potencia ±3 %).

| DATOS ELÉCTRICOS (a NOCT) | | ND-AH325 | |
|--|-------------------|----------|-------|
| Potencia Nominal | $P_{m\acute{a}x}$ | 240.5 | W_p |
| Tensión en Circuito Abierto | V_{oc} | 42.6 | V |
| Corriente de Corto Circuito | I_{sc} | 7.47 | A |
| Tensión en el Punto de Máxima Potencia | V_{mpp} | 34.6 | V |
| Corriente en el Punto de Máxima Potencia | I_{mpp} | 6.96 | A |
| Temperatura Operativa Nominal de la Célula | NOCT | 46 ± 2 | °C |

NOCT (45°C) : Temperatura de funcionamiento del Módulo con una irradiación de 800 W/m², temperatura del aire de 20 °C, velocidad de viento 1 m/s.

Figura 32. Datos eléctricos paneles solares.

En la siguiente imagen se muestran las características eléctricas de los microinversores.

Microinversores Enphase IQ 7 y IQ 7+

| DATOS DE ENTRADA (CC) | IQ7-60-2-US | | IQ7PLUS-72-2-US | |
|---|---|---------------------|---|---------------------|
| Combinaciones de módulos recomendadas ¹ | 235 W-350 W + | | 235 W-440 W + | |
| Compatibilidad del módulo | Solo módulos fotovoltaicos de 60 celdas | | Módulos fotovoltaicos de 60 y 72 celdas | |
| Tensión máxima de CC de entrada | 48 V | | 60 V | |
| Tensión máxima de registro de corriente | 27 V-37 V | | 27 V-45 V | |
| Intervalo de funcionamiento | 16 V-48 V | | 16 V-60 V | |
| Tensión de arranque mínima/máxima | 22 V/48 V | | 22 V/60 V | |
| Corriente de cortocircuito de CC máxima (módulo I_{sc}) | 15 A | | 15 A | |
| Puerto de CC de clase sobretensión | II | | II | |
| Corriente de retroalimentación del puerto de CC | 0 A | | 0 A | |
| Configuración de panel fotovoltaico | Panel sin tierra de 1 x 1; No se necesita protección adicional de la CC lateral; La protección de CA lateral requiere un máximo de 20 A por circuito de ramal | | | |
| DATOS DE SALIDA (CA) | Microinversor IQ 7 | | Microinversor IQ 7+ | |
| Potencia máxima de salida | 250 VA | | 295 VA | |
| Potencia de salida continua máxima | 240 VA | | 290 VA | |
| Tensión/intervalo ² nominales (L-L) | 240 V/ 211-264 V | 208 V/ 183-229 V | 240 V/ 211-264 V | 208 V/ 183-229 V |
| Corriente de salida continua máxima | 1,0 A | 1,15 A | 1,21 A | 1,39 A |
| Frecuencia nominal | 60 Hz | | 60 Hz | |
| Intervalo de frecuencia extendido | 47-68 Hz | | 47-68 Hz | |
| AC corta el circuito por fallo en la corriente en 3 ciclos | 5,8 Arms | | 5,8 Arms | |
| Unidades máximas por circuito derivado de 20 A (L-L) ³ | 16 (240 VAC) 13 (208 VAC) | | 13 (240 VAC) 11 (208 VAC) | |
| Puerto de CA de clase sobretensión | III | | III | |
| Corriente de retroalimentación del puerto de CA | 0 A | | 0 A | |
| Configuración del factor de potencia | 1,0 | | 1,0 | |
| Factor de potencia (ajustable) | 0,7 adelantado ... 0,7 retrasado | | 0,7 adelantado ... 0,7 retrasado | |
| EFICIENCIA | a 240 V | a 208 V | a 240 V | a 208 V |
| Rendimiento pico de CEC | 97.6 % | 97.6 % | 97.5 % | 97.3 % |
| Rendimiento ponderado del CEC | 97.0 % | 97.0 % | 97.0 % | 97.0 % |

Figura 33. Datos eléctricos de los microinversores.

