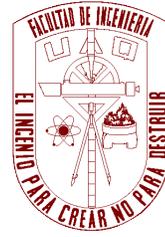




Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Ingeniería
Licenciatura en Ingeniería



DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA DE RED ELÉCTRICO PARA CASAS DE INTERÉS SOCIAL UTILIZANDO ENERGÍAS RENOVABLES

TESIS

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de Ingeniero

Presenta:

Cindy Geovany Cruz Lopez

Dirigido por:

Dr. Gonzalo Macias Bobadilla

SINODALES

Dr. Edgar Alejandro Rivas Araiza

Firma

M. en C. José Luis Avendaño Juárez

Firma

Ing. Fortino Mendoza Mondragón

Firma

Dr. Aurelio Domínguez González

Director de la Facultad de
Ingeniería

Querétaro, Qro.
Octubre del 2012
México

RESUMEN

El continuo y creciente deterioro de los ecosistemas en nuestro planeta, además del agotamiento gradual de las reservas combustibles fósiles: carbón, petróleo y gas. Son las principales consecuencias del actual sistema energético mundial. El sistema se basa en la utilización intensiva de dichas fuentes. Por esta razón es imperativo el desarrollo de fuentes energéticas alternas, que sean amigables ambientalmente, renovables y/o inagotables. Estas fuentes alternativas incluyen la radiación solar directa, la energía solar indirecta (hidráulica, viento, olas, biomasa, térmica de los océanos), la energía geotérmica, la de las mareas y la energía nuclear. Los resultados indican que la eólica, la solar fotovoltaica e hidráulica son las alternativas con mayores perspectivas de crecimiento, y participación efectiva. En este trabajo de Investigación se presenta el diseño e Implementación de un Sistema de Red eléctrico utilizando energías renovables, en concreto energía eólica y solar fotovoltaica. Se presentan los criterios que se tomaron en cuenta para el desarrollo del mismo, y se detalla el proceso del diseño e instalación. Finalmente se presentan los resultados que permiten apreciar que es funcional y sobre todo factible, para su implementación en casas de interés social.

Palabras clave: Energías renovables, Energía Solar fotovoltaica, Energía Eólica, Red Eléctrica.

ABSTRACT

The continuous and growing deterioration of the world ecosystems and the exhaustion of fossil fuels: coal, petroleum and gas medium term reserves, are the main consequences of the current world energetic system. This system is based on the intensive utilization of these resources. So then, it is imperative the development of alternative energetic resources that being harmonic environmentally, renewable and/or interminable. These alternative energies include the direct solar radiation, solar indirect energy (hydraulic, wind, waves, biomass, thermal of the oceans), geothermal energy, the tides and nuclear. Results indicated that the wind, solar photovoltaic and hydraulic energy are the options with greater perspectives of growth and participation. Research in this paper presents the design and implementation of a network system power using renewable energies. The criteria to develop these devices are presented and detail the design and installation process. Finally results are presented which allow the assessment that is functional and feasible for implementation in low income housing.

Keywords: Alternative Energies, Solar Energy, Wind Power, Electrical Network.

DEDICATORIA.

Dedicado a:

“ Jazmín, Directora de orquesta de mi corazón”

“ Majo, Sangre de mi alma”

Cindy Geovany Cruz L.

AGRADECIMIENTOS

“Seguramente sería necesario otro trabajo de tesis para expresar el agradecimiento a todas aquellas personas que hicieron posible este trabajo, cuyas páginas estarían llenas exclusivamente de nombres y aun así estoy seguro no estarían todos a quien debo agradecer...”

Cindy Geovany Cruz López

INDICE

RESUMEN	I
SUMMARY	II
DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTOS	IV
INDICE	V

CAPITULO 1 INTRODUCCION 8

1.1 Antecedentes	10
1.2 Hipótesis	20
1.3 Objetivos	21
1.4 Justificación	22
1.5 Bosquejo de la Tesis	23

CAPITULO 2 REVISION DE LITERATURA 24

2.1 Tipos de energía	24
2.2 Energías Alternativas	25
2.2.1 Energía Eólica	26
2.2.2 Energía Solar	29
2.3 Panel Solar fotovoltaico	32
2.3 El efecto fotoeléctrico	33
2.4 Generador Eólico	38
2.5 Conceptos Básicos	40
2. 6Tipos de corriente	45
2.7 Fase	47
2.8 Neutro	48
2.9 Tierra Física	48
2.10 Simbología Eléctrica.	49
2.11 Baterías de Ciclo Profundo.	52
2.12 Interconexión de Sistemas de Energía Alterna a Sistemas Energía Convencional	54

CAPITULO 3 – METODOLOGIA

3.1 Primera Etapa: Cálculo del Sistema de Iluminación de Alta Eficiencia requerido para las viviendas de interés social	56
3.2 Segunda Etapa - Adquisición e Implementación del Sistema de Iluminación para las viviendas de interés social	58
3.3 Tercera Etapa- Adquisición e Instalación del sistema de generación de energía eléctrica a partir de energías renovables para las viviendas de interés social	61
3.4 Inversión necesaria	62
3.4.1 Proceso de Instalación del Generador Eólico	63
3.4.2 Proceso de Instalación de las Celdas Fotovoltaicas	67
3.4.3 Proceso de Interconexión del Sistema de Generación de Energía Renovable y el Sistema de Energía Convencional	70
3.5 Inversión Necesaria	79

CAPITULO 4 – RESULTADOS 80

CAPITULO 5 – CONCLUSIONES 83

APENDICES 85

BIBLIOGRAFÍA 90

1. INTRODUCCION

La historia nos cuenta cómo los sistemas de energía han jugado un papel predominante definiendo el estilo de vida de las sociedades participando en dar forma a los estilos de vida de las sociedades.

Las necesidades energéticas se definen por tres factores principales: crecimiento poblacional, desarrollo económico y avance tecnológico, incluyendo nuevas tecnologías, aumento de eficiencia y la reducción en el tamaño de los sistemas de generación eléctrica. Es importante comprender la manera en que estas tres fuerzas se combinan y se conjuntan en un desarrollo histórico que nos ha llevado hasta la situación actual.

Las energías renovables se basan en los flujos y ciclos implícitos en la naturaleza. Son aquellas que se regeneran y se espera que perduren porcientos o miles de años. Además, se distribuyen en amplias zonas y su adecuada utilización tiene un impacto ambiental favorable en el entorno, elemento que hoy se convierte en una herramienta de gran importancia, ante la necesidad de disminuir significativamente la emisión de gases de efecto invernadero a nivel mundial.

Hoy en día existe un “dilema energético”, ya que la mayor parte de la energía es generada a través de fuentes que emiten CO₂ a la atmósfera, por lo que para contrarrestar el impacto en el medio ambiente, se debe reducir por lo menos a la mitad, las emisiones de contaminantes a la atmósfera. El dilema, entonces se vuelve aún más retador, puesto que se estima que para el año 2030 la demanda de energía eléctrica, será el doble de la que se tenía en 1990.

La energía eólica ha sido aprovechada desde la antigüedad para mover los barcos impulsados por velas o hacer funcionar la maquinaria de molinos al mover sus aspas.

Sin embargo debido a la falta de seguridad en la existencia de viento, la energía eólica no puede ser utilizada como única fuente de energía eléctrica. Por lo tanto, es indispensable un respaldo de otra energía renovable como la solar o en su defecto las energías convencionales.

La energía eólica, la solar fotovoltaica e hidráulica, son las opciones con mayores perspectivas de crecimiento tecnológico factible, y competitivo. Representarán un mecanismo para reducir la dependencia de México en los combustibles fósiles, y así fomentar la seguridad energética. Sin embargo, el aprovechamiento de las energías renovables también representa beneficios indiscutibles en otros temas prioritarios, no sólo para nuestro país, sino para todo el mundo. En el rubro ambiental, la utilización de energías renovables, además de contribuir a mejorar la calidad del aire, contribuye a la conservación de los recursos naturales.

Ciertamente los combustibles fósiles han sido una base para el desarrollo nacional en México. Los pronósticos indican que seguirán ocupando una participación destacada como fuente primaria de energía para las próximas décadas; sin embargo, hoy es necesario iniciar las acciones que nos permitan, en un futuro no muy lejano, diversificar las fuentes de energía para atender las necesidades de los consumidores.

Se conoce de antemano que el consumo de la energía, es una referencia para la medición del progreso de las naciones. Aquellos países que más energía consumen, son quienes más desarrollo presentan, a diferencia de los que tienen una baja demanda energética.

Entonces se pretende reducir o eliminar el consumo energético innecesario. No se trata sólo de consumir más eficientemente, sino de consumir menos, es decir, desarrollar una conciencia y una cultura del ahorro energético, a través de la instauración de una cultura energética inspirada en el respeto ambiental, ahorro energético y la sustentabilidad, promoviendo fuentes renovables de energía y la utilización óptima de las mismas.

1.1 ANTECEDENTES

Históricamente, el desarrollo de la sociedad humana se ha basado en el aprovechamiento de fuentes energéticas primarias de tipo fósil. Sin embargo a causa de su uso indiscriminado, se ha generado un deterioro ambiental global.

Antes de la revolución industrial, los sistemas energéticos estaban basados en la utilización de los flujos de energía naturales en pequeña escala (molinos de viento, fuerza de los ríos, etc.) y en el uso de energía animal y humana para atender las necesidades energéticas de calor, luz y trabajo mecánico. Las densidades energéticas, es decir, la cantidad de energía utilizable en un área determinada, y la disponibilidad de las fuentes de energía eran limitadas por los factores específicos de localización geográfica.

Desde entonces, dos grandes transiciones le han dado forma a los cambios estructurales en los sistemas energéticos:

a) La primera transición fue iniciada por una innovación tecnológica radical en el uso del carbón como fuente de energía para el motor de vapor. El ciclo de vapor representa la primera conversión de fuentes de energía fósil en trabajo. Permitió que el abastecimiento de energía fuera independiente de la localización geográfica, ya que el carbón podía ser transportado y almacenado; asimismo, permitió densidades energéticas que antes eran factibles solamente en lugares donde hubiera abundancia de energía hidráulica.

Los motores de vapor comenzaron su introducción masiva para bombear agua en las minas de carbón, lo que facilitó el incremento en la producción de éste.

Los motores de vapor móviles a bordo de barcos o de locomotoras permitieron la primera revolución en los sistemas de transporte. Las redes de ferrocarriles se extendieron a los lugares más remotos de la tierra y la navegación cambió su base de veleros a vapores.

Hacia los inicios del siglo XX el carbón había reemplazado las fuentes de energía tradicionales que no eran de origen fósil y daba satisfacción a casi todas las necesidades de fuentes de energía de las regiones industrializadas.

b) La segunda transición fue la diversificación de tecnologías para el uso final de la energía. La innovación de mayor relevancia fue la introducción de la electricidad como la primera energía que podía ser transmitida fácilmente convertida en luz, calor o trabajo en el punto de su utilización, la cual era generada en un punto remoto a través de sistemas de mediana y, posteriormente, gran escala.

Un cambio de mentalidad y de actitudes fue la expresión más oída durante en el último simposio sobre la prevención a los desastres naturales, “como enfrentar a los cambios climáticos”, con motivo de la XXXV Reunión Anual de la Asociación Interciencia, que se realizó por primera vez en Bolivia conjuntamente con la Asociación Boliviana para el Avance de la Ciencia (ABAC). [1]

El poder de convocatoria de Interciencia permitió congregarse a un selecto grupo de científicos en varias disciplinas relacionadas a la temática, provenientes de las Américas, de otros continentes y de los ministerios de Bolivia, de la industria y de algunas universidades.

Se puede observar hoy en día los males que se presentan por efectos de los cambios climáticos, por ejemplo: la desaparición de los glaciares acompañada por sequía en diversas áreas e inundaciones persistentes en otras, y el acceso limitado a la calidad-agua y a tierras fértiles.

Es urgente destacar la necesidad de buscar la complementariedad entre conocimiento científico moderno de infraestructuras locales y el acceso a la comunidad internacional para poner a disposición de los países, principalmente de los más débiles, los conocimientos, las tecnologías eficientes y eficaces local y globalmente.

Las conclusiones y recomendaciones que fueron publicadas en el artículo de esta revista: *Interciencia*, recalcan a cada quien que las acciones concretas para cuidar de nuestro planeta no son viables sino hay solidaridad y equidad entre los seres humanos.

Las tecnologías solares se han usado en todas las épocas y en cada rincón del mundo siendo sus referencias más antiguas los espejos metálicos usados en la defensa de Siracusa por Arquímedes en la Antigua Grecia y los tratados de *Anthemius de Tralles en el siglo VI [2]*.

Alexandre-Edmond Becquerel

(24 de marzo de 1820 - 11 de mayo 1891)
fue un físico francés que estudió el espectro solar,
magnetismo, electricidad y óptica. Es conocido
por su trabajo en la luminiscencia y
la fosforescencia. Fue hijo de Antoine César
Becquerel y padre de Henri Becquerel.

Descubridor del efecto fotovoltaico, fundamental
para las células fotoeléctricas, en 1839.

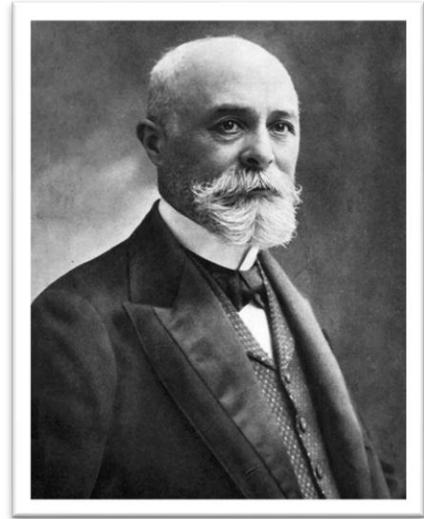


Fig. 1.1 Edmond Becquerel

El efecto fotoeléctrico fue descubierto y descrito por Heinrich Hertz en 1887, al observar que el arco que salta entre dos electrodos conectados a alta tensión alcanza distancias mayores cuando se ilumina con luz ultravioleta que cuando se deja en la oscuridad. La explicación teórica fue hecha por Albert Einstein, quien publicó en 1905 el revolucionario artículo "Heurística de la generación y conversión de la luz", basando su formulación de la fotoelectricidad en una extensión del trabajo sobre los cuantos de Max Planck. Más tarde Robert Andrews Millikan pasó diez años experimentando para demostrar que la teoría de Einstein no era correcta, para finalmente concluir que sí lo era. Eso permitió que Einstein y Millikan fueran condecorados con premios Nobel en 1921 y 1923, respectivamente.

Se podría decir que el efecto fotoeléctrico es lo opuesto a los rayos X, ya que el efecto fotoeléctrico indica que los fotones luminosos pueden transferir energía a los electrones. Los rayos X (no se sabía la naturaleza de su radiación, de ahí la incógnita "X") son la transformación en un fotón de toda o parte de la energía cinética de un electrón en movimiento. Esto se descubrió casualmente antes de que se dieran a conocer los trabajos de Planck y Einstein (aunque no se comprendió entonces). [3].

En 1973 se presenta la primera crisis de energía o también conocida como primera crisis del petróleo, lo que renovó el interés hacia las fuentes de energía alternativa.

Luego en 1985, se señala la crisis del petróleo como una situación permanente. En *The Gaia Atlas of Planet Management (Myers, 1985)* se indicaba que hasta la década de los setenta los consumidores mundiales de petróleo olvidaron (si es que habían llegado a saberlo) que estaban consumiendo un capital energético acumulado a lo largo de muchos millones de años [4].

En 2002 Fausto Posso, muestra que para entrada el siglo XXI, el consumo energético en aprovechamiento de las energías alternativas, fue igual al 8% del consumo mundial, correspondiente a 42 cuatrillones de BTU (British Thermal Units).

El aporte porcentual de cada tipo de fuente a esta cifra se muestra en la siguiente figura.[5]

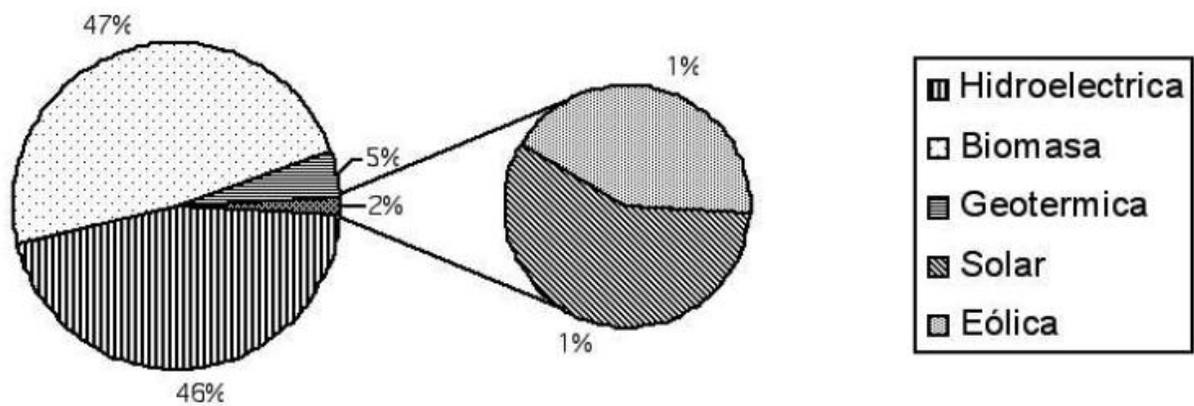


Figura 1.2 Distribución porcentual del consumo de las energías alternativas presentado por Posso en 2002

Para el 2008 las energías renovables a nivel mundial representan el 18% de la generación eléctrica, (la mayoría de esta participación considera las energías hidráulica y eólica) [5] mientras que, la contribución al suministro térmico de las renovables es de un 24% [6].

La participación de las energías fotovoltaica, solar, eólica y la bioenergía ha crecido rápidamente en los últimos años, efecto que se atribuye a las inversiones en investigación y desarrollo que se iniciaron hace más de tres décadas.

