



Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Estudios Superiores
Aragón

*Estudio y cálculos para la instalación
de un sistema fotovoltaico para
casa habitación*

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA
P R E S E N T A:

Isaac Rodríguez Trejo

ASESOR

ING. JOSÉ LUÍS GARCÍA ESPINOSA

SÍNODO

ING. RAÚL BARRÓN VERA
ING. EDGAR ALFREDO GONZÁLES GALINDO
ING. JOSÉ JUAN RAMÓN MEJIA ROLDAN
ING. ADRIÁN PAREDES ROMERO

México D. F.

2009





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

A Marisela:

Porque me ha apoyado siempre, por que me ayudo a salir del bache por el que atravesaba en la preparatoria, por que me alentó y me ayudo y estuvo al pendiente cuando estuve en Guadalajara en el CUCEI, por que ha sido mi sustento económico en los momentos de mas crisis, por que fue el instrumento de vida por el cual yo nací y sobre todo por el amor que siente una madre hacia su hijo.

A Gilberto

Porque a través de su lejanía (aunque se que siempre esta allí para mi y mi hermana) he descubierto muchas cosas que me han hecho una persona mas segura de mi misma, por que me enseñó que un raspón sin sangre no es motivo de alarma, por que heredé su paciencia para hacer las cosas, y por que fue el instrumento de vida por el cual yo fui concebido

A Miriam

Porque me ha enseñado que el que persevera alcanza, por que me ayudo muchas veces con tareas de la carrera en especial con los planos (gracias), por que a lo largo de mi vida siempre ha estado allí como compañía, por que nunca me he reído igual que con ella, por que me jaló del cabello cuando era niño y gracias a eso aprendí a ser compartido, por los conciertos y por las muchas rolas que cantamos juntos, gracias hermanita

A los siguientes:

A mi tío Raúl por que me enseñó muchas cosas que no se aprenden en la escuela, a mi tía Rebeca, a mi tío José Luís, a mis primos carnales: Rebeca (nenas), Pepe, Lucy, Iván, Ricardo (caros) a mis tíos Ricardo y Rosalía, a mis abuelos maternos: Remigio, que me enseñó muchas cosas y me contó muchas cosas de la vida que yo desconocía, porque es buen cómplice para las travesuras que hicimos juntos, y sobre todo por sus enseñanzas de vida que a través de su experiencia de vida me enseñó y por que es mi fiel copiloto, a Esther, por que desde niño estuvo el pendiente de mi hermana y yo, porque me enseñó a hacer pastes, a mis abuelos paternos Don Pol y Aurora, por que han estado siempre al pendiente de mi, y por que no olvidan un cumpleaños.

A todos los de la LMJI conferencial y distrital: a Luís (el pandilla), Linda, Martha, Pamela, Benjamín (el kasique), Mayra, Deina, Jhonny, Marie, Almita, Cinthia, Ana, a todos los cuates de la congregación de Balderas, a mis primos: Alejandro (el kama) Jorge, Eder, Willi, Fermín, Treicy, Jesús (chuchito), a mis tías y tíos: Lupe, Chelo, Josefa, Miguel, Fernando (jos) a todos los TREJO, a la congregación de la

iglesia metodista, pastor Agustín por que me saco de un problema fuerte de fe y Viki, a sus hijos, y a su familia, a el pastor Benjamín, y su familia, al pastor Jorge Ochoa, a los de la iglesia Ramos Millán: Chuy, Norma, Pino, Elba, Gaby, Leslie, Natanael, Oscar y Essau Báez, Chelito, Oscar Godoy, Marigela, Shadani a mis amigos del equipo de básquetbol, Aarón, Isrra, Grillo, Aldo, Abraham, Juanito a los chompirines, A Juan Hinostraza por que me enseñó a tocar el órgano y por que me ayudo a ser el músico que ahora soy y por las locuras musicales que tocamos juntos en los conciertos del coro, a mis compañeros de la carrera Gamaliel y Aarón, quienes fueron mis cuates mas entrañables de la carrera, a los ingenieros profesores míos de la facultad por que me compartieron un poco de la sabiduría que tienen, a Alicia, por que compartí mucho mas que un simple noviazgo con ella, por los momentos vividos. A los que me faltaron por nombrar y los que vienen:
G R A C I A S

Pero el mayor agradecimiento no es para una persona, ni para una institución, sino para DIOS, que siempre esta conmigo y mi familia y si no es por sus dones no estaría donde estoy y no seria lo que soy, y no tendría lo que tengo ya sea material, sentimental y espiritual, gracias Dios, por la vida, por la música, por que me ayudaste a llegar hasta aquí, por tu misericordia conmigo y con mis más cercanos

CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	I
CONTENIDO	III
INTRODUCCIÓN	IV
CAPITULO 1 <i>MARCO TEÓRICO</i>	1
1.1 Fuentes de energía	1
1.2 Energía solar	21
1.3 Paneles solares fotovoltaicos	28
CAPITULO 2 <i>INSPECCIÓN VISUAL</i>	34
2.1 Objetivos y criterios de la inspección visual	34
2.2 Criterios de la inspección visual	34
2.3 Enfoque de la inspección visual	35
CAPITULO 3 <i>PLANEACION DEL SISTEMA</i>	45
3.1 Planeación	45
3.2 Propuestas	46
3.3 Costos	51
CAPITULO 4 <i>CÁLCULOS Y COSTOS</i>	53
4.1 Cálculos	53
4.2 Resultado de los cálculos	56
4.3 Interpretación de los cálculos	57
4.4 Costo estimado del sistema fotovoltaico	58
4.5 Comparación del sistema fotovoltaico y sin el	59
APÉNDICE	60
Apéndice 1 Listado de cargas	60
Apéndice 2 precios del proveedor	61
Apéndice 3 insolación global en México	63
CONCLUSIONES	65
BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES DE CONSULTA	68

INTRODUCCIÓN

Debido a la demanda de energía, y a los problemas ambientales que los recursos energéticos no renovables como el petróleo y sus derivados ocasionan y sin dejar atrás la contaminación ambiental global, es necesario enfocarnos a las fuentes de energía renovables alternas, como son el viento, el sol, la energía cinética del agua, etc., como alternativas a estos problemas por los que la sociedad de nuestro país y el mundo pasan.

Gracias a la demanda de recursos no renovables obtenidos del petróleo como combustibles para fuentes de calor de diversos equipos en la obtención de electricidad, y a los costos elevados de obtención, surge este proyecto basado en la obtención de energía eléctrica por medio del sol para energizar una casa habitación, con esto se logra economizar en recursos no renovables

OBJETIVOS GENERALES:

- utilizar los conocimientos adquiridos durante la carrera de ingeniería mecánica eléctrica para el estudio y cálculo de un sistema fotovoltaico para una casa habitación
- comparar los costos con el sistema y sin él, y saber en cuanto tiempo se recupera la inversión

Primeramente en este trabajo se tocará el tema de las energías renovables y no renovables y en especial se profundizara en la energía solar, que es ésta energía, de la que obtendremos electricidad ya que es una fuente energética relativamente ilimitada y limpia al medio ambiente.

Mas adelante se hablará de la inspección visual, sus métodos y formas para lograr una inspección detallada de lo que se quiere calcular y estudiar. Una vez enfocada la inspección, podremos hacer una planificación del sistema y proponer posibles soluciones energéticas dependiendo de los recursos presupuestados por los clientes además de lo que se tenga a la mano en el mercado

Con la interpretación de los cálculos que previo se realizaron, lograremos un costo estimado del sistema y someteremos a él sistema a comparación

Capítulo 1 *MARCO TEÓRICO*

1.1 FUENTES DE ENERGÍA

Las fuentes de energía son elaboraciones naturales, algunas más complejas que otras, de las que el hombre puede extraer energía para realizar un determinado trabajo u obtener alguna utilidad.

Desde la prehistoria, cuando la humanidad descubrió el fuego, para calentarse y asar los alimentos, pasando por la edad media en la que construía molinos de viento para moler el trigo, hasta la época moderna, en la que se puede obtener energía eléctrica fisionando el átomo, para ver televisión, el hombre ha buscado incesantemente fuentes de energía para sacar algún provecho.

Las fuentes de energía principalmente usadas, desde la revolución industrial hasta nuestros días, han sido los combustibles fósiles; por un lado el carbón para alimentar las máquinas de vapor industriales y de tracción ferrocarril, así como los hogares, y por otro lado, el petróleo y sus derivados en la industria y el transporte (principalmente los autos). Éstas convivieron con aprovechamientos a mayor escala que la energía eólica, hidráulica, la biomasa, entre otras.

El problema de estas fuentes de energías de combustibles fósiles está provocando el agotamiento de estos recursos, sin posible reposición, pues serían necesarios períodos de millones de años para su formación.

A finales del siglo XX se comenzó a cuestionar el modelo energético imperante por dos motivos:

- Los problemas medioambientales suscitados por el uso de combustibles fósiles, así como también por los episodios de smog de grandes urbes como Londres, o Los Ángeles, o el calentamiento global del planeta.