El cálculo de interruptores se realizara de dos maneras diferentes para asegurar una mayor protección al sistema.

Calculo de interruptores por la potencia de paneles solares.

Potencia de cada panel: 325 KWP

Potencia total instalada: 2.6 KWP.

Por lo tanto se utilizara la siguiente formula:

$$I = \frac{POTENCIA EN WATTS}{220 VOLTS * 0.9} = A.$$

Por lo tanto:

$$I = \frac{2600}{220 VOLTS * 0.9} = 13.13 A.$$

Calculo de interruptor por medio de la potencia de los microinversores.

Corriente de salida de cada microinversores: 1.39 A.

Nº Total de microinversores conectados en paralelo: 8

Por lo tanto la corriente total es de: 11.12 A.

IC: 11.12 A * 1.25 = 13.9 A.

Ya que los interruptores que se utilizan en la empresa son de la marca ABB, y el más cercano es de 16 A, por lo tanto es el que se va a utilizar.

3.5.5 Cálculo de conductor.

De acuerdo a la tabla del fabricante del conductor el cual es condumex, se seleccionara el conductor.

| CABLE VIAKON® THWN/THHN 600 V | | | | | | | | | |
|-------------------------------|--|-----------------|---------------------------------|--------------------------|------------------------------|-----------------------|--|------|------|
| Calibre | Área nominal de la sección transversal | Número de hilos | Espesor nominal del aislamiento | Espesor nominal de nylon | Diámetro exterior aproximado | Peso total aproximado | Capacidad de conducción de corriente* Amperes | | |
| AWG/kcmil | mm² | | mm | mm | mm | kg/100 m | 60°C | 75°C | 90°C |
| 14 | 2,082 | 19 | 0,38 | 0,10 | 2,9 | 3 | 20 | 20 | 25 |
| 12 | 3,307 | 19 | 0,38 | 0,10 | 3,4 | 4 | 25 | 25 | 30 |
| 10 | 5,260 | 19 | 0,51 | 0,10 | 4,3 | 6 | 30 | 35 | 40 |
| 8 | 8,367 | 19 | 0,76 | 0,13 | 5,7 | 10 | 40 | 50 | 55 |
| 6 | 13,30 | 19 | 0,76 | 0,13 | 6,7 | 15 | 55 | 65 | 75 |
| 4 | 21,15 | 19 | 1,02 | 0,15 | 8,5 | 24 | 70 | 85 | 95 |
| 2 | 33,62 | 19 | 1,02 | 0,15 | 10,1 | 36 | 95 | 115 | 130 |
| 1 | 42,41 | 19 | 1,27 | 0,18 | 11,6 | 46 | 110 | 130 | 150 |

Figura 34. Ampacidad de los diferentes calibres de conductores.

Cálculo de la caída de tensión.

$$CT = \frac{2L * RL * I}{1000}$$

$$\%CT = \frac{100 * CT}{V}$$

Donde:

CT: Caída de tensión en volts.

L: Largo del conductor en metros.

RL: Resistencia del conductor en CA a 75 °C. Ohm/Km

V: Tensión del suministro en Volts.

%CT= Porcentaje de caída de tensión.

Por lo tanto la caída de tensión con el calibre 14 es de

$$CT = \frac{2*15*0.240 \frac{\Omega}{Km} * 13.9 A}{1000} = 0.10008 V.$$

$$\%CT = \frac{100*0.1008}{220} = 0.0454 \%$$

Calibre 12.

$$CT = \frac{2*15*0.223 \frac{\Omega}{Km} * 13.9 A}{1000} = 0.09299 V.$$

$$\%CT = \frac{100*0.1008}{220} = 0.0422 \%$$

De acuerdo a estos cálculos se decidió utilizar calibre 12 ya que en el futuro puede aumentarse más módulos solares en esta misma instalación.