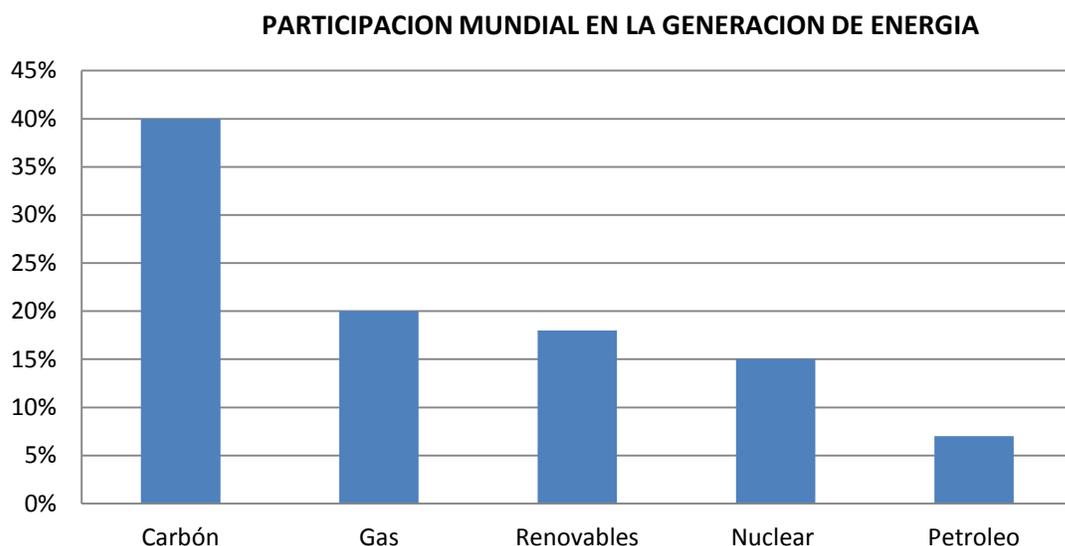


Figura 1.3 Generación de Energía según datos de la *International Energy Agency, Renewables in Global Energy Supply 2007*.

Mundialmente, la capacidad de generación a través de celdas fotovoltaicas es de alrededor de 6,000 Megawatts (MW), instalada principalmente en Alemania, Japón y Estados Unidos de América [9].

En comparación, la energía termo solar está aún en desarrollo. Actualmente se cuenta con una capacidad instalada de 354 MW y, con varios proyectos en construcción, se espera que para 2013 alcance los 5,000 MW . Países como Estados Unidos de América, España, Australia, Israel, Italia, China, Irán, Jordania y Malta albergan dicha tecnología [10]

Globalmente la capacidad de generación eléctrica a través de la energía hidráulica es de 170,000 MW; la mayor parte de esta capacidad está instalada en países asiáticos, como China, India y Vietnam [7].

En cuanto a la energía eólica, la capacidad de generación es de 121,000 MW destacando: España, Alemania, Estados Unidos de América, India y China [8].

GENERACION DE ELECTRICIDAD A TRAVEZ DE ENERGIAS RENOVABLES A NIVEL MUNDIAL

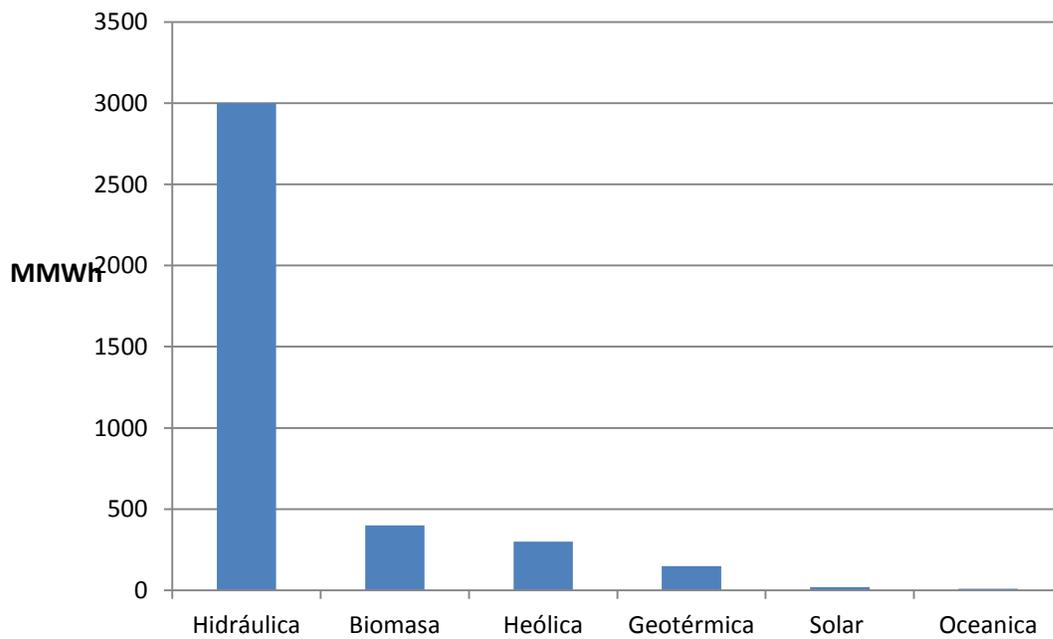


Figura 1.4 Generación de Energía a partir de Energías Renovables según datos de **Agencia Internacional de Energía 2008, Renewable Energy Outlook**

Hoy en día, muchas de las tecnologías de aprovechamiento han madurado y perfeccionado, aumentando su confiabilidad y mejorando su rentabilidad para muchas aplicaciones. Como resultado, países como Estados Unidos (EE.UU), Alemania, España e Israel, presentan un crecimiento muy acelerado de su uso.

Las energías renovables a nivel mundial representan el 18% de la generación eléctrica, (la mayoría de esta participación considera las energías hidráulica y eólica) mientras que, la contribución al suministro térmico de las renovables es de un 24%. La participación de las energías fotovoltaica, solar, eólica y la bioenergía ha crecido rápidamente en los últimos años, efecto que se atribuye a las inversiones en investigación y desarrollo que se iniciaron hace más de tres décadas.[11]

Participación En la Generación Eléctrica Mundial

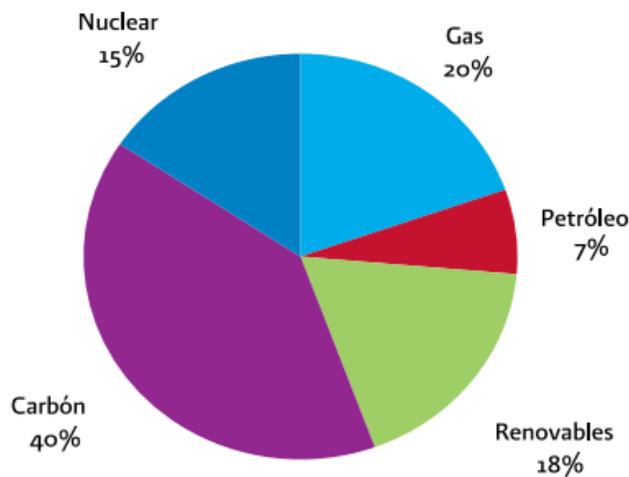


Fig. 1.5 Participación En la Generación Eléctrica Mundial con base en datos de la International Energy Agency, Renewables in global energy supply

Mundialmente, la capacidad de generación a través de celdas fotovoltaicas es de alrededor de 6,000 Mega Watts (MW) instalada principalmente en Alemania, Japón y Estados Unidos de América. En comparación, la energía termo solar está aún en desarrollo. Actualmente se cuenta con una capacidad instalada de 354 MW y, con varios proyectos en construcción, se espera que para 2010 alcance los 2,000 MW.

Países como Estados Unidos de América, España, Australia, Israel, Italia, China, Irán, Jordania y Malta albergan dicha tecnología [13]

En cuanto a la energía eólica, la capacidad de generación es de 121,000MW, destacando: España, Alemania, Estados Unidos de América, India y China.[12]

Países Con Mayor Producción y Capacidad Eólica

País	Capacidad Instalada (MW)	Producción (MWh)
Alemania	20,600	30,700,000
España	11,600	23,000,000
Estados Unidos	11,600	26,700,000
India	6,300	8,000,000
Dinamarca	3,100	6,100,000
China	2,600	3,900,000
Italia	2,100	3,000,000
Reino Unido	2,000	4,200,000
Portugal	1,700	2,900,000
Francia	1,600	2,200,000

Fig. 1.6 Países Con Mayor Producción y Capacidad Eólica según datos de Agencia Internacional de Energía, Renewable Energy

En cuanto a nuestro país. La Comisión Reguladora de Energía indica que México posee un gran potencial para generar energía a través de fuentes renovables, ya que contamos con:

- Altos niveles de insolación.
- Recursos hidráulicos para la instalación de plantas mini hidráulicas.

- Vapor y agua para el desarrollo de campos geotérmicos.
- Zonas con intensos y constantes vientos prevalecientes.
- Importantes cantidades de los desperdicios orgánicos en las ciudades y en el campo, cuyo destino final debe manejarse de forma sustentable [13]

De igual manera la **SE** (Secretaría de Energía) afirma que México cuenta con alrededor de 1,924.8 MW de capacidad instalada de generación eléctrica con base en energías renovables, que incluye la capacidad destinada al servicio público, cogeneración y autoabastecimiento, representando el 3.3% de la capacidad instalada en el servicio público del país [16].

Capacidad Instalada de Generación Eléctrica en México

■ RENOVABLES ■ HIDROELECTRICAS ■ NUCLEAR ■ FOSILES

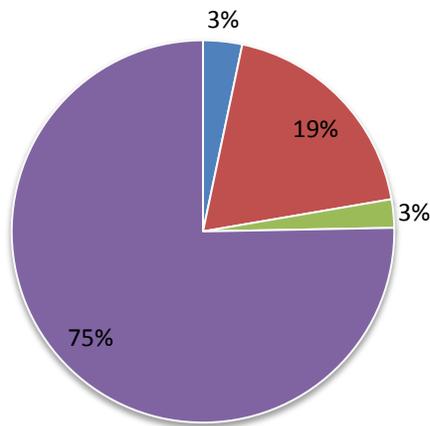


Figura 1.7 Capacidad Instalada de Generación Eléctrica en México según datos de la Comisión Reguladora de Energía y de la Comisión Federal de Electricidad

1.2 HIPÓTESIS

Es posible implementar un sistema de generación de energía eléctrica local a partir de energías renovables como la solar- eólico para usuarios de casas de interés social, reduciendo parcialmente el consumo eléctrico proveniente de fuentes de energía no renovables; demandado por cargas pequeñas de energía como las luminarias y equipos de bajo consumo.

1.3 OBJETIVOS

Objetivo Especifico .Proporcionar energía eléctrica a partir de Energías Renovables (Solar-Eólico) para el sistema de iluminación y algunos equipos de bajo consumo eléctrico para usuarios finales en casas de interés social.

Objetivo particular 1 Disminuir el consumo de energía eléctrica facturado por CFE en un 40-50%, llegando a la posibilidad de hasta un 75% futuramente con la ayuda de los sistemas de energía renovable.

Objetivo particular 2 Disminuir la dependencia parcial o casi total de los proveedores del suministro eléctrico, proporcionan estrategias sencillas para el aprovechamiento de la energía eléctrica producida localmente mediante energías renovables.

Objetivo particular 3 Abrir la posibilidad para aportar hasta un 25% de la energía facturada para equipos de alto consumo como Horno de Microondas, Planchas, Secadoras, Lavadoras y otros equipos similares implementando la energía renovable en estos equipos ocasionalmente.

1.4 JUSTIFICACIÓN.

La generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables puede realizarse directamente por el usuario final implementando los debidos sistemas de generación y distribución en el cableado eléctrico local. Evitando una dependencia parcial por el usuario final de las empresas proveedoras del servicio eléctrico.

De la misma manera a través de la utilización de fuentes renovables de energía, se puede reducir simultáneamente la dependencia de los combustibles fósiles, disminuir proporcionalmente las emisiones de gases de efecto invernadero y aumentar el valor agregado de las actividades económicas, así como otorgando una plusvalía al inmueble.

Finalmente, es posible implementar sistemas de generación de energía eléctrica de bajo costo atacando principalmente la problemática de dar sustentabilidad al sistema de iluminación de la vivienda y algunos equipos de bajo consumo eléctrico, tomando en consideración que este tipo de sistemas en conjunto consumen poca energía pero lo hacen de manera constante, llegando a representar desde un 40 a un 50% del cobro total facturado bimestralmente.

1.5 BOSQUEJO DE LA TESIS

El presente trabajo está conformado como se describe a continuación: El capítulo 2 comprende la Revisión de Literatura correspondiente a las últimas publicaciones respecto al tema, de igual manera se presentan como antecedentes teóricos para esta investigación. En el capítulo 3 se menciona detalladamente la Metodología utilizada en el desarrollo de esta investigación. El capítulo 4 muestra los resultados obtenidos con el método propuesto en el capítulo 3 sin abordar conclusiones. El capítulo 5 contiene las Conclusiones de esta investigación en la que se discuten diferentes premisas. Finalmente incluyo en el presente una sección de Apéndices que contienen información adicional a esta investigación la cual permite tener una mejor comprensión de la misma.

2. REVISION DE LITERATURA

El objetivo de esta sección es presentar la información necesaria que facilita la comprensión de la investigación. De igual manera presenta información de las más recientes publicaciones al momento de la redacción de este documento concernientes al tema. Se presenta la definición y clasificación de los diferentes tipos de energías. Se expone la descripción y factibilidad de la energía eólica y solar fotovoltaica, como generadoras de energía alterna, y se muestra una descripción detallada de lo que es un panel fotovoltaico y un generador eólico. Finalmente, se muestra el alcance que puede tener la aplicación de las energías limpias –solar y eólica- asegurando al mismo tiempo la calidad y continuidad en el suministro de energía.

2.1 Tipos de energía

Las fuentes de energía pueden clasificarse de variadas formas según el criterio usado. La clasificación más amplia de la misma es en ***no renovables*** y ***renovables***. Las primeras son aquellas que se consumen a una mayor velocidad de lo que la naturaleza puede remplazarlas; tal que la cantidad total disponible es cada vez menor y su posibilidad de reposición remota. En esta categoría se ubican las fuentes fósiles. Las segundas, son fuentes que pueden reponerse al generarse por procesos cíclicos de periodicidad variable (desde horas hasta años) o son inagotables. Se conocen genéricamente como energías alternativas o renovables.

2.2 Energías Alternativas

Comprenden todas aquellas energías de origen no fósil y que no han participado significativamente en el mercado mundial de la energía, y que se obtienen de fuentes naturales virtualmente inagotables. Algunos ejemplos de estos tipos de energía son la Energía Nuclear, Biomasa, Geotérmica, etc. Son virtualmente inagotables porque algunas de ellas tienen una inmensa cantidad de energía y, otras se pueden regenerar por medios naturales.

No todas las energías renovables son limpias, existen algunas de ellas que también son contaminantes, y que presentan el mismo problema de las energías que emiten combustibles fósiles (CO₂). Tal es el caso de aquellas que son obtenidas a partir de la materia orgánica o biomasa.

Dentro de algunos años, las energías renovables dejarán de ser una alternativa, y se convertirán en una necesidad que se deberá adoptar. Se sugiere dejar de llamarlas fuentes alternas, pues en la actualidad son una realidad, no una alternativa. Aunado a esto la demanda de la generación de energía a través de estas fuentes, va en aumento, directamente proporcional con la dependencia hacia ellas.

La correcta definición es: “Energías Renovables”, y referirnos a aquellas que no son contaminantes como “Energías Limpias” o “Energías verdes”. Las energías verdes que más auge han tenido son la energía solar y la energía eólica

2.2.1 Energía Eólica



Fig. 2.1 Generadores Eólicos

La energía Eólica es la energía obtenida a partir de la fuerza del viento, es decir, la energía cinética generada por efecto de las corrientes de aire, y que es transformada en otras formas útiles para las actividades humanas.

Gracias a la energía cinética que generan las corrientes de aire, las turbinas eólicas convierten esta energía en electricidad mediante aspas que giran un eje central conectado a un generador eléctrico.

El término eólico proviene del griego *Aiolo*, relativo a Eolo, Dios del viento para la mitología griega. Desde hace mucho tiempo se aprovecha la energía del viento o energía eólica, en aplicaciones como el transporte con velas, la molienda de granos y el bombeo de agua, pero fue hasta hace relativamente pocos años, que se desarrolló la tecnología para transformar esta energía en electricidad a gran escala.

Además de las dimensiones, los principales cambios que están teniendo los generadores eólicos el día de hoy son reflejo del avance que se tiene en materiales para su fabricación y la evolución de los álabes, rotores, generadores y sistemas de control.

Esta tecnología ha evolucionado desde finales del siglo XIX hasta alcanzar costos muy competitivos, que le han permitido posicionarse en los mercados eléctricos internacionales y complementar la oferta eléctrica mundial.

Existen dos técnicas principales a partir de las cuales se ha buscado transformar la energía eólica en electricidad:

a) La primera, que utiliza una máquina generadora de eje horizontal apoyada en lo alto de una estructura, cuyo rotor está provisto con álabes o palas que le permiten capturar la energía cinética del viento. Esta es la tecnología más estudiada y utilizada en el planeta dado que permite capturar vientos de alturas superiores, donde son más ricos, y su instalación y mantenimiento presenta menos complicaciones, y

b) La segunda, que utiliza un generador de eje vertical apoyado en el suelo con un rotor igualmente provisto de álabes que le permiten capturar la energía.

La tecnología continúa avanzando a través del aumento en las dimensiones y eficiencia de las máquinas, pasando de las primeras que tenían una capacidad medida en decenas de kilowatts, hasta máquinas de varios Megawatts que operan al día de hoy. De igual forma, la explotación de este recurso renovable ha migrado desde las zonas con viento en tierra hacia otras más complejas como el mar abierto.