- Los riesgos del uso de la energía nuclear (fig.1-1), manifestados en accidentes como Chernóbil.



Figura 1-1 Explosión nuclear

Se propone entonces el uso de energías limpias, es decir, aquellas que reducen drásticamente los impactos ambientales producidos, entre las que cabe citar el aprovechamiento de:

- El viento: *energía eólica*
- Los ríos y corrientes de agua dulce: *energía hidráulica*
- Los mares y océanos: *energía mareomotriz*
- El calor de la Tierra: *energía geotérmica*
- El átomo: *energía nuclear*
- La materia orgánica: *biomasa, gas natural*
- El Sol: *energía solar*

Todas ellas renovables, excepto el gas natural, cuya explotación se está fomentando por tener una combustión más limpia que los derivados del petróleo o el carbón.

Las fuentes de energía pueden ser renovables, como el Sol y no renovables como el carbón. Aquí conoceremos las diversas formas de energía ya

sean renovables o no; primero definiremos que es la energía renovable y no renovable:

RENOVABLE: Es la energía que se obtiene de fuentes naturales virtualmente inagotables, unas por la inmensa cantidad de energía que contienen, y otras porque son capaces de regenerarse por medios naturales.

NO RENOVABLE: son aquellas fuentes de energía que se encuentran en la naturaleza en una cantidad limitada y que, una vez consumidas en su totalidad, no pueden sustituirse, ya que no existe sistema de producción o extracción viable, o la producción desde otras fuentes es demasiado pequeña como para resultar útil a corto plazo.

A través de la historia, dichas energías han constituido una parte importante de la energía utilizada por los humanos desde tiempos remotos, especialmente la solar, la eólica y la hidráulica. La navegación a vela, los molinos de viento o de agua y las disposiciones constructivas de los edificios para aprovechar la energía del sol, son buenos ejemplos de ello.

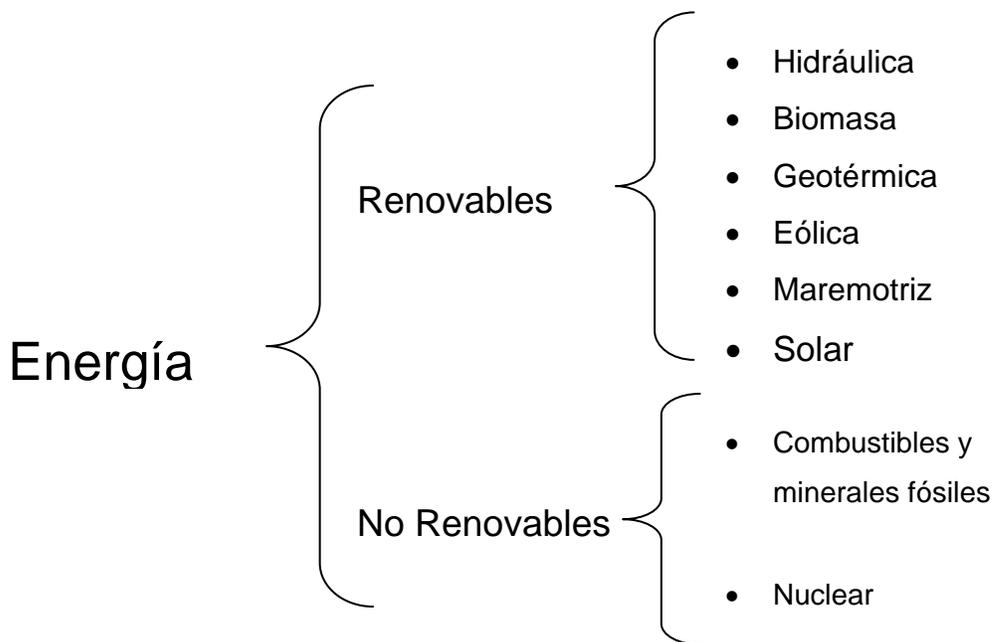
Con el invento de la máquina de vapor (fig.1-2) por James Watt, se van abandonando estas formas de aprovechamiento, por considerarse inestables en el tiempo y caprichosas y se utilizan cada vez más los motores térmicos y eléctricos, en una época en que el todavía relativamente escaso consumo, no hacía prever un agotamiento de las fuentes, ni otros problemas ambientales que más tarde se presentaron.