3.5.6 Tubería.

De acuerdo a la siguiente tabla del fabricante de tubería metálica se muestran la cantidad de conductores admisibles.

Cantidad de Conductores Admisible en Tubería Conduit Metálica Cables TW y THW

| CALIBRE AWG o kcmil | DIÁMETRO NOMINAL DEL TUBO (Pulgados, mm) | | | | | | | | | |
|---------------------------|--|-----------|---------|-------------|-------------|---------|-------------|---------|-------------|----------|
| | 1/2 13 | 3/4 19 | 1 25 | 1 1/4 32 | 1 1/2 38 | 2 51 | 2 1/2 64 | 3 76 | 3 1/2 89 | 4 102 |
| 14 | 8 | 15 | 25 | 43 | 58 | 96 | 168 | 254 | 332 | 424 |
| 12 | 6 | 11 | 19 | 33 | 45 | 74 | 129 | 195 | 255 | 326 |
| 10 | 5 | 8 | 14 | 24 | 33 | 55 | 96 | 145 | 190 | 243 |
| 8 | 2 | 5 | 8 | 13 | 18 | 30 | 53 | 81 | 105 | 135 |
| 6 | 1 | 3 | 4 | 8 | 11 | 18 | 32 | 48 | 63 | 81 |
| 4 | 1 | 1 | 3 | 6 | 8 | 13 | 24 | 36 | 47 | 60 |
| 2 | 1 | 1 | 2 | 4 | 6 | 10 | 17 | 26 | 34 | 44 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 7 | 12 | 18 | 24 | 31 |
| 1/0 | - | 1 | 1 | 2 | 3 | 6 | 10 | 16 | 20 | 26 |
| 2/0 | - | 1 | 1 | 1 | 3 | 5 | 9 | 13 | 17 | 22 |
| 3/0 | - | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 7 | 11 | 15 | 19 |
| 4/0 | - | - | 1 | 1 | 1 | 3 | 6 | 9 | 12 | 16 |
| 250 | - | - | 1 | 1 | 1 | 3 | 5 | 7 | 10 | 13 |
| 300 | - | - | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 6 | 8 | 11 |
| 350 | - | - | - | 1 | 1 | 1 | 4 | 6 | 7 | 10 |
| 400 | - | - | - | 1 | 1 | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 |
| 500 | - | - | - | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 6 | 7 |
| 600 | - | - | - | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 | 6 |
| 750 | - | - | - | - | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 5 |
| 800 | - | - | - | - | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 5 |
| 900 | - | - | - | - | - | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1000 | - | - | - | - | - | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 |

Figura 35. Cantidad de conductores admisibles en tubería.

Se decidió utilizar la tubería de 3/4” ya que se puede aumentar el sistema de módulos solares en el futuro.

3.6 Presupuesto.

En las siguientes tablas se muestra el presupuesto del material con los diferentes proveedores de la empresa. Este presupuesto es únicamente del sistema interconectado a la red.

Tabla 1. Material necesaria para la estructura. Este material es vendido por la empresa PLP.