Así como otras fuentes de energía renovable, la energía eólica presenta ventajas importantes para cualquier matriz energética debido a su bajo costo, ya que no produce emisiones de gases de efecto invernadero y no está sujeta a la volatilidad de los precios de los combustibles. En cambio, presenta desventajas en su intermitencia, la distancia entre las zonas de viento y las redes eléctricas, la contaminación visual y auditiva que produce y el impacto que puede tener en la fauna que habita las zonas de viento o utilizan este recurso como una guía en sus migraciones anuales.

En México se han identificado diferentes zonas con potencial para la explotación eólica, para la generación eléctrica, como en el Istmo de Tehuantepec, en el estado de Oaxaca, La Rumorosa en el estado de Baja California, así como en los estados de Zacatecas, Hidalgo, Veracruz, Sinaloa, y en la Península de Yucatán, entre otros.

La Asociación Mexicana de Energía Eólica estima que estas zonas podrían aportar hasta 10,000 MW de capacidad al parque eléctrico nacional [14].

El mercado eólico mundial ha demostrado que esta tecnología y la industria asociada a ella pueden convertirse en una importante fuente de empleos, inversión, desarrollo tecnológico, integración industrial y creadora de nuevas empresas e infraestructura para el país, con beneficios ambientales, puesto que esta energía representa alrededor del 50% del total, de generación de las energías limpias.

2.2.2 Energía Solar



Fig. 2.2 Panel solar

La radiación electromagnética que recibimos del sol se denomina como radiación solar o recurso solar. Todas las formas de energía usadas en la tierra se originan a partir de la energía del sol, con las excepciones de la energía nuclear, geotérmica y mareas.

De toda la energía producida, nuestro planeta recibe menos de una milmillonésima parte; sin embargo, es una cantidad enorme en proporción al tamaño de nuestro planeta y a los requerimientos de energía. Al llegar esta energía a la superficie terrestre se puede transformar en calor útil, electricidad, o energía mecánica.

Esta energía es obtenida mediante la captación de la luz y el calor emitidos por el Sol. Este se comporta como un cuerpo negro que por medio de un proceso de fusión nuclear, en donde se unen los núcleos de átomos ligeros como el hidrógeno y el helio, liberan grandes cantidades de energía radiante que llegan hasta la superficie del sol pasando de unos 20 millones de grados centígrados a unos 6000 grados centígrados,. Toda esta energía viaja por el espacio exterior a la superficie terrestre pasando por la atmósfera; en este punto del camino se filtran los rayos ultravioleta gracias a la acción de la capa de ozono.[15]

Desde que surgió se le catalogó como la solución perfecta para las necesidades energéticas de todos los países debido a su universalidad y acceso gratuito. Podemos decir que no contamina y que su captación es directa y de fácil mantenimiento.

Existen dos tipos de energía solar, caracterizados por la tecnología en que basan el aprovechamiento de la radiación del sol: la energía fotovoltaica, y la energía térmica.

En primer término, la energía solar *fotovoltaica* consiste en la transformación de la energía luminosa en electricidad a través de paneles, celdas, conductores o módulos fotovoltaicos. En segundo término, la energía *termo solar* consiste en el aprovechamiento de la radiación solar para la captación y almacenamiento de calor.

Estos procesos difieren mucho entre sí, el claro ejemplo se encuentra en las centrales térmicas solares, donde se genera electricidad utilizando la energía térmica de los colectores solares, donde se concentra la luz, para después convertirla en calor, y con éste, mover turbinas de vapor o motores de combustión, capaces de activar generadores que producen energía eléctrica.

Los sistemas fotovoltaicos son muy distintos a las centrales térmicas solares. Los paneles fotovoltaicos, convierten directamente la energía luminosa en energía eléctrica, y la etimología de la palabra es exactamente lo que sugiere-fotovoltaico proviene del griego *photo*, que significa luz, y de *volt* que tiene relación con Alessandro Volta, el pionero de la electricidad.

La cantidad de radiación solar alcanzada en un punto de la superficie terrestre, puede variar de acuerdo a la localización geográfica, hora del día, estación del año, orografía y clima local. Se mide en W/m^2 (Watts por metro cuadrado) y la privilegiada ubicación de México en el globo terráqueo, permite que el territorio nacional destaque en el mapa mundial de territorios con mayor promedio de radiación solar anual, con índices que van de los 4.4 kWh/m² por día en la zona centro, a los 6.3 kWh/m² por día en el norte del país.

Resulta fundamental la adopción de políticas públicas que fomenten el aprovechamiento sustentable de la energía solar en nuestro país, puesto que en el mundo hay cerca de 25 mil MW instalados, de los cuales menos de 25 MW están en nuestro país. [16].

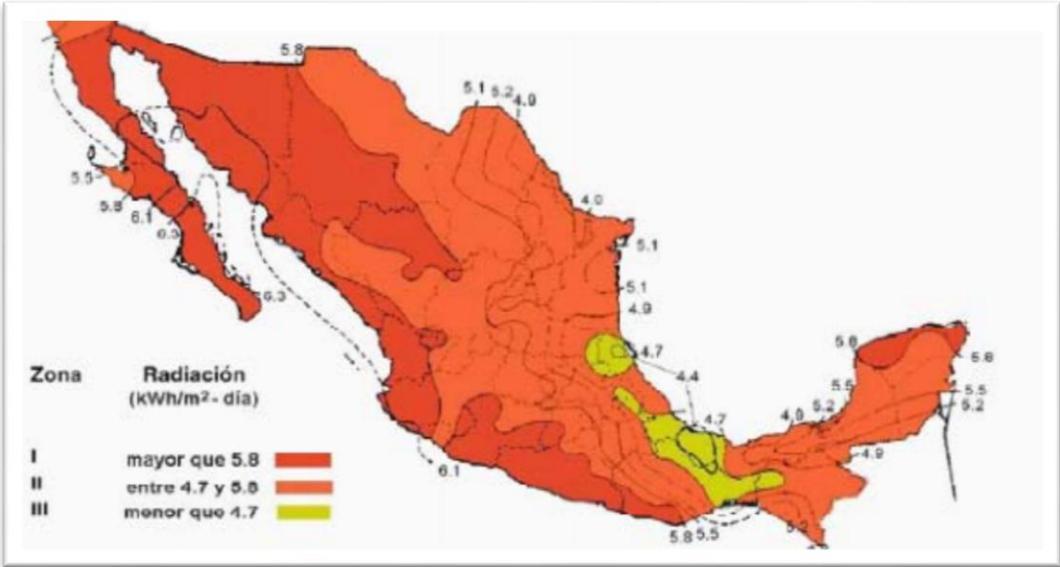


Fig. 2.3 Mapa de Radiación Solar en el Territorio Nacional.

2.3 Panel Solar fotovoltaico

Un panel solar es un módulo que aprovecha la energía de la radiación solar. El término comprende a los colectores solares utilizados para producir agua caliente (usualmente doméstica) y a los paneles fotovoltaicos utilizados para generar electricidad.

Los paneles fotovoltaicos: están formados por numerosas celdas que convierten la luz en electricidad. Estas celdas dependen del efecto fotovoltaico por el que la energía luminosa produce cargas positiva y negativa en dos semiconductores próximos de diferente tipo, produciendo así un campo eléctrico capaz de generar una corriente.

Hechos principalmente de Silicio (Si) o Arseniuro de Galio (GaAs), y formados por dispositivos semiconductores tipo diodo. La capacidad de las celdas para convertir la radiación solar en electricidad, depende del material del que estén hechas [17]

Eficiencia energética por material de celdas fotovoltaicas

Material de la célula	Superficie requerida para 1 kW _p
Monocristalino	7 - 9 m ² 
Policristalino	8 - 11 m ² 
Diselenio de Indio-Cobre (CIS)	11 - 13 m ² 
Teluro de Cadmio (CdTe)	14 - 18 m ² 
Silicio amorfo	16 - 20 m ² 

Fig. 2.4 Eficiencia energética por material disponible en Solarpraxis AG

2.3 El efecto fotoeléctrico

Consiste en la emisión de electrones por un metal o fibra de carbono cuando se hace incidir sobre él una radiación electromagnética (luz visible o ultravioleta, en general).

A veces se incluyen en el término otros tipos de interacción entre la luz y la materia:

- **Fotoconductividad:** es el aumento de la conductividad eléctrica de la materia o en diodos provocada por la luz. Descubierta por Willoughby Smith en el selenio hacia la mitad del siglo XIX.
- **Efecto fotovoltaico:** transformación parcial de la energía luminosa en energía eléctrica. La primera célula solar fue fabricada por Charles Fritts en 1884. Estaba formada por selenio recubierto de una fina capa de oro.

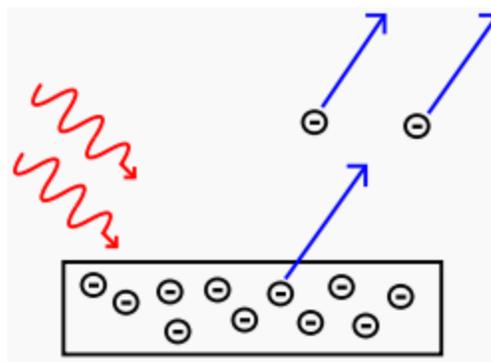
Los fotones tienen una energía característica determinada por la frecuencia de onda de la luz. Si un átomo absorbe energía de un fotón y tiene más energía que la necesaria para expulsar un electrón del material y además posee una trayectoria dirigida hacia la superficie, entonces el electrón puede ser expulsado del material. Si la energía del fotón es demasiado pequeña, el electrón es incapaz de escapar de la superficie del material. Los cambios en la intensidad de la luz no modifican la energía de sus fotones, tan sólo el número de electrones que pueden escapar de la superficie sobre la que incide y por tanto la energía de los electrones emitidos no depende de la intensidad de la radiación que le llega, sino de su frecuencia. Si el fotón es absorbido, parte de la energía se utiliza para liberarlo del átomo y el resto contribuye a dotar de energía cinética a la partícula libre.

En principio, todos los electrones son susceptibles de ser emitidos por efecto fotoeléctrico. En realidad los que más salen son los que necesitan menos energía para ser expulsados y, de ellos, los más numerosos.

En un aislante (dieléctrico), los electrones más energéticos se encuentran en la banda de valencia. En un metal, los electrones más energéticos están en la banda de conducción.

En un semiconductor de tipo N, son los electrones de la banda de conducción los que son más energéticos. En un semiconductor de tipo P también, pero hay muy pocos en la banda de conducción. Así que en ese tipo de semiconductor hay que tener en cuenta los electrones de la banda de valencia.

A la temperatura ambiente, los electrones más energéticos se encuentran cerca del nivel de Fermi (salvo en los semiconductores intrínsecos en los cuales no hay electrones cerca del nivel de Fermi). La energía que hay que dar a un electrón para llevarlo desde el nivel de Fermi hasta el exterior del material se llama función trabajo, y la frecuencia mínima necesaria para que un electrón escape del metal recibe el nombre de frecuencia umbral. El valor de esa energía es muy variable y depende del material, estado cristalino y, sobre todo, de las últimas capas atómicas que recubren la superficie del material. Los metales alcalinos (sodio, calcio, cesio, etc., presentan las más bajas funciones de trabajo. Aún es necesario que las superficies estén limpias a nivel atómico. Una de las mayores dificultades en los experimentos de Millikan era que había que fabricar las superficies de metal en el vacío.



2.5 Un diagrama ilustrando la emisión de los electrones de una placa metálica, requiriendo de la energía que es absorbida de un fotón.

La energía solar presenta un gran inconveniente en cuanto a la dificultad de su introducción al mercado eléctrico debido al elevado costo MWh, sin embargo se estima que se presentará una reducción del 18% cada que la producción se duplique.

Las diferentes tecnologías de fabricación, así como la producción a gran escala han contribuido de manera significativa a la reducción de los precios de los módulos fotovoltaicos, tal reducción se puede observar en la siguiente Figura[18]

Precio módulos fotovoltaicos versus tiempo

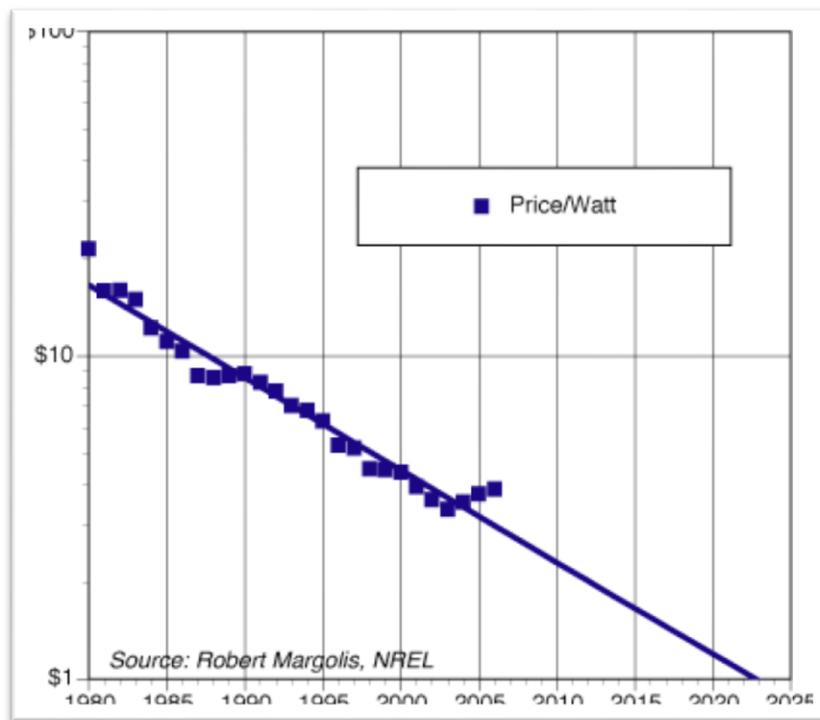


Figura 2.6 Precio módulos fotovoltaicos versus tiempo según datos del sistema de Información científica

Se estima que la capacidad total de las instalaciones fotovoltaicas en México es de 18.5 MW, que generan en promedio 8,794.4 MWh por año. En el mundo existe una capacidad instalada de generación de electricidad a partir de la tecnología fotovoltaica de más de 16,000 MW.

En el caso de México, prácticamente todas las instalaciones fotovoltaicas que existen en el país se encuentran en comunidades rurales aisladas de la red eléctrica, y muchas de ellas fueron instaladas por medio de programas gubernamentales de electrificación rural, como el Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO).[19]

De 1993 a 2003, la capacidad instalada de sistemas fotovoltaicos en el país se incrementó de 7 a 15MW, generando más de 8,000 MWh/año para electrificación rural, bombeo de agua y refrigeración, mientras que actualmente se estima que la capacidad total de estas instalaciones es de 18.5 MW, que generan en promedio 8,794.4 MWh por año.[63] Considerando dichos avances, nuestro país destaca en el listado de los 15 países a nivel mundial con mayor capacidad instalada de energía fotovoltaica, tal como se observa en la siguiente tabla de acuerdo en datos de la agencia Nacional de energía:

Capacidad Instalada de Energía Fotovoltaica

PAISES	(MW)
Alemania	2,831
España	175
Japón	1,776
EE.UU.	697
Australia	71
Holanda	52
Italia	45
Nueva Zelanda	36
Austria	35
Suiza	29
Luxemburgo	25
Francia	23
Canada	20
Mexico	18.5

Fig. 2.7 Capacidad Instalada de Energía Fotovoltaica de acuerdo a datos de la Agencia Internacional de Energía

Considerando la capacidad de generación de electricidad que poseen estos dispositivos, su principal uso se da en actividades que requieren poca potencia eléctrica, como la aplicación en el presente a luminarias en casas de interés social, estaciones meteorológicas o repetidoras de comunicaciones, de igual forma en lugares donde el acceso del Sistema Eléctrico Nacional se complica.

Sin embargo, en la medida en que se promueva la utilización de la energía solar fotovoltaica, se consolidará la industria en la materia y se desarrollarán nuevas tecnologías para el incremento de las capacidades de generación eléctrica

2.4 Generador Eólico

Esta provisto principalmente con aspas de tipo vertical u horizontal que aprovechan la fuerza del viento para transformarla en electricidad. Es la solución ideal para el ahorro de energía en lugares donde el recurso es abundante.



Figura 2.8 – Generador Eólico Horizontal.

A pesar del desarrollo que han mostrado las diferentes tecnologías renovables en años recientes, y que el costo variable es relativamente menor al de las fuentes fósiles, la mayor parte de ellas siguen teniendo costos fijos elevados.

Diversos estudios internacionales muestran que la evolución tecnológica, la optimización de cadenas de suministro, los procesos de manufactura y la mayor diseminación serán factores que permitirán la reducción de sus costos en el transcurso de los próximos años. La evolución esperada de los costos de capital para las tecnologías de fuentes renovables, a nivel mundial, se muestra en la siguiente tabla [20].

Costos de Capital para la Generación de Energía Eléctrica con Fuentes Renovables

(dólares de 2007 por kW)

Tecnología	Año	Costo de referencia	Costo Alto	Costo Bajo
Geotérmica	2012	4,097	4,158	4,081
	2020	3,770	4,100	3,468
	2030	3,548	4,238	3,184
Hidroeléctrica	2012	2,232	2,242	2,201
	2020	2,113	2,224	1,950
	2030	1,920	2,339	0,929
Relleno Sanitario	2012	2,532	2,543	2,370
	2020	2,348	2,543	2,025
	2030	2,043	2,543	1,592
Fotovoltaica	2012	5,266	5,434	4,937
	2020	4,513	5,434	3,946
	2030	3,440	5,434	2,705
Térmica Solar	2012	3,407	3,515	3,180
	2020	3,597	4,519	3,228
	2030	2,774	4,519	3,152
Biomasa	2012	3,710	3,729	3,252
	2020	3,285	3,586	2,613
	2030	2,488	3,367	1,814
Eólica en costa	2012	3,784	3,851	3,462
	2020	3,412	3,851	2,872
	2030	2,859	3,851	2,134
Eólica	2012	1,915	1,923	1,793
	2020	1,810	1,923	1,530
	2030	1,615	1,923	1,314

Fig. 2.9 Costos de Capital para la Generación de Energía Eléctrica con Fuentes Renovables

según datos de la Agencia Internacional de energía

Como se puede observar en la tabla anterior, en promedio, se espera que para el 2030 el costo fijo se reduzca en más de un 20%. Destacan, por el monto de reducción, la energía fotovoltaica y la biomasa. Esta información es una clara muestra de que algunas fuentes renovables presentan alternativas reales para ampliar su participación en la matriz energética y reducir la dependencia de las fuentes fósiles.