Figura 1-2 Motor miniatura de vapor

Hacia la década de años 1970 las energías renovables se consideraron una alternativa a las energías tradicionales, tanto por su disponibilidad presente y futura garantizada (a diferencia de los combustibles fósiles que precisan miles de años para su formación) como por su menor impacto ambiental en el caso de las energías limpias, y por esta razón fueron llamadas *energías alternativas*. Actualmente muchas de estas energías son una realidad, no una alternativa, por lo que el nombre de *alternativas* ya no es el adecuado.

Entonces podemos clasificarlas de la siguiente manera:



ENERGÍAS RENOVABLES

Hidráulica:

La fuerza hidroeléctrica se considera desde un punto de vista muy estricto como una forma de energía solar, ya que este astro es el motor que se encarga de evaporar el agua de la tierra. El agua regresa a ésta, en forma de gotas y/o granizo, además, por gravedad, fluye hacia los ríos, lagunas y por último llega al mar,

Pero en donde se aprovecha toda esta energía: es en la corriente que llevan los ríos, esta agua en movimiento (energía cinética) se utiliza como un flujo de trabajo en un sistema abierto para que siga su curso hacia el mar

La tecnología de esta forma de energía se basa en retener el agua en una presa, para controlar el flujo del agua a manera de lograr un flujo constante de líquido. El agua proveniente del dique pasa por una turbina hidráulica la cual esta acoplada a un generador eléctrico (unidad) que al girar produce una energía eléctrica, que se puede transmitir a nuestros hogares. Después de que el agua pasa por la turbina, es dirigida hacia el mismo río, para que continúe su curso.

Biomasa:

La biomasa engloba a casi toda la materia orgánica pudiendo ser cualquier planta o animal, también se le llama bioenergía, y consiste en transformar la energía almacenada en estos desperdicios orgánicos a su transformación en energía útil.

La obtención de la energía biomásica puede ser tan fácil como quemar madera para obtener calor, o tan difícil como tomar caña de azúcar y convertir los azúcares en combustibles líquidos o gaseosos. Las fuentes más comunes de esta energía son las maderas y sus desechos, pero hay más fuentes adicionales entre las que hay desechos animales como el estiércol del ganado, residuos agrícolas, o desechos orgánicos generados por la comunidad como la basura de los parques (hojas) desperdicios de la comida, además en los lugares de costa se pueden utilizar como fuentes biomásicas a las micro algas y otras plantas acuáticas, además de que se pueden hacer cultivos con el fin de obtener materia orgánica transformable en biomasa.

La energía biomasa se puede generar de dos maneras. Usando desperdicios agrícolas municipales e industriales o a través del cultivo de plantas para el fin de extraer su contenido energético.

La tecnología de la energía biomásica se refiere a lo siguiente: Las plantas crean energía a través de la radiación solar y convirtiendo el bióxido de carbono y el agua en productos energéticos, de aquí podemos tomar esta energía y usarla para el fin que queramos.

Geotérmica:



Figura 1-3 Chimeneas naturales geotérmicas

Este tipo de energía es el calor generado por los procesos naturales dentro de la tierra (fig.1-3), se calcula que el 10% de la masa terrestre mundial contiene recursos hidrogeotérmicos accesibles que podrían solventar una parte de la demanda energética. Estrictamente hablando la energía geotérmica no es una fuente renovable dentro de una escala de tiempo humano, pero como el recurso es enorme se le considera inextinguible.

Existen tres fuentes principales de energía geotérmica: el calor mas grande es liberado a partir de la descomposición de elementos naturalmente radioactivos que se han formado a lo largo de la historia de la tierra; se estima que de un 45% a un 85% del calor escapado de la tierra se debe a la descomposición radioactiva de la corteza terrestre.

Las fuentes de calor interno restantes, e importantes, son el calor del impacto y la compresión de la formación inicial de la Tierra, así como el calor liberado a partir del hundimiento de metales pesados ya sean el acero níquel cobre al descender para formar el núcleo de la tierra.

Entonces la energía geotérmica no es mas que el calor contenido en el planeta, pero este calor se encuentra en su interior, la existencia de calor cerca de la superficie es muy poca, sin embargo es en estos lugares donde nos damos cuenta de la tremenda cantidad de energía contenida en la tierra, de aquí decimos que este recurso es inextinguible. En los volcanes y en los géiseres es donde nos podemos dar cuenta de la energía que ha ascendido desde lo profundo de la tierra y es, en estos sitios, de donde aprovechamos este tipo de energía.