| MATERIAL | # Parte | CANT | PRECIO UNI | Total USD | Total M.N. |
|--|------------------|------|-------------------|------------|--------------|
| ANGULO 2"X2"X3/16" (3,66M) | 5860003 | 1 | 33.87 | 33.87 | \$ 634.05 |
| BRACKET PARA POWER RAIL P6/P8 | 5848114 | 10 | 1.24 | 12.4 | \$ 232.13 |
| EXTRUCCION POWER RAIL P6 (1,64M) | 5810020-164 | 5 | 11.73 | 58.65 | \$ 1,097.93 |
| EXTRUCCION POWER RAIL P8 4,24M | 5810010-424PZ | 4 | 43.71 | 174.84 | \$ 3,273.00 |
| Large Mounting Foot | 5810670-MXE | 10 | 3.03 | 30.3 | \$ 567.22 |
| POWER RAIL END CLAMP 35MM | 5810409-35-SS | 4 | 2.99 | 11.96 | \$ 223.89 |
| POWER RAIL MID CLAMP 34-39MM | 5810413-34-39-SS | 14 | 1.4 | 19.6 | \$ 366.91 |
| RAIL GROUNDING LUG | 5802116 | 1 | 7.95 | 7.95 | \$ 148.82 |
| SPLICE PLATES P8 (EMPALMES) | 5811013MXE | 2 | 4.86 | 9.72 | \$ 181.96 |
| TUERCA FLANGE DE 5/16" inox | 9505026 | 80 | 0.17 | 13.6 | \$ 254.59 |
| | | | Sub total | USD 523.25 | \$ 9,795.24 |
| | | | 16% IVA | USD 83.72 | \$ 1,567.24 |
| | | | Total /IVA | USD 606.97 | \$ 11,362.48 |

Tabla 2. Material de tornillería. Este material es vendido por la empresa CLAVOS DE MEXICO.

| MATERIAL | CANTIDAD | PRECIO UNI | Total M.N |
|---------------------------------|----------|-------------------|-----------|
| TORNILLO TIPO COCHE- 5/16"X3/4" | 60 | \$ 0.45 | \$ 27.00 |
| TOR. HEX. INOX. DE 1/4 X 1" | 15 | \$ 0.95 | \$ 14.25 |
| TOR. HEX. INOX. DE 1/4 X 2" | 15 | \$ 1.52 | \$ 22.80 |
| TAQUETE Z PARA TOR DE 1/4" | 4 | \$ 3.32 | \$ 13.28 |
| | | Sub total | \$ 181.73 |
| | | 16% IVA | \$ 29.08 |
| | | Total /IVA | \$ 210.81 |

Tabla 3. Material de eléctrico. Este material es vendido por la empresa distribuidora Santiago.

| ITHEM | MATERIAL | COD. FABRICA | CANTIDAD | C SENCILLA | C PROYECTO | C. TOTAL |
|-------------------|--|-------------------|----------|------------|------------|-------------|
| 9 | CINCHOS NEGROS 2.4X90MM (100 PZS) | 31800 COLRING | 25 | \$ - | \$ 0.19 | \$ 4.75 |
| 11 | TAQUETES 1/4 ROJO THORMAN (100 PZAS) | 1103-03100 | 25 | \$ - | \$ 12.96 | \$ 324.00 |
| 12 | PIJA #8 X 1.5" CABEZA PHILLIPS GALVANIZADA | R3080382 | 25 | \$ - | \$ 0.27 | \$ 6.75 |
| 13 | CAJA LEGRAND 92022 | 92022 CAJAS PLEXO | 1 | \$ - | \$ 74.19 | \$ 74.19 |
| 14 | CONECTOR GLANDULA 3/4" PLASTICO ROSCA NPT | 000-515CR-000 | 1 | \$ - | \$ 14.99 | \$ 14.99 |
| 16 | CINTA DE AISLAR NEGRA | 2091 NEGRO | 1 | \$ - | \$ 17.52 | \$ 17.52 |
| 17 | CINTA DE AISLAR ROJA | 2091 ROJO | 1 | \$ - | \$ 16.47 | \$ 16.47 |
| 18 | CINTA DE AISLAR BLANCA | 2091 BCO | 1 | \$ - | \$ 16.32 | \$ 16.32 |
| 20 | CONTACTO REDONDO DE USO RUDO | 000-515CR-000 | 1 | \$ - | \$ 57.71 | \$ 57.71 |
| 37 | CONECTOR RECTO LIQUIDTIGHT 3/4" | HLR-34 | 1 | \$ - | \$ 15.23 | \$ 15.23 |
| 44 | TUBERIA CONDUIT 3/4" (3M) PARED GRUESA | 52 | 2 | \$ - | \$ 111.69 | \$ 223.38 |
| 47 | UNICANAL SOLIDO 4X4 CALIBRE 12 3METROS | USR 4X4 | 1 | \$ 87.59 | \$ 341.75 | \$ 341.75 |
| 61 | ABRAZADERA UNICANAL 3/4" | AU34 | 10 | \$ - | \$ 4.51 | \$ 45.10 |
| 63 | ABRAZADERAS UÑA 3/4" PARED GRUESA | UT-100 | 10 | \$ - | \$ 1.74 | \$ 17.40 |
| 65 | MONITORES 3/4" | MT-100 | 5 | \$ - | \$ 3.81 | \$ 19.05 |
| 66 | CONTRATUERCA 3/4" | CT-100 | 5 | \$ - | \$ 1.74 | \$ 8.70 |
| 70 | CONDULET LB 3/4" CROUSE HINDS SERIE 9 | LB-29 | 1 | \$ - | \$ 101.21 | \$ 101.21 |
| Sub total | | | | | \$ - | \$ 1,774.61 |
| 16% IVA | | | | | \$ - | \$ 283.94 |
| Total /IVA | | | | | \$ - | \$ 2,058.55 |