2.5 Conceptos Básicos

CONDUCTOR. Es todo aquel material o elementos que permite que los atraviese el flujo de la corriente o de cargas eléctricas en movimiento. Son materiales cuya resistencia al paso de la electricidad es muy baja.

Cuando se aplica una diferencia de potencial a los extremos de un trozo de metal, se establece de inmediato un flujo de corriente, pues los electrones o cargas eléctricas de los átomos que forman las moléculas del metal, comienzan a moverse de inmediato empujados por la presión que sobre ellos ejerce la tensión o voltaje.

Esa presión procedente de una fuente de fuerza electromotriz (FEM) cualquiera (batería, generador, etc.) es la que hace posible que se establezca un flujo de corriente eléctrica a través del metal. Los mejores conductores eléctricos son metales, como el cobre, el hierro y el aluminio, y sus aleaciones, aunque existen otros materiales no metálicos que también poseen la propiedad de conducir la electricidad, como el grafito o las disoluciones y soluciones salinas.[21]

Para el transporte de energía eléctrica, así como para cualquier instalación de uso doméstico o industrial, el mejor conductor es la plata, pero debido a su elevado precio, los materiales empleados habitualmente son el cobre (en forma de cables de uno o varios hilos), o el aluminio.



Figura 2.10 Existen diferentes clases, aunque principalmente podemos diferenciarlos entre ALAMBRES (un solo hilo) y CABLES (múltiples hilos)

AISLANTE. Es un material con escasa capacidad de conducción de la electricidad, utilizado para separar conductores eléctricos evitando un cortocircuito y para mantener alejadas del usuario determinadas partes de los sistemas eléctricos que de tocarse accidentalmente cuando se encuentran en tensión pueden producir una descarga. [21]

El comportamiento de los aislantes se debe a la barrera de potencial que se establece entre las bandas de valencia y conducción que dificulta la existencia de electrones libres capaces de conducir la electricidad a través del material. Los más frecuentemente utilizados son los materiales plásticos y las cerámicas. Para el caso de los aislantes existen diferentes materiales que permiten aislar voltajes bajos o altos de acuerdo a su grosor o constitución física.



Fig. 2.11 Entre esos materiales se encuentran el plástico, la mica, el vidrio, la goma, la cerámica, etc.

El comportamiento de los aislantes se debe a la barrera de potencial que se establece entre las bandas de valencia y conducción, que dificulta la existencia de electrones libres capaces de conducir la electricidad a través del material.

Un material aislante de la electricidad tiene una resistencia teóricamente infinita. Algunos materiales, como el aire o el agua son aislantes bajo ciertas condiciones pero no para otras. El aire, por ejemplo, aislante a temperatura ambiente y bajo condiciones de frecuencia de la señal y potencia relativamente bajas, puede convertirse en conductor.

Ley de Ohm La ley de Ohm $V = I \times R$ establece que la intensidad eléctrica que circula entre dos puntos de un circuito eléctrico es directamente proporcional a la tensión eléctrica entre dichos puntos, existiendo una constante de proporcionalidad entre estas dos magnitudes. Dicha constante de proporcionalidad es la conductancia eléctrica, que es inversa a la resistencia eléctrica.

La ecuación matemática que describe esta relación es:

$$I = G \cdot V = \frac{V}{R}$$

donde, I es la corriente que pasa a través del objeto en amperios, V es la diferencia de potencial de las terminales del objeto en voltios, G es la conductancia en siemens y R es la resistencia en ohmios (Ω). Específicamente, la ley de Ohm dice que la R en esta relación es constante, independientemente de la corriente.

El voltaje hace que la electricidad fluya a lo largo de los alambres de cobre, mientras que el aislamiento que cubre dichos alambres ejercen una resistencia al paso de corriente, que es mucho menor a lo largo del alambre.

Al aplicar la Ley de Ohm al alambre, tendremos que a menor resistencia del alambre, se tendrá más corriente con el mismo voltaje. Es importante tener presente que ningún aislamiento es perfecto (su resistencia no es infinita), de modo que cierta cantidad de electricidad fluye a lo largo del aislamiento a través de la tierra. Esta corriente puede ser de millonésimas de amperios, pero se debe medir con un buen instrumento de prueba de aislamiento, como el megóhmetro, popularmente conocido como "Megger".

En resumen, un buen aislamiento es el que no se deteriora al aumentar el voltaje y por ende, la corriente, obteniéndose una resistencia alta, la cual se debe mantener en el tiempo

Voltaje Es la (Tensión) Fuerza con que son atraídos los electrones desde un terminal eléctrico a otro. También se puede definir como el trabajo por unidad de carga ejercido por el campo eléctrico sobre una partícula cargada para moverla entre dos posiciones determinadas.

Se puede medir con un voltímetro si dos puntos que tienen una diferencia de potencial se unen mediante un conductor, se producirá un flujo de electrones. Parte de la carga que crea el punto de mayor potencial se trasladará a través del conductor al punto de menor potencial y, en ausencia de una fuente externa (generador), esta corriente cesará cuando ambos puntos igualen su potencial eléctrico (ley de Henry). Este traslado de cargas es lo que se conoce como corriente eléctrica\

Usando la analogía de estos tanques de agua podemos decir que entre “más alta sea la tensión” los electrones serán lanzados de un terminal a otro con “mayor fuerza” y viceversa. Esto significa que si no tenemos un buen aislante esa fuerza puede provocar la ruptura de un aislante que sea de baja capacidad

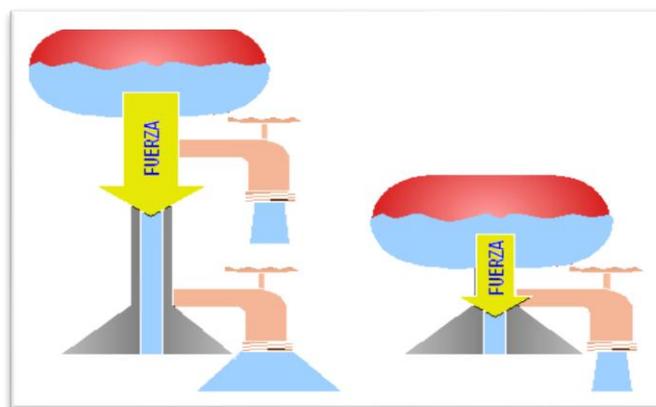


Figura 2.12 Analogía y comparativo voltaje - llave de agua

CORRIENTE. La corriente Eléctrica es la circulación de cargas o electrones a través de un circuito eléctrico cerrado, que se mueven siempre del polo negativo al polo positivo de la fuente de suministro de fuerza electromotriz (FEM). El flujo de carga por unidad de tiempo que recorre un material. Un material conductor posee gran cantidad de electrones libres, por lo que es posible el paso de la electricidad a través del mismo. Los electrones libres, aunque existen en el material, no se puede decir que pertenezcan a algún átomo determinado.

En el Sistema Internacional de Unidades se expresa en C/s (culombios sobre segundo), unidad que se denomina amperio. El movimiento de cargas a través de trayectorias específicas a lo largo de un circuito eléctrico constituye una corriente eléctrica, denotada por las letras i ó I , tomadas de la plataforma francesa Intensité. Formalmente la corriente es la razón de cambio de la carga respecto al tiempo dada por [22]:

$$i = dq/dt$$

El instrumento usado para medir la intensidad de la corriente eléctrica es el galvanómetro que, calibrado en amperios, se llama amperímetro, colocado en serie con el conductor cuya intensidad se desea medir.

La corriente eléctrica es el “movimiento de los electrones”. La corriente real fluye de negativo a positivo, sin embargo para fines matemáticos se dice que la corriente convencional fluye de positivo a negativo

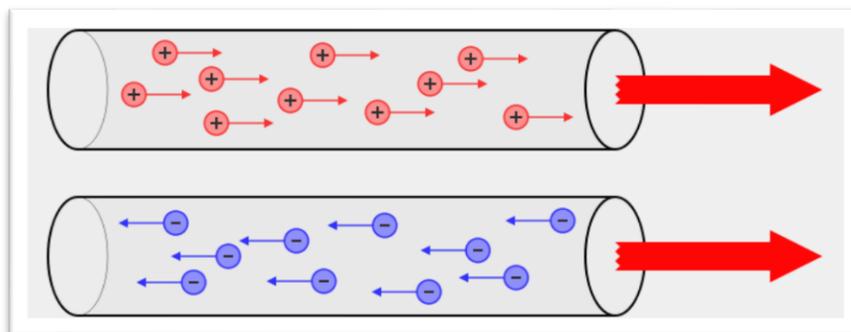


Figura 2.13 Movimiento de Electrones en un conductor.

2.6 Tipos de corriente

CORRIENTE DIRECTA. (C. D.) Esta corriente fluye desde el terminal negativo hacia el positivo, y los terminales desde los que fluye siempre son constantes, es decir no cambian su polaridad. A diferencia de la corriente alterna (CA en español, AC en inglés), en la corriente continua las cargas eléctricas circulan siempre en la misma dirección (es decir, los terminales de mayor y de menor potencial son siempre los mismos).

Aunque comúnmente se identifica la corriente continua con la corriente constante (por ejemplo la suministrada por una batería), es continua toda corriente que mantenga siempre la misma polaridad. También cuando los electrones se mueven siempre en el mismo sentido, el flujo se denomina corriente continua y va del polo positivo al negativo.

Las Baterías producen C. D., lo que las diferencia entre ellas es el voltaje y la capacidad de corriente que puede sacarse de ellas. Sus Polos siempre son constante y están indicados como (+) o (-). Las Foto-celdas también producen C. D. pero poca corriente



Figura 2.14 Baterías de CD

CORRIENTE ALTERNA. (C. A.) Esta corriente fluye desde el terminal “más negativo” hacia el “más positivo”, y los terminales desde los que fluye “alternan” es decir “varían su polaridad” constantemente.

La forma de oscilación de la corriente alterna más comúnmente utilizada es la de una oscilación sinusoidal (figura 1), puesto que se consigue una transmisión más eficiente de la energía. Sin embargo, en ciertas aplicaciones se utilizan otras formas de oscilación periódicas, tales como la triangular o la cuadrada.

Utilizada genéricamente, la CA se refiere a la forma en la cual la electricidad llega a los hogares y a las empresas. Sin embargo, las señales de audio y de radio transmitidas por los cables eléctricos, son también ejemplos de corriente alterna. En estos usos, el fin más importante suele ser la transmisión y recuperación de la información codificada (o modulada) sobre la señal de la CA.

La corriente que obtenemos de suministro de C. F. E es de corriente alterna es decir sus terminales, en concreto uno de ellos llamado “FASE” cambia de polaridad con el tiempo. Los dinamos y otros generadores cinéticos como las turbinas de las hidroeléctricas también proporcionan C. A.

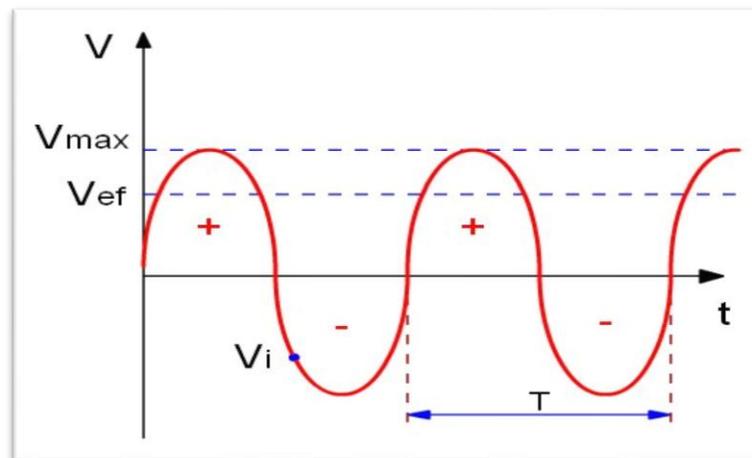


Figura 2.15 Onda inoidal del voltaje CA

2.7 Fase

Es la terminal eléctrica que cambia de polaridad entre (+) y (-) a razón de 60 veces por segundo.

En ingeniería eléctrica, un sistema monofásico es un sistema de producción, distribución y consumo de energía eléctrica formado por una única corriente alterna o fase y por lo tanto todo el voltaje varía de la misma forma. La distribución monofásica de la electricidad se suele usar cuando las cargas son principalmente de iluminación y de calefacción, y para pequeños motores eléctricos.

Un suministro monofásico conectado a un motor eléctrico de corriente alterna no producirá un campo magnético giratorio, por lo que los motores monofásicos necesitan circuitos adicionales para su arranque, y son poco usuales para potencias por encima de los 10 kW. El voltaje y la frecuencia de esta corriente dependen del país o región, siendo 230 y 115 Voltios los valores más extendidos para el voltaje y 50 o 60 Hercios para la frecuencia

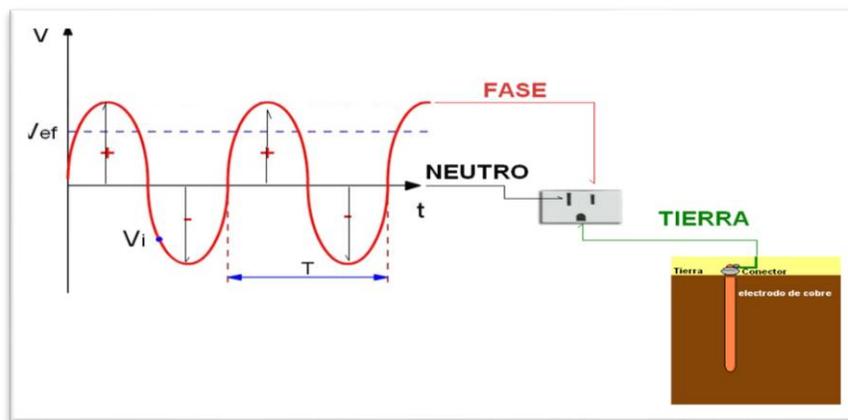


Figura 2.16 La FASE provoca una tensión con respecto al NEUTRO, de manera que los electrones pueden fluir “hacia ella” o “desde ella”.

2.8 Neutro

Terminal eléctrico que funciona como la fuente “RECEPTORA” y “EMISORA” de electrones provenientes de la fase.

2.9 Tierra Física

Terminal eléctrico conectado a un sistema de “conexiones físicas al suelo de la construcción del edificio”, puede al igual que el Neutro “emitir” o “recibir” electrones, pero en menor cantidad.

La toma de tierra es también denominada hilo de tierra, toma de conexión a tierra, puesta a tierra, pozo a tierra, polo a tierra, conexión a tierra, conexión de puesta a tierra, o simplemente tierra, se emplea en las instalaciones eléctricas para evitar el paso de corriente al usuario por un fallo del aislamiento de los conductores activos.

La puesta a tierra es una unión de todos los elementos metálicos que, mediante cables de sección suficiente entre las partes de una instalación y un conjunto de electrodos, permite la desviación de corrientes de falta o de las descargas de tipo atmosférico, y consigue que no se pueda dar una diferencia de potencial peligrosa en los edificios, instalaciones y superficie próxima al terreno

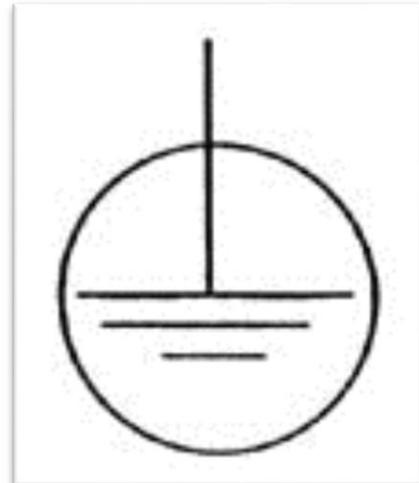


Figura 2.17 Tierra física

2.10 Simbología Eléctrica.

Se entiende por instalación eléctrica al conjunto integrado por canalizaciones, estructuras, conductores, accesorios y dispositivos que permiten el suministro de energía eléctrica desde las centrales generadoras hasta el centro de consumo, para alimentar a las máquinas y aparatos que la demanden para su funcionamiento.

Para que una instalación eléctrica sea considerada como segura y eficiente se requiere que los productos empleados en ella estén aprobados por las autoridades competentes, que esté diseñada para las tensiones nominales de operación, que los conductores y sus aislamientos cumplan con lo especificado, que se considere el uso que se dará a la instalación y el tipo de ambiente en que se encontrará.