Para determinar un sitio geotérmico se deben tener en cuenta tres factores importantes:

- Una concentración poco común de alguna fuente de calor terrestre
- Un liquido que transporta este calor desde la fuente de calor hasta la superficie
- Y la permeabilidad de la roca

Lo anterior es para permitir el desarrollo de un sistema de flujo a través del cual el fluido o líquido puede circular.

El liquido generalmente es agua que se filtra a la tierra y se acumula cerca de alguna concentración de calor proveniente del centro de la tierra, este calor se transmite al liquido dando lugar a evaporación y por lo mismo tiende a subir a la superficie a través de huecos o poros creados por fracturas y fallas de la corteza terrestre.

En la antigüedad los sitios geotérmicos se empleaban en la mayoría de los casos como baños termales y para fines medicinales, desde ese entonces le

hemos dado usos a este tipo de energía, en 1890 se usó esta energía, en la ciudad de Boxee, para calentar los hogares de esta región, pero en 1904, los italianos produjeron energía eléctrica con un sistema de 5 KW., en un lugar llamado Larderello, además, en este sitio, ya se había usado vapor geotérmico en la industria local además de trabajo mecánico.

Eólica:



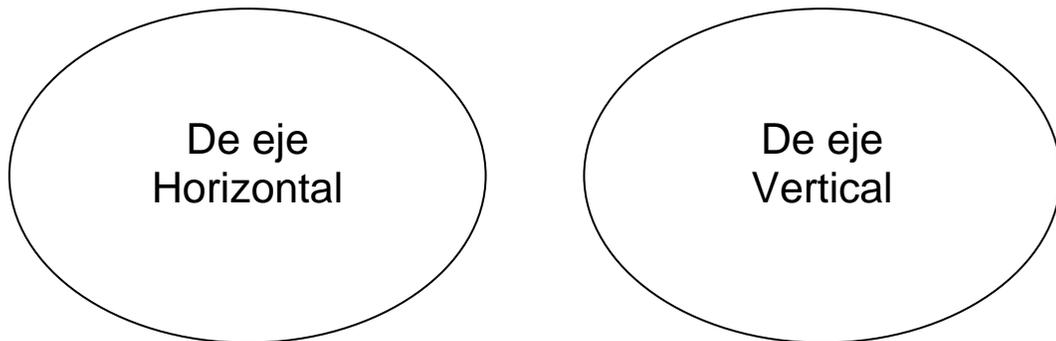
Figura 1-4 Generadores eléctricos eólicos

Se refiere a la energía del viento, generalmente el viento se origina por las diferencias de presión causadas por el calentamiento que produce el sol sobre la tierra y la atmósfera, y el calor de la superficie entonces las diferencias de presión debido al calentamiento disperejo de estas regiones originan el viento, la dirección que toma el viento es causada por la situación topográfica de la tierra además de la rotación. Como este fenómeno es muy recurrente, representa una fuente inagotable de energía (sólo hasta que el sol deje de darnos energía).

A lo largo de los años se ha utilizado la energía eólica para hacer, desde tareas como moler granos, impulsar barcos, el bombeo del agua, hasta generar energía eléctrica debido a las modernas turbinas generadoras (fig.1-4). Muchos

científicos llegan a la conclusión de que la energía eólica es la fuente de energía más benigna para el ambiente hoy en día.

La tecnología empleada en estos días esta basada en el uso de aeroturbinas y existen muchos tipos y diseños diversos alrededor del mundo pero todos estos se pueden clasificar en dos grandes grupos:



Se les da esta clasificación debido a la situación del eje rotor que tienen las turbinas eólicas, los dos tipos son capaces de generar energía mecánica de giro y transformarla en electricidad.

Las turbinas mas modernas operan a velocidades variables gracias a que el rotor se puede ajustar a las condiciones del aire, permitiendo que la turbina funcione bajo circunstancias diferentes, las turbinas no pueden funcionar con cualquier velocidad del viento, no pueden trabajar con vientos de velocidad baja y solo pueden trabajar a cierta velocidad máxima, si se excede este límite de rapidez, la turbina se apaga ya sea manual o automáticamente gracias a que algunas son asistidas por una computadora

Turbinas de eje Vertical: En esta configuración, el eje del rotor es perpendicular al suelo, las mas comunes son las llamadas *Darrieus* que parecen como un batidor de huevos, por otro lado esta la llamada *Svonius* que es muy