Tabla 4. Material de ABB. Este material es vendido por Anixter.

| MATERIAL | Anixter part | CANTIDAD | N PRECIO | Total M.N. |
|--------------------------------------|--------------|----------|-----------------|------------|
| ITM CA 16A BIPOLAR PARA RIEL DIN ABB | 696973 | 2 | \$ 87.57 | \$ 175.14 |
| GABINETE MISTRAL IP65 8M ABB | 698705 | 1 | \$ 229.06 | \$ 229.06 |
| GABINETE MISTRAL IP65 12M ABB | 698706 | 1 | \$ 283.98 | \$ 283.98 |
| TOPE DE RETENCION | 489937 | 2 | \$ 5.24 | \$ 10.48 |
| CUBREMODULOS 12M MISTRAL65 | 698738 | 1 | \$ 34.68 | \$ 34.68 |
| | | | Subtotal | \$ 748.92 |
| | | | IVA | \$ 119.83 |
| | | | Total | \$ 868.75 |

Tabla 5. Material de ENPHASE. Este material es vendido por REFACSOL.

| MATERIAL | CANTIDAD | PRECIO UNI | Total USD | Total M.N. |
|---|----------|-------------------|---------------|--------------|
| Microinversor Enphase IQ6PLUS-72-2-US. 60 y 72 celdas. 235W - 400W+ | 8 | 96.25 USD | 770.00 USD | \$ 14,414.40 |
| Sistema de Monitoreo Envoy IQ ENV-IQ-AM1-240 M | 1 | 232.95 USD | 232.95 USD | \$ 4,360.82 |
| Cable Portrait bifásico para IQ Q-12-10-240 | 8 | 8.60 USD | 68.80 USD | \$ 1,287.94 |
| Terminador IQ Q-TERM-10 | 1 | 12.08 USD | 12.08 USD | \$ 226.14 |
| | | Sub total | \$ 1,083.83 | \$ 20,289.30 |
| | | 16% IVA | \$ 173.41 | \$ 3,246.29 |
| | | Total /IVA | \$ 1,257.24 | \$ 23,535.59 |

Tabla 6. Material de SHARP. Este material es vendido por SHARP SOLAR.

| CONCEPTO | CANTIDAD | PRECIO UNI | Total USD | Total M.N. |
|-------------------------|----------|------------|-------------|--------------|
| MODULO 325W SHARP SOLAR | 8 | \$ 165.75 | \$ 1,326.00 | \$ 24,822.72 |
| Sub total | | | \$ 1,326.00 | \$ 24,822.72 |
| 16% IVA | | | \$ 212.16 | \$ 3,971.64 |
| Total /IVA | | | \$ 1,538.16 | \$ 28,794.36 |

Tabla 7. Costo total.