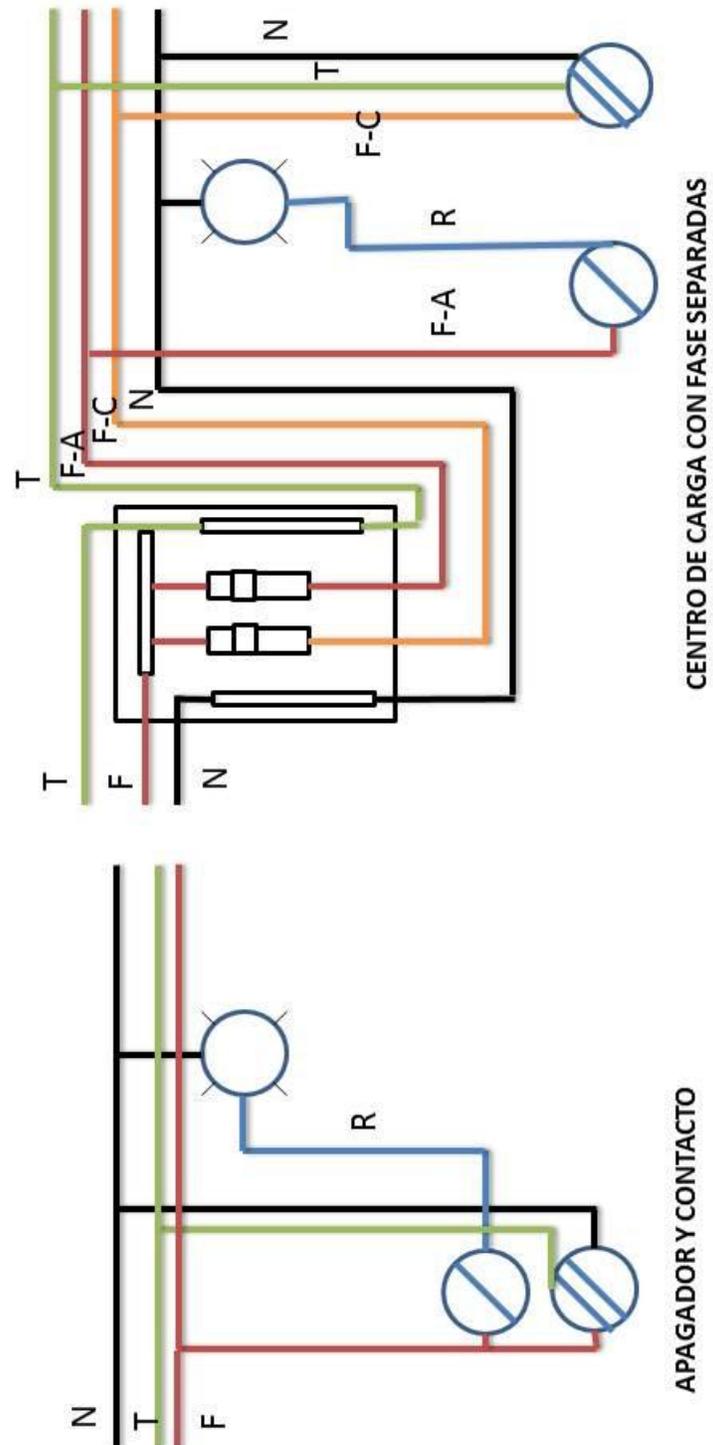
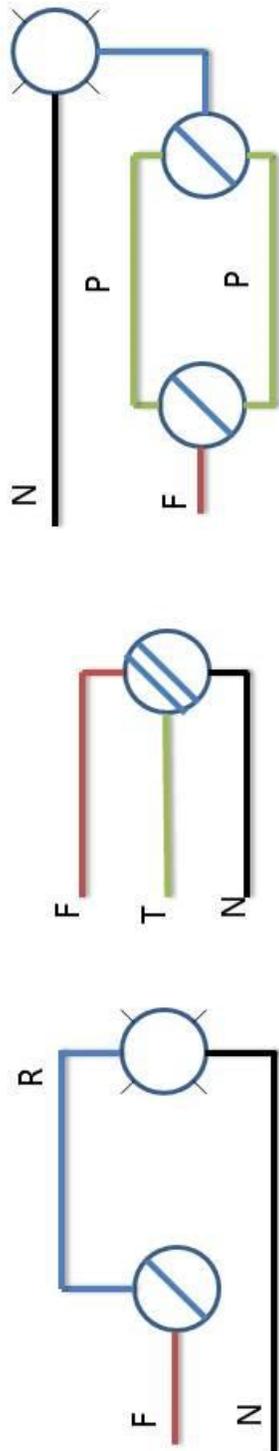
La instalación eléctrica es integrada a la proyecto por medio de una plano de instalaciones eléctricas, como el que se muestra, en donde se ubican todas las salidas, apagadores, contactos, luminarias, etc.,

Se denomina Simbología Eléctrica a la representación gráfica que se realiza de cada elemento de un circuito o instalación eléctrica.[23]

Los símbolos más comúnmente empleados en la representación esquemática de las instalaciones eléctricas se muestran a continuación:

	ACOMETIDA DE LA C.F.E.		SALIDA INCANDESCENTE POR MURO
	MEDIDOR		LAMPARA FLUORECENTE DE 2X40
	INTERUPTOR TERMOMAGNETICO		LAMPARA FLUORECENTE DE 2X20
	TABLERO DE DISTRIBUCIÒN DE CARGA		APAGADOR SENCILLO
	LINEA ENTUBADO POR PISO		APAGADOR EN ESCALERA
	LINEA ENTUBADA POR LOSA O MURO		CONTACTO SENCILLO
	SALIDA INCANDESCENTE		CONTACTO POLARIZADO
	TIMBRE		TIERRA FISICA
	CAMPANA O ZUMBADOR	C-3	NUMERO DE CIRCUITO
		3-12	NUMERO DE HILOS Y CALIBRE
		T-19	DIAM. DEL POLIDUCTO

NOTA: En caso de ser necesario los símbolos eléctricos en un plano pueden dibujarse a voluntad, no obstante es necesario especificar cuidadosamente el significado de ellos en un cuadro de detalles.



2.11 Baterías de Ciclo Profundo.

El término Ciclo Profundo o “Deep cycle” por sus siglas en Inglés se refiere en general a las baterías que tienen la capacidad de descargarse completamente cientos de veces. La diferencia principal de las baterías deep cycle y la de un automóvil convencional es que la batería del automóvil está hecha para proveer una rápida cantidad de energía miles de veces en su tiempo de vida, mientras que solamente es capaz de descargarse completamente menos de 50 veces durante su vida y las baterías deep cycle están hechas para descargarse cientos de veces.

Una batería deep cycle marina puede ser usada en varias aplicaciones, como en lanchas, casas móviles, energía solar, casas de campaña, etc.



Figura 2.18 Baterías de Ciclo profundo

Que es un Ciclo?

Un ciclo es una descarga y carga de una batería a cualquier porcentaje de descarga. La cantidad de descarga de la batería (en porcentaje) comparada a su capacidad cuando está llena determina la necesidad para una carga pequeña, moderada o deep cycle. A esto se le llama la profundidad de descarga de la batería (DOD) y es medida en porcentaje. Por ejemplo, 40% DOD indica una batería que ha sido descargada por un 40% de su capacidad total y tiene una carga remanente del 60%.

Tipos de Ciclo.

Existen tres tipos primarios de ciclos de descarga de las baterías, pequeño, moderado y profundo. Estos términos nos ayudaran para comprender el tipo de ciclo que las baterías requerirán. Para clarificar esto, veamos los tres ciclos. El ciclo pequeño ocurre cuando solo un pequeño porcentaje del total de la capacidad de la batería es descargado. Siguiendo esa misma línea de pensamiento, los ciclos moderado y profundo (deep) es donde las baterías son descargadas a un mayor porcentaje del total de la capacidad de la batería respectivamente.

2.12 Interconexión de Sistemas de Energía Alterna a Sistemas Energía Convencional

En el siguiente diagrama puede observarse el ejemplo de la Cafetería de la Facultad de Ingeniería realizado en 2009 por el Dr. Gonzalo Macías Bobadilla, con el Financiamiento FIFI (Fondo de Investigación de Facultad de Ingeniería). Dicho proyecto integro por primera vez en un edificio público de la Universidad Autónoma de Querétaro el uso de energías alternativas interconectadas a sistemas de energía convencional (con línea de CFE).

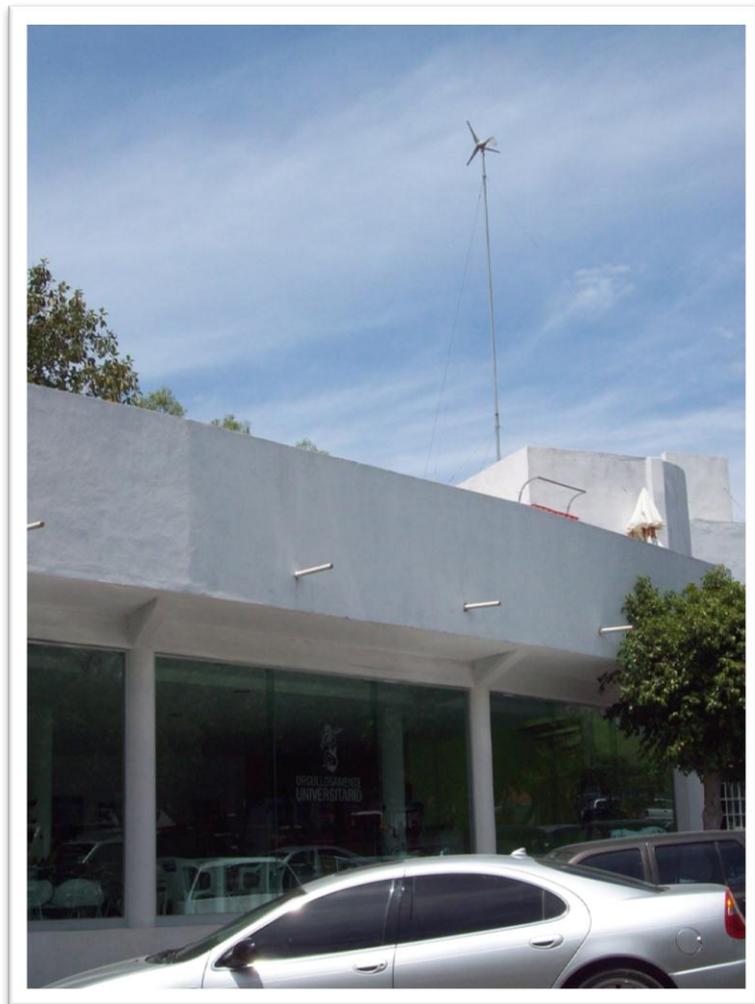
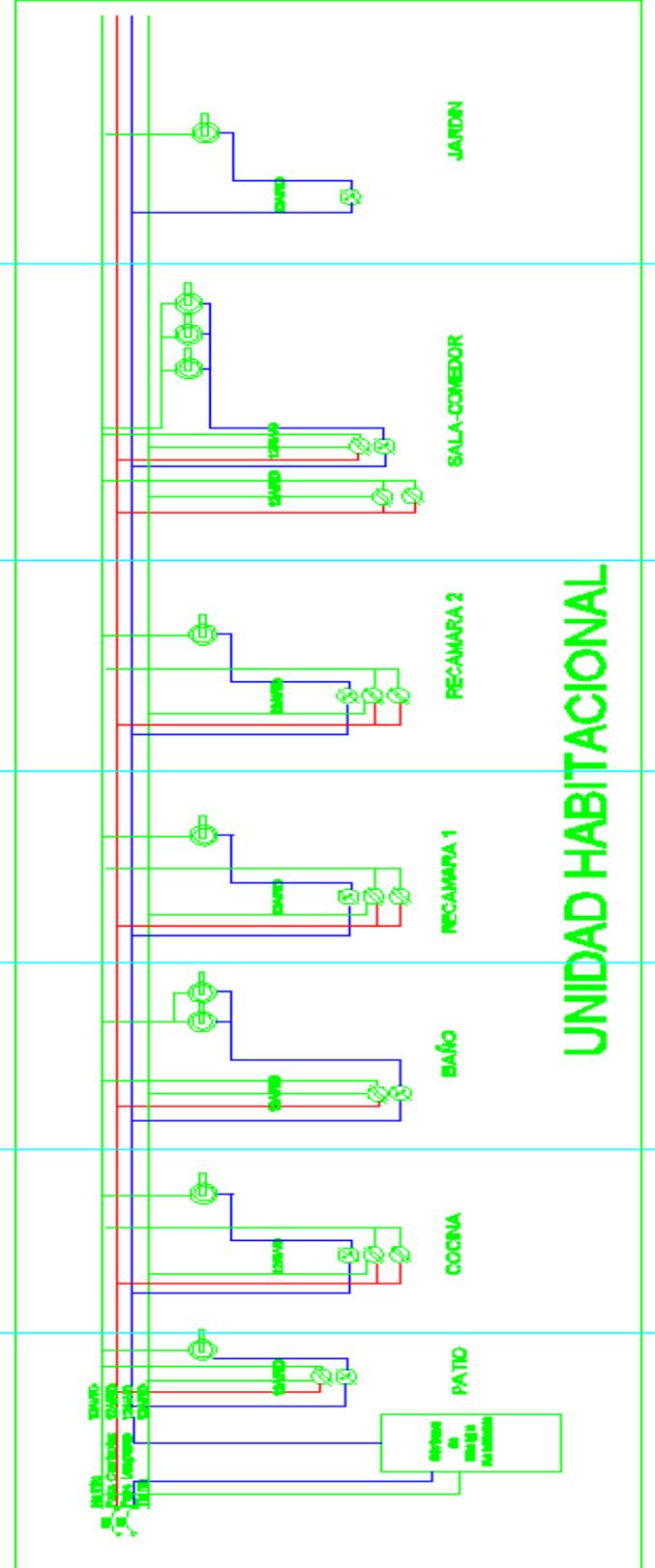


Figura 2.19 Cafetería Facultad de Ingeniería

En el siguiente diagrama puede observarse la separación de las líneas utilizadas para energizar contactos y las utilizadas para energizar lámparas, esto con la finalidad de proveer con el sistema de energías alternativas corriente al sistema de iluminación.



CAPITULO 3.- METODOLOGIA

Como primera instancia, se realizará un cálculo de la potencia luminosa requerida correspondiente al área que se va a iluminar, tomando en consideración factores como el tamaño, diseño arquitectónico y tipo de actividades de los habitantes de las viviendas de interés social en las que se implementaran los sistemas.

Para esto se tomaron en cuenta las normas oficiales mexicanas referentes a sistemas de iluminación en espacios públicos, temperatura del color y tipo de luminarias [24].

3.1 Primera Etapa

Cálculo del Sistema de Iluminación de Alta Eficiencia requerido para las viviendas de interés social

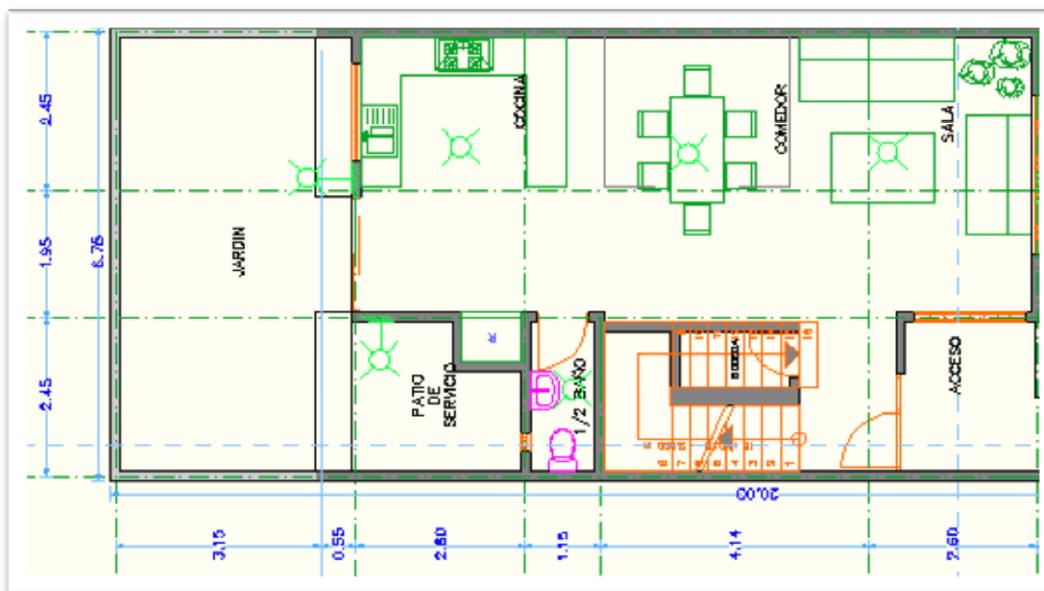


Figura 3.1 – Plano de casa de Interés Social, donde pueden observarse el número de luminarias que normalmente integran un edificio como este

En este caso particular la propuesta supone la implementación de Lámparas Compactas Fluorescentes o CFLs (“Compact Fluorescent Lamp ”por sus siglas en inglés) de color blanco, que en comparación con las lámparas incandescentes, las CFL tienen una vida útil mayor y consumen menos energía eléctrica para producir la misma iluminación. De hecho, las lámparas CFL ayudan a ahorrar costes en facturas de electricidad, en compensación a su alto precio dentro de las primeras 500 horas de uso.

Tomando en consideración que una casa de interés social comprende un conjunto de 7 a 10 luminarias de las cuales si se consideran en formato CFL de 23W se tendría un total consumido de 230W en el caso máximo de consumo. Esto nos daría la pauta de que el inversor de CD-CA debe proporcionar al menos un 25% extra de este consumo máximo, es decir unos 300W.

El siguiente calculo, ilustra gráficamente los consumos aproximados de una casa de interés social.

$$P_{consumida} = P_{lampara} * n_{Lamparas} = 23W * 10 = 230W$$

$$P_{consumida} = \text{Potencia Total Consumida por las Lamparas}$$

$$P_{lampara} = \text{Potencia Consumida por cada Lampara}$$

$$n_{Lamparas} = \text{numero de lamparas}$$

$$P_{generada} = P_{celda} * nHrs_{radiacion} = 100W * 8Hrs = 800W$$

$$P_{generada} = \text{Potencia Generada}$$

$$nHrs = \text{Horas de Radiacion}$$

$$P_{respaldo} = P_{generada} - P_{consumida} = 800W - 230W = 570W$$

$$P_{respaldo} = \text{Potencia de respaldo}$$

3.2 Segunda Etapa

Adquisición e Implementación del Sistema de Iluminación para las viviendas de interés social

La adquisición del sistema de luminarias de CFLs se realizará tomando en cuenta propuestas de empresas nacionales, mismas que en colaboración con el proyecto en cuestión proporcionaran el material a precios accesibles, confiando en que el proyecto servirá a su vez como una publicidad de la aplicación de tecnologías responsables con el medio ambiente. Provocando de esta manera múltiples beneficios a las partes implicadas.