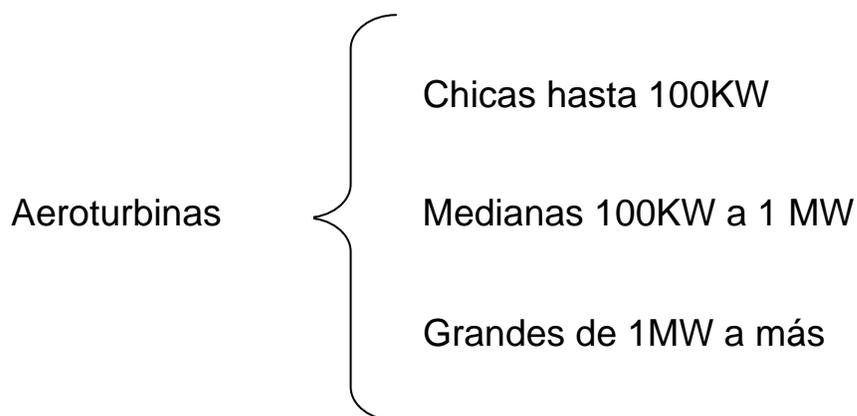
parecida a un barril, estas turbinas pueden funcionar con viento proveniente de cualquier dirección, y como están cerca del suelo son fáciles de dar mantenimiento

Turbinas de eje horizontal: Dentro de esta categoría existen muchas variedades, de una, dos o tres aspas, este tipo de aeroturbinas generadoras son más comunes que las de eje vertical. Con este tipo de turbinas los rotores deben mantenerse en forma perpendicular al viento para operar con la mayor eficiencia, esta rotación.

Además de las situaciones de los ejes de los rotores las aeroturbinas tienen otras partes fundamentales:

- El núcleo del rodete que sostiene juntas las aspas
- El árbol de energía
- La caja de engranes (producción de energía mecánica)
- El generador eléctrico
- Torre (contiene todo lo anterior)

Además las aeroturbinas se clasifican, también, con base al tamaño, en tres rangos característicos:



Los más usados en el presente son los sistemas pequeños y medianos, se pueden encontrar en el sector agrícola con unidades pequeñas para bombear

agua hasta los conjuntos enormes agrícolas que tienen cientos de aerogeneradores.

Maremotriz:

Este es otro tipo de energía hidráulica, solo que se refiere a la energía de las olas en los mares, estas olas son creadas por el viento generalmente, el potencial energético de las olas depende de la altura de las mismas, además, también, este poder energético es mayor en ciertas áreas del planeta, esta zona esta entre las latitudes de 40° y 60° en los hemisferios norte y sur.

Otro factor de interés en este tema es lo que se conoce como “abra” que se define como la distancia sobre la cual el viento ha soplado sobre el mar, sin interrupciones, las costas localizadas al final de una abra tienen un enorme potencial para una central maremotriz.

La energía de las olas puede producirse ya sea por medio de un aparato flotante en la superficie oceánica o de una planta fija en el suelo marino.

ENERGÍAS NO RENOVABLES

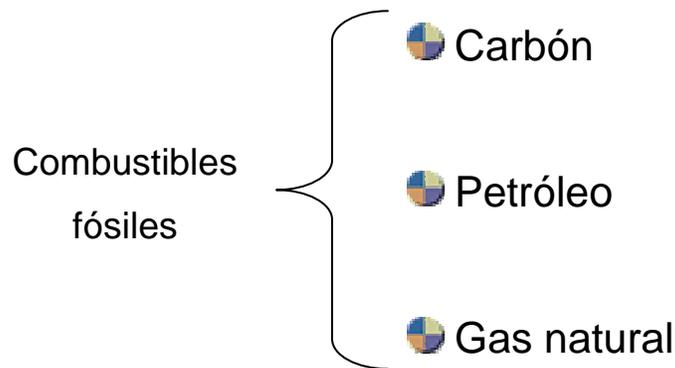
Combustibles fósiles:

Estrictamente hablando, los combustibles fósiles son biomasa, ya que sus elementos de los que están formados son orgánicos, estos combustibles se encuentran en el subsuelo y al igual que la biomasa se pueden utilizar, como antes se menciono, en su combustión directa o por otros métodos.

Los combustibles fósiles se clasifican dentro de las energía no renovables ya que este recurso no se puede producir, sino que se encuentra y se extrae para usarse, se cree que en un futuro no lejano estos combustibles desaparecerán ya que los estudios que se han realizado convergen en que estos compuestos tardaron millones de años en formarse bajo condiciones muy particulares.

Aunque su origen no se conoce con precisión, algunas investigaciones señalan que se formaron a partir de millones de minúsculos organismos llamados plancton que quedaron atrapados en estratos de rocas sedimentarias y que al ser sometidos a altas presiones y temperaturas, durante miles de años, se transformaron en hidrocarburos.