| CONCEPTO | COSTO |
|----------------|---------------------|
| ESTRUCTURA | \$ 11,362.48 |
| MAT. ELECTRICO | \$ 2,058.55 |
| MAT. ABB | \$ 868.75 |
| TORNILLERIA | \$ 210.81 |
| MODULOS | \$ 28,794.36 |
| INVERSOR | \$ 23,535.59 |
| EXTRAS | |
| VIATICOS | |
| TOTAL | \$ 66,830.52 |

3.7 Instalación del sistema híbrido eólico-fotovoltaico autónomo.

A continuación se muestra el diseño de un sistema de generación híbrido eólico-fotovoltaico que se utilizara para energizar al sistema de bombeo y filtrado de la alberca.

Los componentes de este sistema fueron adquiridos de forma independiente por parte del cliente.

Lo que se hará en el proyecto es conectarlos de tal manera que este sistema sea el que se encargue de brindar energía al sistema de bombeo de agua y filtrado de la alberca.

El sistema de generación híbrido eólico- fotovoltaico se instalara de acuerdo al siguiente diagrama.

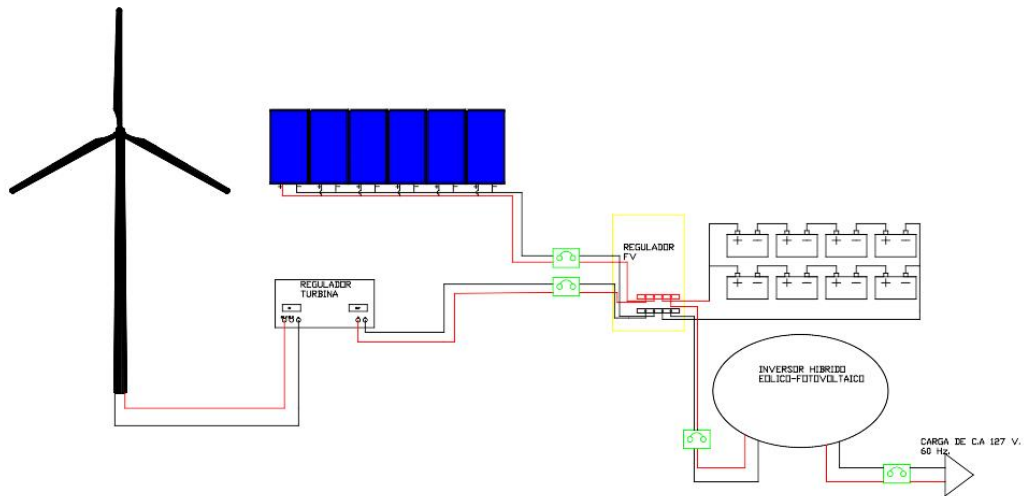


Diagrama de conexiones del sistema híbrido.

Equipos a utilizar:

Módulos solares: Son de la marca Suntech modelo STP160-24-Ab-1.

Regulador: Se tienen dos reguladores uno para la turbina el cual es de la marca whisper 200 y otro para los paneles solares el cual es un outback power modelo flexmax 80.

Baterías: Son de la marca pro eye modelo CR-390.

Inversor: Es de la marca outback power modelo GFX1424E.

4. Resultados y conclusiones.

4.1 Resultado sistema solar interconectado a la red.

A continuación se muestran las figuras del sistema monitoreado a través del sistema envoy IQ de enphase.