La instalación se llevará a cabo realizando un cálculo de cargas eléctricas provocadas por las luminarias, de la zona a tratar, para esto la instalación eléctrica del edificio en cuestión constará de 2 circuitos separados.

El primero de ellos diseñado exclusivamente para equipos de alto consumo eléctrico que en una primera etapa no serán soportados por el sistema eléctrico basado en energías renovables, sino que funcionarán con energía convencional, esto para evitar sobrecargas al sistema y disminución de la vida útil del mismo.

Si tomamos en consideración que los equipos de alto consumo son los que se conectarán a las salidas de contacto de la instalación eléctrica en la casa de interés social, estas tendrán que ir conectadas a una línea independiente de la red eléctrica, generalmente alimentada con la energía proporcionada por la compañía de suministro eléctrico (En México particularmente CFE).

Suponiendo que para una casa de interés social se tienen 12 salidas a contactos distribuidas en toda la casa, y cada una de estas tiene un consumo estadístico según las Normas Oficiales de 175 Watts, el consumo de Potencia Eléctrica quedaría de la siguiente manera:

$$Peac = nS * 175W$$

$$Peac = Potencia de equipos de alto consumo$$

$$nS = Numero de salidas$$

Ejemplo :

$$Peac = 12 * 175w = 2,100W$$

Según los cálculos realizados anteriormente, el consumo de potencia máximo estadístico sería de 2100W, para lo cual considerando un voltaje de 127VCA, la corriente máxima que fluiría a través del circuito sería de 16.5 A, obligándonos a poner protecciones termo magnéticas a esta línea de 20 A, por ser este el valor comercial más cercano y superior al valor calculado.[25]

De la misma manera, suponiendo que para una casa de interés social se tienen 10 luminarias en toda la casa, y cada una de estas tiene un consumo estadístico según las Normas Oficiales de 23 Watts, el consumo de Potencia Eléctrica quedaría de la siguiente manera:

$$P_{ebc} = nS * 23W$$

P_{ebc} = Potencia de equipos de bajo consumo

nS = Numero de salidas

Ejemplo :

$$P_{ebc} = 10 * 23w = 230W$$

El segundo consta exclusivamente de luminarias de alta eficiencia, cabe resaltar que todas las luminarias incluyendo las internas y externas a la casa habitación serán basadas en tecnología de CFLs, por lo que su soporte por medio del sistema de generación de energía eléctrica a partir de energías renovables será más factible aun cuando las condiciones Bioclimáticas no sean las óptimas.

Según los cálculos, el consumo de potencia máximo estadístico sería de 230W, para lo cual considerando un voltaje de 127VCA, la corriente máxima que fluiría a través del circuito sería de 1.8 A, implicando instalar protecciones termo magnéticas a esta línea de 15A, por ser este el valor comercial más cercano y superior al valor calculado.

Para zanjar la cuestión de las condiciones Bioclimáticas adversas, el sistema de generación de energía constará de un banco de baterías que proporcionaran la energía suficiente para mantener el sistema de iluminación por largos periodos sin interrupciones, sin embargo en caso de que las condiciones Bioclimáticas superen el tiempo de respuesta de los sistemas de respaldo, el sistema permitirá conmutar automáticamente con el sistema de energía eléctrica convencional sin causar perturbaciones a los sistemas de iluminación.

3.3 Tercera Etapa

Adquisición e Instalación del sistema de generación de energía eléctrica a partir de energías renovables para las viviendas de interés social

Siguiendo la metodología anterior correspondiente a la instalación del sistema de luminarias de alta eficiencia, la adquisición del sistema de generación de energía eléctrica por medio del uso de celdas fotovoltaicas y generadores eólicos se realizará tomando en cuenta las propuestas de empresas nacionales y bajo términos semejantes de convenio mutuo.

Para el caso de la instalación de las celdas fotovoltaicas será muy importante cuidar la inclinación de las mismas con respecto a la incidencia de la radiación solar, estos parámetros pueden variar de acuerdo a las temporadas del año por lo que será importante diseñar futuramente mecanismos de movilidad que permitan el máximo aprovechamiento de la radiación solar.

La instalación de los generadores eólicos de igual manera debe tomar en consideración la altura y dirección de los vientos con respecto a la zona geográfica en que serán instalados, pues de ello depende el máximo aprovechamiento de los recursos naturales.

La potencia eléctrica producida por estos generadores correspondía al cálculo de los máximos y mínimos de consumo eléctrico estimado. Como ya se mencionó estos niveles son respaldados por baterías en caso de que las condiciones Bioclimáticas no sean las óptimas y finalmente por la energía eléctrica convencional.

3.4 Cuarta Etapa

Diseño e Implementación del sistema en la vivienda de interés social.

El diseño de esta etapa de instalación supone la parte fundamental de este trabajo de tesis, incluye todo lo necesario para la generación de energía eléctrica a través de energías renovables y uso de energía convencional.

Como se documentó al inicio de la presente tesis el objetivo del proyecto es proporcionar energía eléctrica a partir de Energías Renovables (Solar-Eólico) principalmente para el sistema de iluminación y algunos equipos de bajo consumo eléctrico, en primera instancia se espera reducir el consumo facturado por CFE en un 40-50%, llegando a la posibilidad de hasta un 80% futuramente, dejando el 20% restante para la facturación del consumo realizado por equipos de alto consumo como Horno de Microondas, Planchas, Secadoras, Lavadoras y otros equipos similares.

3.4.1 Proceso de Instalación del Generador Eólico

Después de cotizar con 3 proveedores diferentes, la marca del generador que cumplía con las características demandas y precio más atractivo fue: "Air Breeze "

Esta marca ofrece el mejor rendimiento de la turbina de alta energía por sus controles electrónicos optimizados para entregar energía silenciosa y eficaz, mostrando el resultado más consistente que la competencia. Air Breeze es parte de la última generación de productos de generación eólica en el mundo, con mayor número de ventas de turbinas de viento: más de 135.000 unidades vendidas en más de 120 países.

Otras de sus características:

- Genera energía aún con los vientos más ligeros.
- Ligero; diseño único es sencillo y fácil de instalar.
- El interruptor de paro incluido.
- Resistente a la corrosión, la pintura de calidad aeronáutica SAE J2334 probado para grado marino.
- Sujeciones de acero inoxidable externos
- Cubo de aspas anodizado.



Figura 3.2 Generador diseñado en Acero al Alto Carbono, "todo es Acero".

Aunado a esto: Su fiabilidad es respaldada por una garantía de cinco años.

1.- Como primera instancia se proceden a colocar 2 salidas directas del Generador, junto con una adicional de la tierra física, mismas que conducirán la corriente obtenida del generador y se acumularán en las baterías.



Figura 3.3 Salidas: Fase, Neutro y Tierra Física

La cabeza del Generador Eólico, puede proporcionar hasta un máximo instantáneo de 300W, aunque nominalmente genera 200W, posee sistema de auto frenado para ráfagas superiores a las de su especificación. (Referirse al Apéndice 1

2.- Las tres terminales son conectadas a 3 conexiones comunes de la misma naturaleza (Color y calibre) del mismo cable calibre 14WAG, hacia el interior del soporte principal.

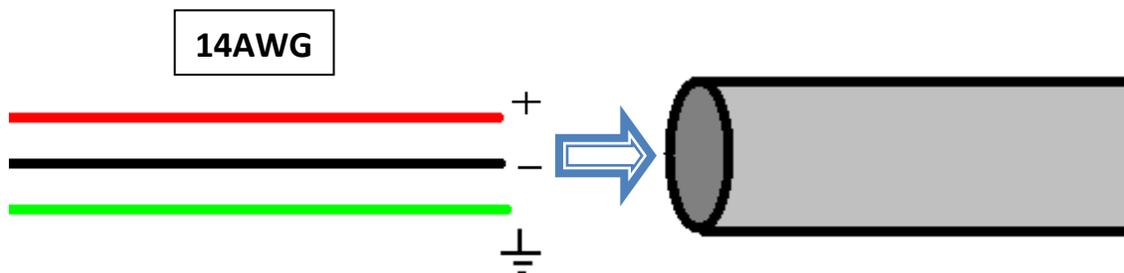


Figura 3.4 Ayuda visual Introducción de cables a tubo conduit



Figura 3.5 Introduciendo los cables al interior del soporte

3.- Continuamos con la sujeción mecánica de la base del generador al soporte principal, barrenando su base para anclar a piso.

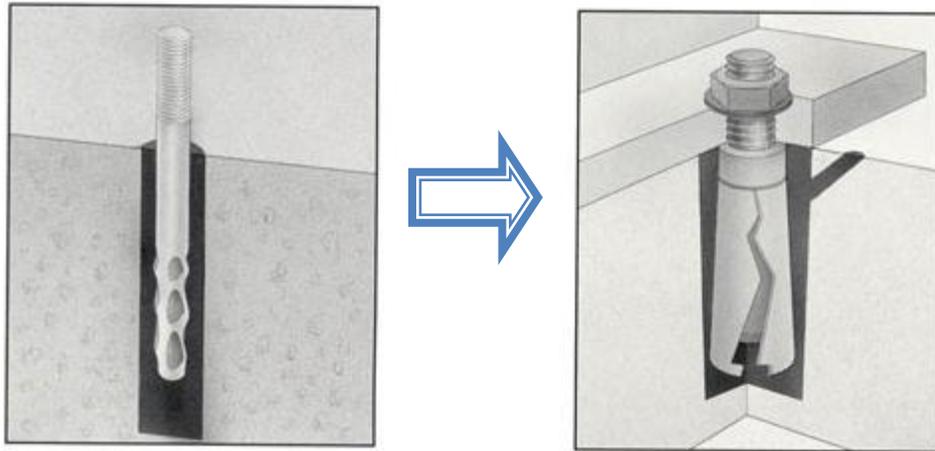


Figura 3.6 Forma correcta de barrenar a piso y colocación de táquete de expansión.

4.- Una vez anclado al piso Se sujetan de un extremo los cables de acero y se barrenan a piso, únicamente direccionándolos en el sentido paralelo que nos da el punto de referencia del soporte y la misma tensión aplicada.

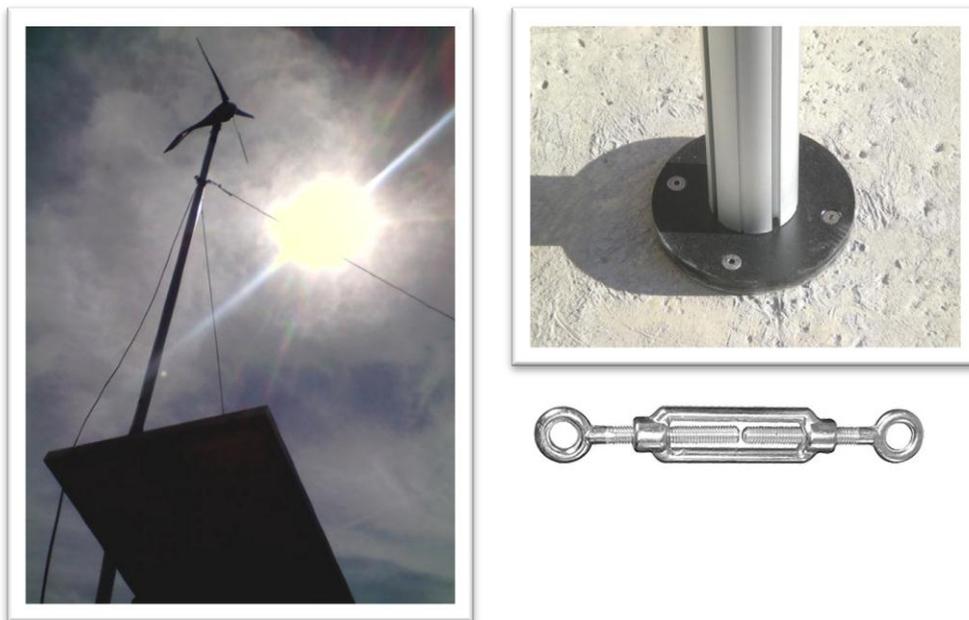


Figura 3.7 Soporte a piso y tensores 1 y 2 colocados.

3.4.2 Proceso de Instalación de las Celdas Fotovoltaicas

Una vez montado y tensado el Generador en lo alto del techo, se procede de igual manera, a acondicionar el panel fotovoltaico en el ángulo y distancias sugeridas en la revisión de la literatura citada anteriormente.

En la búsqueda de proveedores para el panel fotovoltaico, la marca que cumplía con las características demandas y precio más atractivo fue: “ERDM-SOLAR “

Los paneles ERDM-SOLAR “SP/6” son fabricados con celdas Policristalinas con un rango de potencias de 120 a 125 W/p. Estos paneles son laminados con celdas de 156mm. Celdas de alta calidad son encapsuladas y cubiertas por vidrio templado y bajo nivel de hierro. La parte trasera del panel está protegida por TEDLAR® como fondo base, el cual es resistente a la radiación UV.. Las cajas, cables y conectores son provistos por EPIC SOLAR® que es parte del Grupo LAPP. La combinación de componentes de alta calidad y el proceso de producción automatizado empleado por ERDMSOLAR nos asegura una excelente calidad y a buen costo.



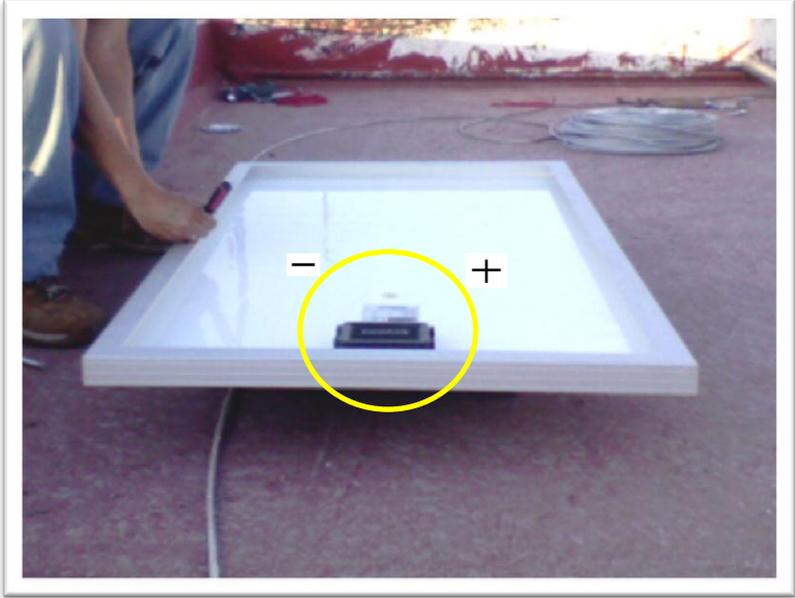
Figura 3.8 El laminado va montado en un marco de aluminio anodizado para asegurar la máxima protección

1.-Se barrena el marco del panel fotovoltaico para luego ser montado sobre sus soportes



Figura 3.9 Inspección y muestra de panel fotovoltaico.

2.-Se colocan de igual manera 2 terminales (Positiva y negativa) a la salida de las clemas del panel solar, procurando utilizar el mismo criterio en cuanto la identificación de colores de los cables para la conexión del panel; y tomando en cuenta la distancia del conector del panel a las terminales de nuestra batería, pues de esto dependerá el largo de nuestros cables.



energía		SOLAR		ISO	IEC	CE
.com.mx						
Model Number	DS-A1-100					
Rated Maximum Power (P_{max})	100W					
Current at Pmax (I_{mp})	5.78A					
Voltage at Pmax (V_{mp})	17.3V					
Short-Circuit Current (I_{sc})	6.43A					
Open-Circuit Voltage (V_{oc})	21.6V					
Power Tolerance	±5%					
Weight: 9.7 KG	Dimensions: 1200×670×35					
Maximum System Voltage	715V					
Maximum Series Fuse Rating	13A					
All technical data at standard test condition AM1.5 E=1000W/m ² T=25°C						
						
DS101003 94726						

Figura 3.10 Características Nominales, Mx y Min del panel

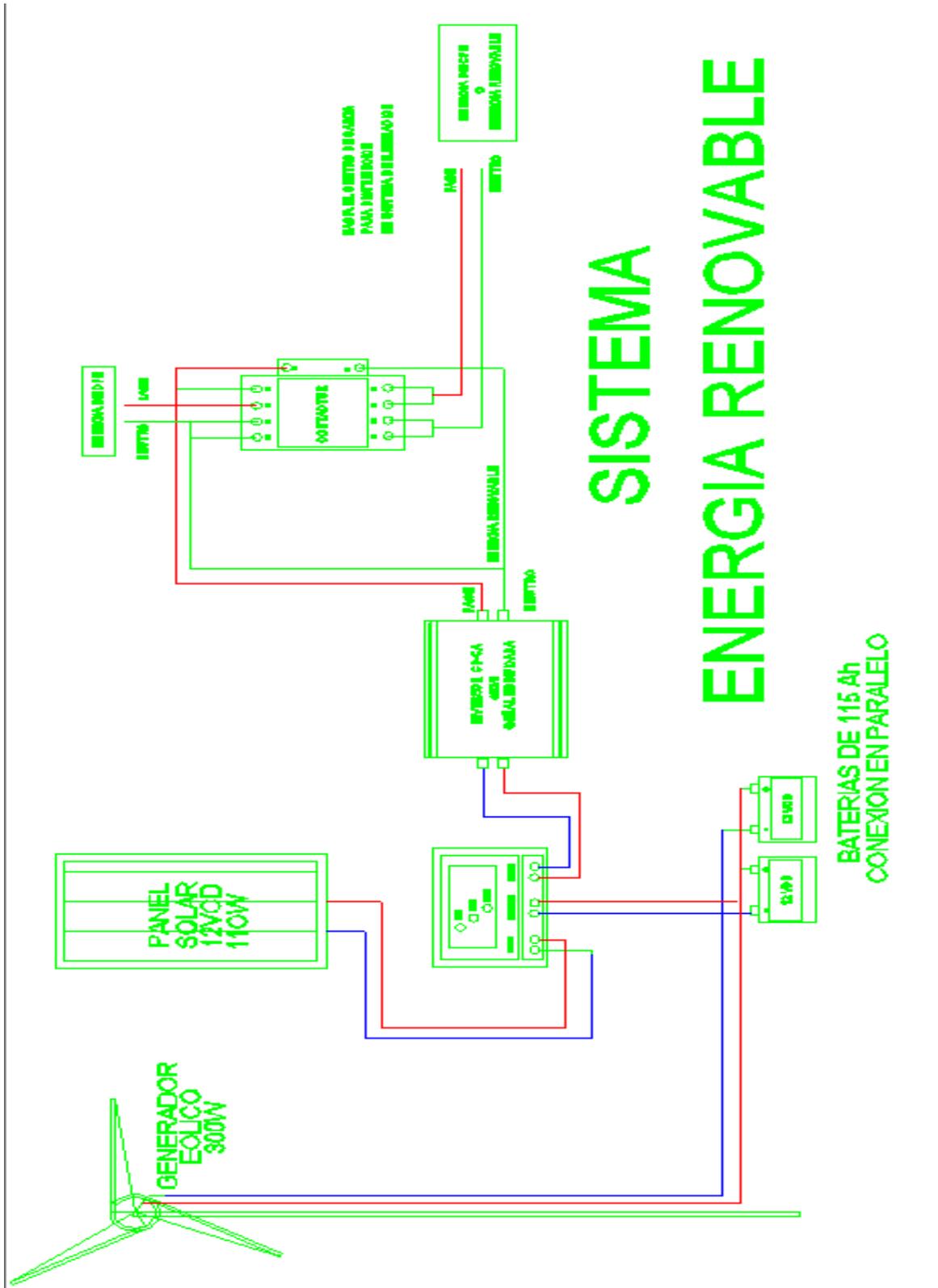
3.4.3 Proceso de Interconexión del Sistema de Generación de Energía Renovable y el Sistema de Energía Convencional

Este proceso de Instalación prácticamente es el último paso de la instalación, en donde finalmente interconectamos y vinculamos el controlador de carga para las Baterías de Ciclo Profundo e Inversor de CD-CA.