Los combustibles fósiles son:



El carbón se origina por descomposición de vegetales terrestres, hojas, maderas, cortezas, esporas, etc., que se acumulan en zonas pantanosas, lagunares o marinas, de poca profundidad, los vegetales muertos se van acumulando en el fondo de una cuenca.

Quedan cubiertos de agua y, por lo tanto, protegidos del aire que los destruiría, comienza una lenta transformación por la acción de bacterias anaerobias, en el transcurso del tiempo se produce un progresivo enriquecimiento en carbono.

Existen diferentes tipos de carbones minerales en función del grado de carbonificación que haya experimentado la materia vegetal que originó el carbón, estos van desde la turba, que es el menos evolucionado y en que la materia vegetal muestra poca alteración, hasta la antracita que es el carbón mineral con una mayor evolución, esta evolución depende de la edad del carbón, así como de

la profundidad y condiciones de presión, temperatura, entorno, etc., en las que la materia vegetal evolucionó hasta formar el carbón mineral

El petróleo es una mezcla compleja no homogénea de compuestos formados principalmente por hidrógeno y carbono, este, por lo general, es el resultado de restos fósiles, puede presentar gran variación en diversos parámetros como color, densidad, gravedad, viscosidad, capacidad calorífica, etc. (desde amarillentos y líquidos a negros y viscosos), estas variaciones se deben a las diversas proporciones presentes de diferentes hidrocarburos, actualmente también es la principal fuente de energía en los países desarrollados, el petróleo líquido puede presentarse asociado a capas de gas natural, en yacimientos que han estado enterrados durante millones de años, cubiertos por los estratos superiores de la corteza terrestre



Figura 1-5 Plataforma marítima petrolera

Está formado por hidrocarburos en su mayoría parafinas, naftenos y aromáticos, Junto con cantidades variables de derivados hidrocarbonados de azufre, oxígeno y nitrógeno, además de cantidades variables de gas disuelto y pequeñas proporciones de componentes metálicos, también puede contener, sales y agua en emulsión o libre, sus componentes útiles se obtienen por

destilación en las refinerías de petróleo, los componentes no deseados: azufre, oxígeno, nitrógeno, metales, agua, sales, etc., se eliminan mediante procesos físico-químicos.

El petróleo se extrae mediante la perforación de un pozo sobre el yacimiento (fig.1-5), si la presión de los fluidos es suficiente, forzarán la salida natural del petróleo a través del pozo que se conecta mediante una red de oleoductos hacia su tratamiento primario, donde se deshidrata y estabiliza eliminando los compuestos más volátiles, luego se transporta a refinerías o plantas de mejoramiento, durante la vida del yacimiento, la presión descenderá y será necesario usar otras técnicas para la extracción del petróleo, esas técnicas incluyen la extracción mediante bombas, la inyección de agua o la inyección de gas, entre otras.

El gas natural se considera como una fuente de energía no renovable ya que se extrae del subsuelo, además por los procesos biomásicos no se obtiene tanto como el que se extrae de la tierra.

Este gas es una mezcla de gases que se encuentra frecuentemente en yacimientos fósiles, solo o acompañando al petróleo o a los depósitos de carbón. Aunque su composición varía en función del yacimiento del que se extrae, está compuesto principalmente por metano en cantidades que comúnmente pueden superar el 90 o 95%, y suele contener otros gases como nitrógeno, etano, CO₂, H₂S, butano, propano, mercaptanos y trazas de hidrocarburos más pesados.

Estos combustibles fósiles son usados para generar calor por medio de su combustión directa, obteniendo energía calorífica utilizable ya sea en hornos domésticos, estufas, etc., pero a nivel industrial los combustibles fósiles son usados en gran parte y sobre todo el petróleo para producir energía eléctrica, las centrales que más usan estos recursos no renovables son las termoeléctricas.

Estas centrales producen electricidad de la siguiente manera: Primero se calienta al agua que está previamente tratada (para una mayor eficiencia por medio de químicos especiales), en un generador de vapor, esta torre calorífica gasifica el agua y la convierte en vapor sobrecalentado (arriba del punto de ebullición del agua), este vapor es introducido a una turbina de alta presión

(fig.15), donde la energía y presión contenida en el calor se transforman en energía mecánica, luego el vapor saliente de esta turbina entra nuevamente al generador de vapor para una mejor eficiencia y después se introduce a una turbina de baja presión para que se transforme en energía mecánica, posteriormente el agua saliente de la turbina de baja presión se conduce a un condensador que se encarga de enfriar lo que quedó de vapor y agua en líquido nuevamente, para ser bombeado de nuevo al generador de vapor y así cerrando el ciclo (llamado "ciclo Rankine").