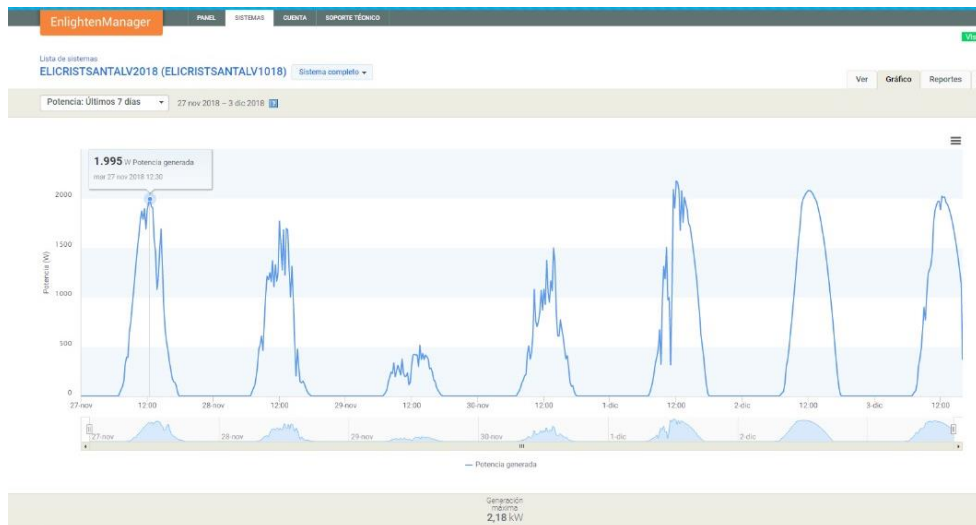
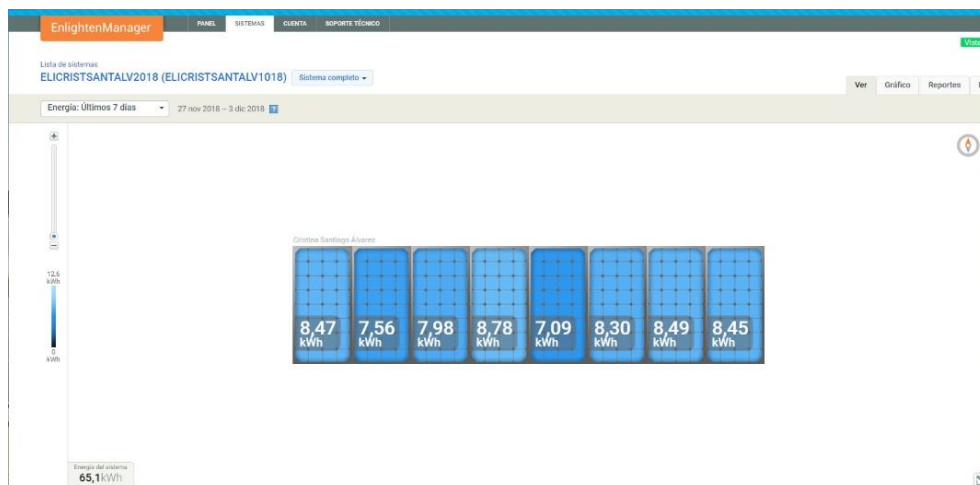


Gráfico del sistema instalado monitoreado 7 días.



Producción de cada panel instalado en 7 días.

En las siguientes imágenes se muestran las fotos de la instalación terminada.



Instalación terminada junto a la estructura.



Instalación terminada.



Protecciones de AC.

4.2 Resultados de la instalación del sistema híbrido eólico-fotovoltaico autónomo.

En las siguientes imágenes se muestra la conexión terminada del sistema híbrido.



Regulador eólico.



Inversor híbrido.



Conexión del sistema híbrido eólico fotovoltaico terminado.

4.3 conclusiones.

La implementación de sistemas de energías renovables en los hogares ayuda principalmente el costo de facturación de energía eléctrica.

Implementar un buen sistema fotovoltaico, es decir que en él se utilicen materiales de la mejor calidad nos va a ayudar a que ese sistema fotovoltaico funcione por 30 años sin ningún problema. Otro punto a favor de los sistemas fotovoltaicos de calidad están monitoreados las 24 horas es decir siempre vamos a saber cuánta energía está produciendo nuestro sistema fotovoltaico.