Figura 3.11 Regulador, Controlador de carga para las Baterías de Ciclo Profundo e Inversor de CD-CA.

Todo el diagrama de Conexión se muestra en el siguiente Lay Out realizado en Autocad



1.- De acuerdo al Diagrama anterior se procede a realizar la conexión dentro o fuera de la casa, de acuerdo a las necesidades y condiciones particulares de cada hogar. En este caso se coloca en la intemperie por falta de espacio dentro de la casa, esto implica dejarlo bajo techo o proteger nuestro sistema de la intemperie y exposiciones diarias contra viento, sol y lluvia.

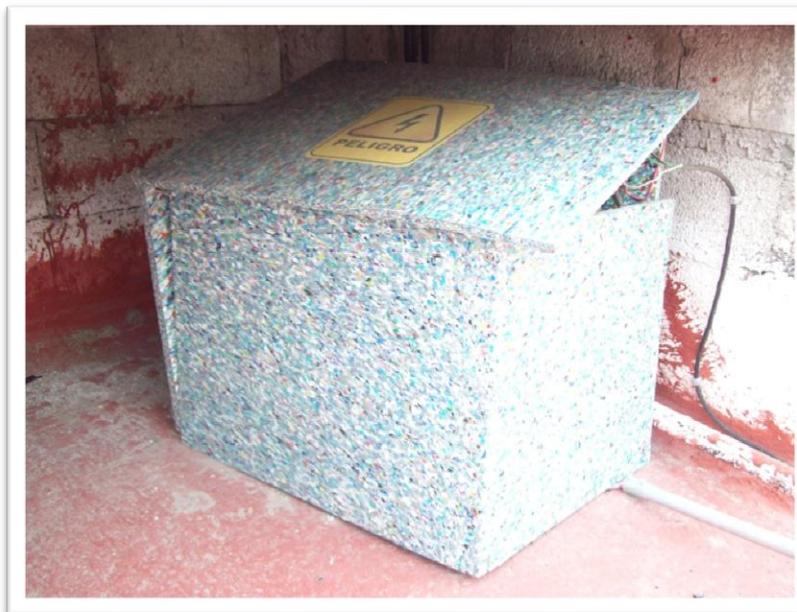


Figura 3.12 Protección Intemperie del sistema de generación de energía.

El equipo de Control de Carga STECA, se encarga de proteger de una "Sobre Carga" a las Baterías de Respaldo, mismas que guardan la energía para los momentos en los que no hay actividad Solar-Eólica, por ejemplo las noches calmadas sin viento.



Figura 3.13 Control automático de protección para Sobre carga.



Figura 3.14 El relevador encapsulado se encargara de vincular la Energía Renovable y convencional CFE, en caso de falla en el equipo.

2.- Se realiza una medición desde la ubicación de nuestro sistema completo hasta donde tenemos actualmente nuestro centro de carga convencional. Esto determinará la longitud de nuestros cables de alimentación que irán protegidos en el interior de tubo conduit de ½ pulgada pared delgada; esto con la finalidad de proteger nuestros conductores de la intemperie.

3.- El tubo Conduit Pared delgada ½” es fijado a criterio sobre los muros y paredes de la casa habitación, colocando abrazaderas tipo omega que fijarán la tubería. La tubería protege al cable tanto del Panel Fotovoltaico como del Generador Eólico, en la unión T se juntan los cables de ambos dispositivos para dirigirlos al interior de la Casa Experimental

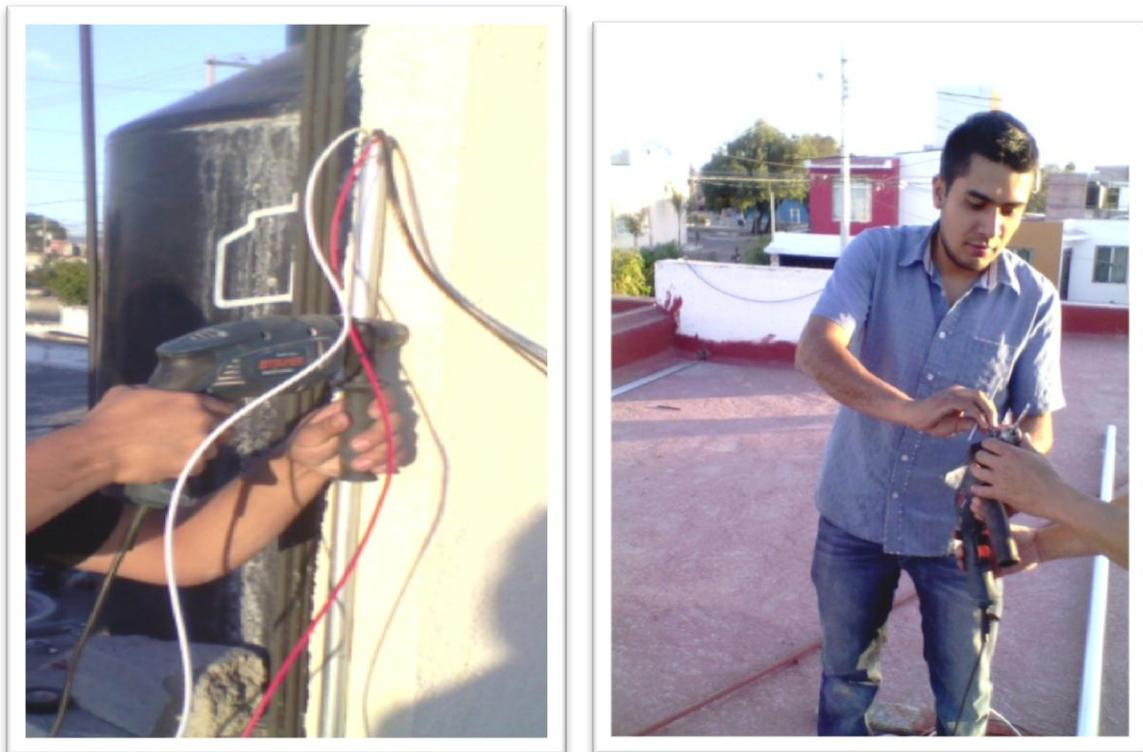
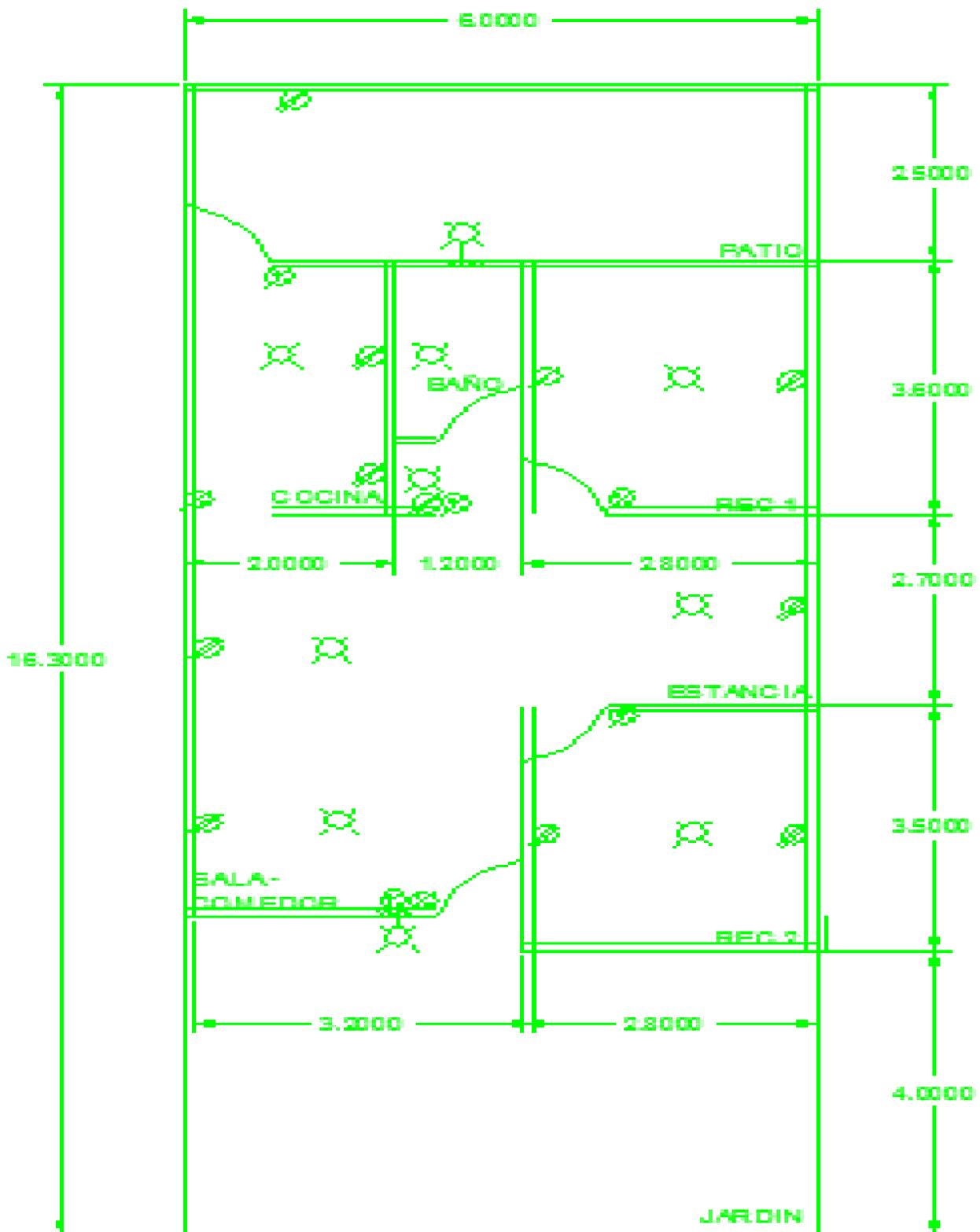


Figura 3.15 Fijación de la tubería Conduit Pared delgada ½”

3.-Interconexión Interna de la casa Habitación. El siguiente Lay Out presenta un plano general de las lámparas y contactos que actualmente tiene la casa muestra donde se realizo la instalación



4.- La simbología utilizada debe mostrarse dentro del Nuevo Lay out.

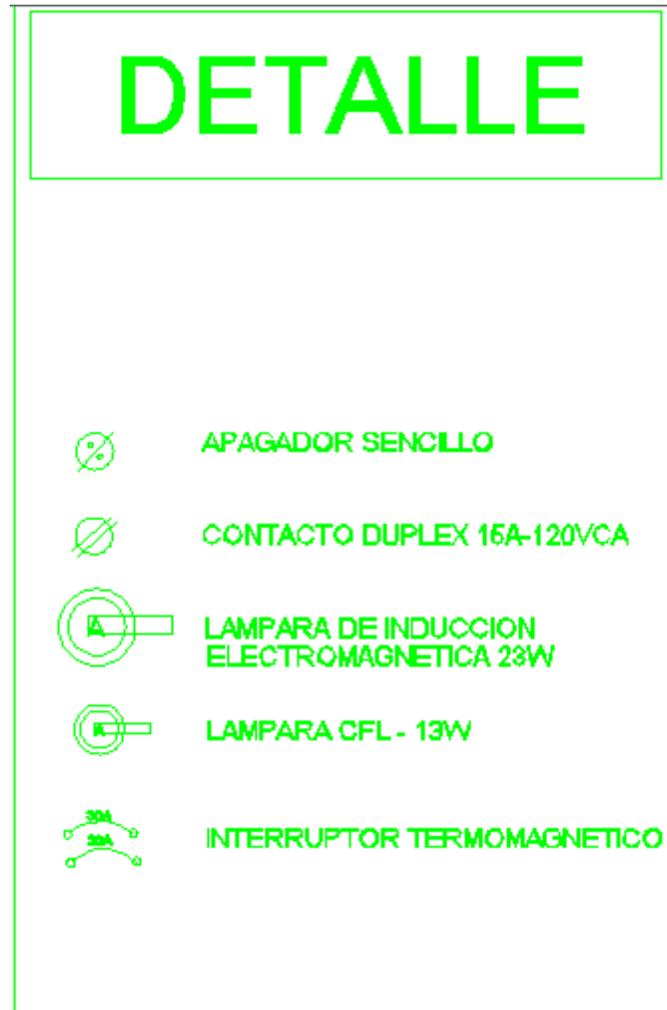


Figura 3.16 Simbología de Interconexión.

5.- Una vez llevadas nuestras líneas de alimentación de Energía renovable al interior de la Casa Habitación únicamente nos resta integrar estas líneas a nuestro centro de carga principal, directamente a la fase de alimentación de nuestras luminarias.

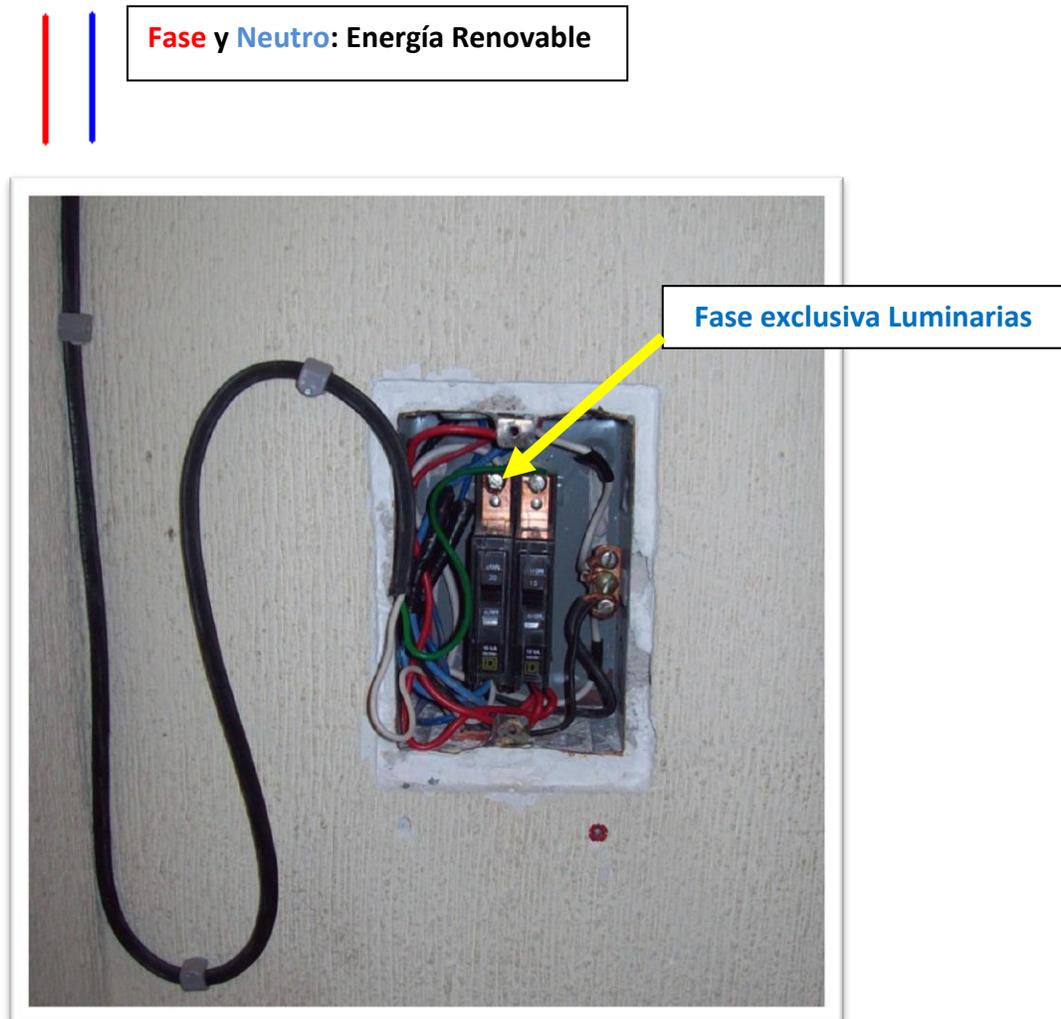


Figura 3.17 Forma de vinculación de la Energía renovable.

6.- Lo único que resta es cotejar los voltajes Min. y Max. De nuestra nueva onda sinodal de nuestra generación de energía Renovable y el voltaje nominal de la misma.



Figura 3.18 Conclusión y Verificación de Voltaje y corriente Nominal

3.5 Inversión Necesaria

Material:

Sistema	Material	Cantidad	Costo Unitario	Costo total
Generador Eólico	Generador Eólico	01 pz	\$14 ,100.00	\$14 ,100.00
	Tubo galvanizado 2"	01 pz	\$ 70.00	\$ 70.00
	Cable de acero de 1/4 "	03 pz	\$ 90.00	\$270.00
	Abrazaderas Omega	04 pz	\$ 3.00	\$12.00
	Taquete de Expansiòn	04 pz	\$ 12.00	\$48.00
Celdas fotovoltaicas	Panel Solar	01 pz	\$ 5,200.00	\$ 5,200.00
	Cable uso Rudo 2x16AWAG	30 mts	\$6.00	\$180.00
	Pijas auto taladrantes	20 pz	\$1.00	\$20.00
	Cinta de aislar	01 pz	\$12.00	\$12.00
Controlador de carga	Baterias Ciclo profundo12 VCD	02 pz	\$1,100.00	\$2,200.00
	Controlador de Carga de Baterias 12VCD/24VCD a 10 A o	01 pz	\$ 600.00	\$ 600.00
	Inversor de CD a CA Mayor o Igual 400W	01 pz	\$400.00	\$400.00
	Relevador Encapsulado 110V	01 pz	\$110.00	\$110.00
			Inversión Total	\$21,242.00

CAPITULO 4.- RESULTADOS

El resultado de la Hipótesis de implementar un sistema de generación de energía eléctrica local a partir de energías renovables como la solar- eólico para usuarios de casas de interés social, reduciendo parcialmente el consumo eléctrico proveniente de fuentes de energía no renovables; demandado por cargas pequeñas de energía como las luminarias y equipos de bajo consumo, fue **comprobada, funcional y satisfactoria**

La ventaja directa de la aplicación de este sistema es que la energía eléctrica puede ser generada en el mismo lugar de consumo, y que puede integrarse a la arquitectura del sitio. Al usarla en el mismo lugar donde se genera, evitamos las pérdidas por transporte, que en un sistema tradicional pueden ser del 40 % entre una planta generadora de energía, pasando por líneas de transmisión y distribución, hasta su aplicación en su punto de uso.

Así que se ven dos puntos positivos con la generación de energía solar y uso en sitio:

- Se contribuyó directamente con el ambiente, al no emitir gases contaminantes a la atmósfera.
- Eficiencia. Puesto que la energía consumida es prácticamente igual a la que se genera, sin presentar pérdidas por distribución de la misma.

El Objetivo Específico No. 1 de Proporcionar energía eléctrica a partir de Energías Renovables (Solar-Eólico) para el sistema de iluminación y algunos equipos de bajo consumo eléctrico para usuarios finales en casas de interés social se cumplió satisfactoriamente.

Objetivo particular 2 de Disminuir la dependencia parcial o casi total de los proveedores del suministro eléctrico y proporcionan estrategias sencillas para el aprovechamiento de la energía eléctrica producida localmente mediante energías renovables fue un éxito.

Únicamente resta monitorear por lo menos 6 meses el *El Objetivo particular 1*.



Instalación Completa del Equipo de Generación de Energía Renovable Eólico-Solar



Dr. Gonzalo Macias Bobadilla y Cindy Geovany Cruz Lopez.

La lectura y comportamiento de nuestra corriente es satisfactoria

CAPITULO 5 CONCLUSIONES

El sistema propuesto permitirá a los usuarios residenciales y comerciales aprovechar las ventajas de los recursos renovables, disminuir su dependencia de manera individual de los proveedores del suministro eléctrico a partir de fuentes no renovables, incrementando sus ganancias y disminuyendo su impacto directo al medio ambiente.

El panorama en cuanto al “*Dilema Energético*” en si no es alentador, pues si no se actúa rápidamente, la temperatura de nuestro planeta se elevará dejando consecuencias catastróficas.

Esto nuevamente me sitúa frente al dilema mencionado: Actualmente somos 7 mil millones de habitantes en el planeta, cifra que seguirá en aumento año con año, directamente proporcional a la demanda de energía. Si la demanda de energía es el punto de partida para medir el progreso de los países, y cada día somos más dependientes de la energía, ¿Qué solución podemos proponer para reducir las emisiones de CO₂ a la atmosfera?

Sólo podemos emprender dos acciones: utilizar la energía de forma eficiente para reducir la demanda energética, y generar energía verde que emita cero emisiones a la atmósfera.

México tiene uno de los mejores índices de irradiación solar a nivel mundial, incluso el más bajo, es mayor que el más alto de Europa, por lo que el sistema de red eléctrico diseñado en la presente tesis permitirá aprovechar esta característica, como una oportunidad para la generación de energía eléctrica a partir de recursos renovables como el sol o el viento.

Para promover el progreso económico de nuestra nación, mientras se considera un modelo de desarrollo sustentable, se debe considerar:

- Usar fuentes de energía renovables, puesto que las fuentes fósiles actuales se agotaran en algún momento.
- Usar energías limpias
- Disminuir la demanda de energía mediante el uso de dispositivos eficientes.
- Reducir el consumo energético innecesario. No solo ser más eficientes sino de consumir menos, adoptando una conciencia y cultura del ahorro de la energía
- Promover la autogeneración de energía en hogares y comercios, aprovechando los techos para instalar paneles fotovoltaicos o aerogeneradores

El líder pacifista hindú Mohandas Karamchand Gandhi mencionó: “ Se tu mismo en el cambio que quieres ver en el mundo”. Por lo tanto, industrias, gobernantes y sociedad en general debemos comprometernos a través de programas de sustentabilidad, investigación y desarrollo, para alcanzar la era de la eficiencia y de las energías verdes; para así evitar que esta y las futuras generaciones se hundan en medio de una crisis energética.

No se puede detener el crecimiento poblacional, ni el desarrollo de las naciones, pero si lograr cambiar la forma de generar y utilizar la energía.

Es de vital importancia proseguir con el desarrollo y perfeccionamiento de la tecnología La mayor parte de las energías renovables siguen teniendo costos iniciales elevados, pero existen indicios de que su costo se reducirá en los próximos años. Asimismo, las energías renovables representarán beneficios económicos para el país, al introducir nuevas actividades productivas a la economía nacional y beneficios que aportarán las energías renovables como la reducción de la dependencia de los combustibles fósiles, el desarrollo del campo, el mejoramiento de la calidad del aire, una mayor conservación de los recursos naturales, la creación de empleos y el desarrollo científico y tecnológico, entre otros.. Finalmente, a dichos beneficios habrá que sumar los beneficios obtenidos de las externalidades positivas generadas por su uso.

La misión entonces es hacer más, haciendo un menor uso de nuestro planeta.

APENDICES

Apéndice 1



aiR 40
by Southwest Windpower

Quiet, reliable off-grid energy

AIR 40 is the best choice to provide energy for off-grid homes, water pumping, lighting, telecom and anywhere you need electricity and have wind. AIR 40's optimized electronic controls deliver energy quietly and efficiently. Extensive third party testing and certification shows more consistent output than the competition. AIR 40 is part of the latest generation of AIR products—the world's best-selling wind turbines—with more than 135,000 units sold in more than 120 countries.



5 YEAR LIMITED WARRANTY
TECHNICAL SUPPORT WORLDWIDE

Technical Specifications

Energy	Approx. 40 kWh a month at 13 mph (5.8 m/s) ¹
Swept Area	11.5 ft ² (1.07 m ²)
Rotor Diameter	46 in (1.17 m)
Weight	13 lb (5.9 kg)
Shipping Dimensions	27 x 12.5 x 9 in (686 x 318 x 229 mm) 17 lb (7.7 kg)
Startup Wind Speed	7 mph (3.1 m/s)
Voltage	12, 24 and 48 VDC
Turbine Controller	Microprocessor-based smart internal regulator.
Body	Permanent mold cast aluminum
Blades	(3) Injection-molded composite
Alternator	Permanent magnet brushless
Overspeed Protection	Electronic torque control
Survival Wind Speed	110 mph (49.2 m/s)
Mount²	1.5 in schedule 40 pipe 1.9 in (48 mm) outer diameter



POWER ALL OF THIS WITH AIR 40¹

120-125 Watt

PANEL SOLAR POLICRISTALINO LINEA STANDARD

Los paneles ERDM-SOLAR "SP/6" son fabricados con células Policristalinas con un rango de potencias de 120 a 125 W/p. Estos paneles son laminados con células de 156 mm y están diseñados para sistemas aislados o de interconexión a la red.

Celdas de alta calidad son encapsuladas en EVA Estructurado, cubierto por vidrio templado y bajo nivel de hierro. La parte trasera del panel está protegida por TEDLAR® como fondo base, el cual es resistente a la radiación UV. El laminado va montado en un marco de aluminio anodizado para asegurar la máxima protección. Las cajas, cables y conectores son provistos por EPIC SOLAR® que es parte del Grupo LAPP.

La combinación de componentes de alta calidad y el proceso de producción automatizado empleado por ERDM-SOLAR asegura una calidad superior. Un mínimo de mano de obra no automatizada durante las etapas de producción de materiales delicados garantiza una constancia en su funcionamiento.

Dirección:
Mangana No. 1
Fraccionamiento El Rodeo
San Andrés Tuxtla
Veracruz, C.P. 95765

Teléfono: +52 294.942.7520
Fax: +52 294.942.7524
E-mail: info@erdm-solar.com



Certificado
IEC/EN61215:2005 (2nd Edition)
Protection Class II (according to IEC 61730)





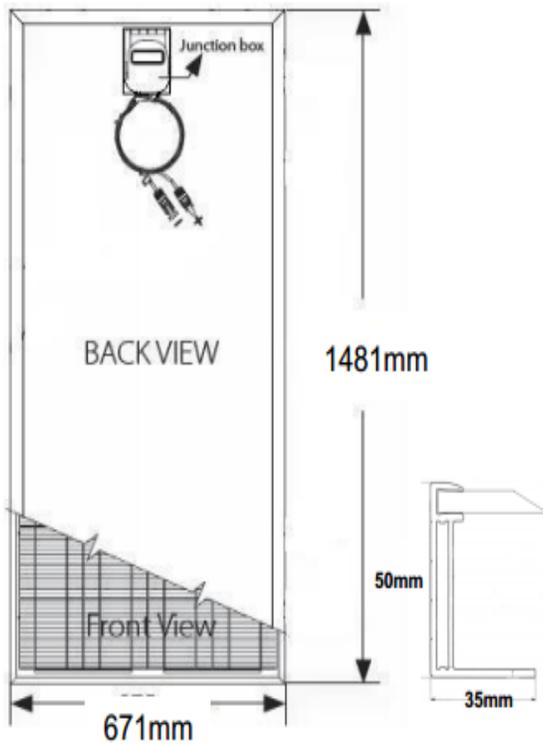
ERDM 120SP/6
ERDM 125SP/6

Características Eléctricas

Características	ERDM 120SP/6	ERDM 125SP/6
Voltaje en Circuito Abierto (Voc)	19.30 V	19.55 V
Voltaje de Operación Optimo (Vmp)	16.10 V	16.32 V
Corriente de Cortocircuito (Isc)	8.02 A	8.18 A
Corriente de Operación Óptima (Imp)	7.48 A	7.64 A
Potencia Máxima en STC (Pmax)	120 W	125 W
Temperatura de Operación (°C)	-40 a 90	-40 a 90
Máximo Voltaje del Sistema	1000 V	1000 V
Máximo Valor del Fusible	15 A	15 A
Tolerancia de Potencia	+/-3 %	+/-3 %
Eficiencia	12%	12.6%

STC: Irradiancia 1000 W/m², Temperatura del Módulo 25°C, AM=1.5

Apéndice 5



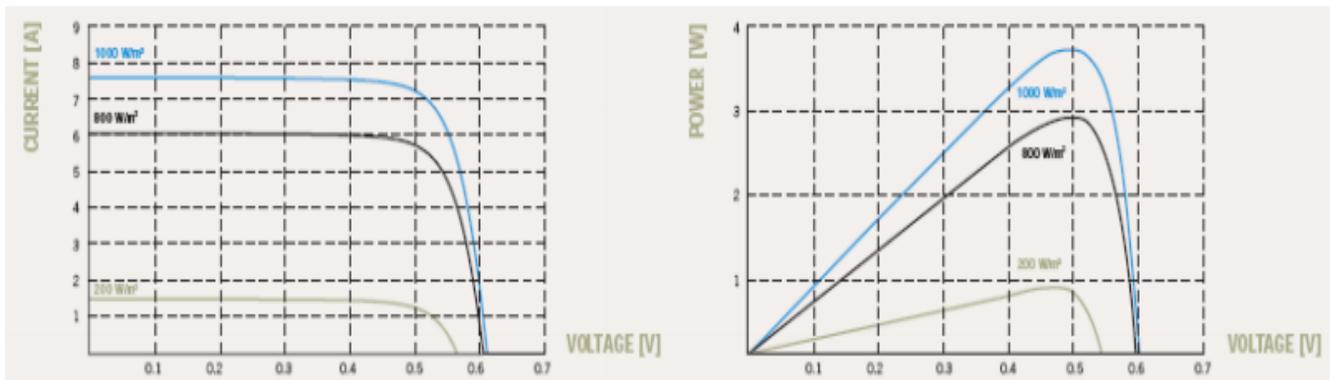
Características Mecánicas

Celda solar	Policristalina
No. de celdas	32
Dimensiones	1481mm x 671mm x 50mm
Peso aprox.	14 Kg
Cristal frontal	Cristal Templado Estructurado de 4mm
Marco	Aluminio Anodizado
Caja de conexión	LAPP Epic Solar ST160 IP65
Cables de salida	LAPP Epic Solar 4mm

Coefficientes de Temperatura

Coefficiente de temperatura de potencia (P_{max})	-0.45 %/k
Coefficiente de temperatura de voltaje (V_{oc})	-0.34 %/k
Coefficiente de temperatura de corriente (I_{sc})	0.05 %/k

IV- Curva (Celda)



BIBLIOGRAFIA

[1] Michel; Cordero Camacho, Mario R. LOS CAMBIOS CLIMÁTICOS REAFIRMAN LA NECESIDAD DE UN CAMBIO DE MENTALIDAD Y ACTITUDES. Interciencia, Vol. 35, Núm. 1, enero-sin mes, 2010, pp. 5-7

[2] Edward S. Cassedy, 2000, Cambridge University Press PROSPECTS FOR SUSTAINABLE ENERGY: A CRITICAL ASSESSMENT. Pp 284

[3] 789 R. Williams (1960). «Becquerel Photovoltaic Effect in Binary Compounds». The Journal of Chemical Physics 32 (5): pp. 1505–1514

[4] Rafael Boliva/Jorge Mostani/Ma. Del Carmen Garcia. PETROLEO VERSUS ENERGIAS ALTERNAS,DILEMA FURTURO. Interciencia, Octubre, año/vol. 31 num. 010 pp 704-711

[5] Agencia Internacional de Energía, Renewable Energy Outlook. 2008. Disponible en:

[6] Greenpeace. Revolución Energética: Perspectiva Mundial de la Energía Renovable. 2008. Disponible en:

[7] Agencia Internacional de Energía. Op. Cit. Pág. 168

[8] Idem. Pág. 170

[9] Agencia Internacional de Energía. Op. Cit. Pág. 165

[10] World Wind Energy Association 2008. World Wind Report. Pág. 4.

- [11] Comisión Reguladora de Energía. Las Energías Renovables en México. 2007
- [12] Agencia Internacional de Energía, Renewable Energy Outlook. 2008.
- [13] Agencia Internacional de Energía. Op. Cit. Pág. 168.
- [14] World Wind Energy Association 2008. World Wind Report. Pág. 4.
- [15] Asociación Mexicana de Energía Eólica.
- [16] Disponible en: <http://www.amdee.org>
- [17] WALES, Jimmy y SANGER, Larry, *Radiación Solar*
- [18] Scientia Et Technica, vol. XVI, núm. 44, abril, 2010, pp. 245-250 Universidad Tecnológica de Pereira Colombia
- [19] REN21 Renewable Energy Policy Network for the 21st Century. Renewables. Global Status Report. 2009 Update. Paris, France. 2009. Pág. 12.
- [20] Energy Information Administration/Assumptions to the Annual Energy Outlook 2009.
- [21] N. Braut, E. Campero "Instalaciones Eléctricas, conceptos Básicos y diseño". 2ª Ed. Ed. Alfa Omega pp 2-5
- [22] David E. Johnson, Jhon L. Hilburn "Análisis Básico de Circuitos Eléctricos" 5ª Ed. Ed. Mc Graw Hill.

[23] Instituto de Investigaciones Eléctricas.

[24] Norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS-1999, Condiciones de Iluminación en los Centros de Trabajo.

[25] Enriquez Harper “El ABC del Alumbrado y las Instalaciones Electricas en Baja Tension” 2ª. Ed. Edit. Limusa

LINKS CONSULTADOS

<http://www.iea.org/textbase/nppdf/free/2008/weo2008.pdf>. Pág. 159

<http://www.greenpeace.org/raw/content/mexico/prensa/reports/r-evoluci-n-energetica-persp.pdf>

http://www.wwindea.org/home/images/stories/worldwindenergyreport2008_s.pdf

<http://www.iea.org/textbase/nppdf/free/2008/weo2008.pdf>. Pág. 159.+

<http://genc.iie.org.mx/genc/siger/frames.asp?mcontador=21336&url=mapas1%2Eht>