Para dimensionar un sistema fotovoltaico es necesario tomar en cuenta muchas cosas, lo más importante aquí es saber bien la cantidad de horas-solar pico diaria se encuentran en la zona, otro punto importante que se debe de tomar en cuenta al momento de instalar un sistema fotovoltaico es que los paneles solares siempre deben de estar orientados hacia el sur, para que siempre les llegue la mayor cantidad de sol posible.

Lo más importante de aprender acerca de los sistemas fotovoltaicos a aprender que se utilizan tecnología de punta para que siempre nuestros sistema tenga el mayor rendimiento, lo más importante fue saber que ya se utilizan microinversores y un sistema de monitoreo que tienen un tamaño muy pequeño y tienen un excelente rendimiento.

Bibliografía.

- [1] Sánchez, O. B. (2018). Construcción De Celdas Solares De Tercera Generación Mediante Crecimiento In-Situ De Perovskita Utilizando Nano Fibras De Dióxido De Titanio Dopadas Con Plomo.
- [2] Rojas, I. M. O., Morales, C. A. C., Acuña, H. E. C., & Arévalo, C. P. F. (2017). Sistema Híbrido Fotovoltaico (Fv) Con Interacción A La Red Para Zonas Rurales De Colombia. *Riaa*, 8(1), 169-182.
- [3] Daniel, C. M. M., Isidro, F. B. J., & José, F. T. H. (2018). Diseño Y Evaluación De Un Panel Solar Fotovoltaico Y Térmico Para Poblaciones Dispersas En Regiones De Gran Amplitud Térmica Design And Evaluation Of A Photovoltaic And Thermal Solar Panel For Dispersed Populations In Regions Of Large Temperature Range. *Ingeniería Investigación Y Tecnología*, 19(2), 209-221.
- [4] Cappelletti, M. A., Casas, G., Guzmán, J., Morales, D. M., & Peltzer, E. (2017, September). Análisis De Celdas Solares De Perovskita Con El Modelo De Doble Diodo. In *Asades 2017-XI Reunión De Trabajo-San Juan*.
- [5] López, J. A. P., Soto, A. L., Ramos, F. B., & Flores, B. G. (2018). Comparativa Entre La Eficiencia De Un Sistema Fotovoltaico Con Seguimiento Solar Y La De Un Sistema Fotovoltaico Fijo. *Ciba Revista Iberoamericana De Las Ciencias Biológicas Y Agropecuarias*, 6(12), 115-140.
- [6] Álvarez-Macías, C., Santana, G., Viveros-García, T., & Barrera-Calva, E. (2017). Efecto De Los Parámetros De Depósito De Silicio Polimorfo Por Técnica Pecvd Sobre Las Propiedades Químicas, Nano-Estructurales, Optoelectrónicas Y De Foto-Degradación Para Su Implementación En La Fabricación De Celdas Solares. *Revista Mexicana De Ingeniería Química*, 16(3).
- [7] Aguilera, J. R. G., & Parada, A. G. (2015). Desarrollo De Sistema De Adquisición De Datos De Un Simulador Solar Para Evaluación De Paneles Fotovoltaicos. *Jóvenes En La Ciencia*, 1(2), 1688-1692.
- [8] Galicia Toralva, M., Solís, J. L., & Gómez, M. M. (2016). Fabricación Y Caracterización De Celdas Solares Sensibilizadas De Tio₂ Modificado Con Nanopartículas De Nio. *Revista De La Sociedad Química Del Perú*, 82(1), 87-99.
- [8] Asociación De La Industria Fotovoltaica, Asif. (2006). *Energía Solar Fotovoltaica En La Comunidad De Madrid*. España.: Printaportercamunicacion, Sl.
- [9] Clemente Álvarez, Instituto Para La Diversificación Y Ahorro De La Energía. (2006.). *Energía Eólica*. Madrid.: Idae.

[10] Benito., T. P. (2006). *Guia Del Instalador De Energias Renovables*. Mexico D.F:
Limusa.