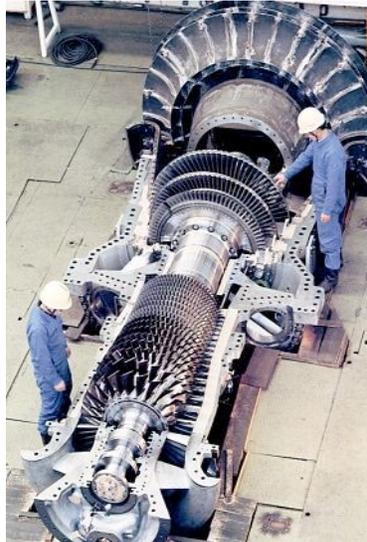


Figura 1-6 Turbina de vapor

Otro uso de los combustibles fósiles está en el empleo de centrales de combustión interna, este tipo de complejos son, más que nada, de emergencia para las horas de mayor demanda de electricidad, están basadas en el empleo de motores de combustión interna que producen energía mecánica

Existe otro tipo de centrales en las que se combinan dos ciclos térmicos en los que se usan combustibles fósiles, a estos conjuntos se les llama centrales de ciclo combinado y consisten en que se tiene una turbina de gas , en la que se comprime aire, se agrega el gas, se le aplica calor, y toda esta energía calorífica, pasa por la parte de la turbina en la que se genera trabajo mecánico, a este ciclo se le llama ciclo Brayton, los gases salientes están a una temperatura en la que se puede vaporizar agua para que funcione como en el generador de vapor de un ciclo Rankine, de esta manera los dos ciclos producen energía mecánica por medio de sus turbinas.

Después de que se transforma la energía calorífica en energía mecánica proveniente del trabajo mecánico de los motores y turbinas empleadas en las diferentes tipos de centrales térmicas, se acoplan a los generadores eléctricos, los cuales transforman la energía mecánica en energía eléctrica.

Esta energía eléctrica pasa por una serie de transformadores para su transmisión, y así disponer de esta energía eléctrica.

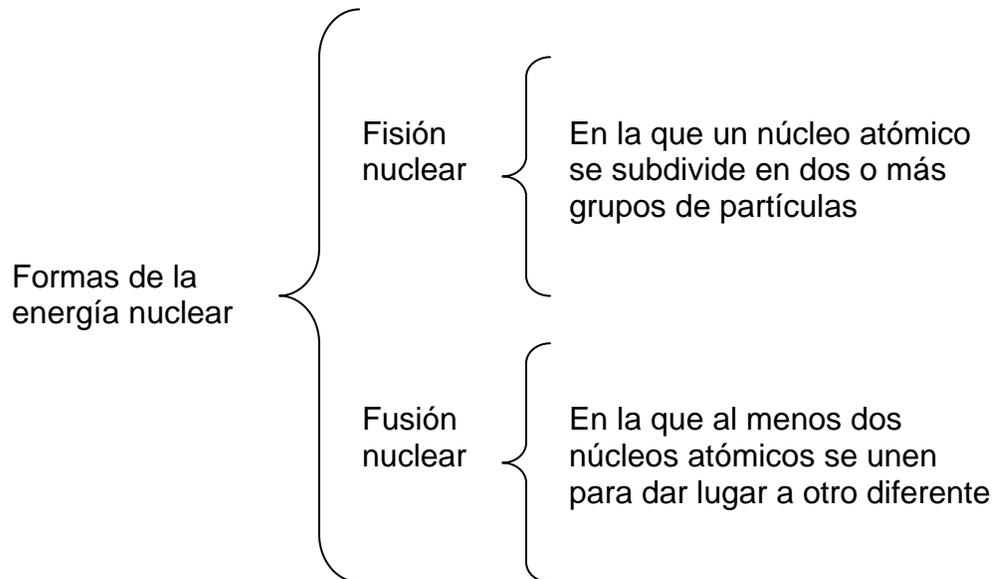
Nuclear:

La energía nuclear es aquella que resulta del aprovechamiento de la capacidad que tienen algunos isótopos de ciertos elementos químicos para experimentar reacciones nucleares y emitir energía en la transformación.

Una reacción nuclear consiste en la modificación de la composición del núcleo atómico de un elemento, que muta y pasa a ser otro elemento como consecuencia del proceso.

Este proceso se da espontáneamente entre algunos elementos y en ocasiones puede provocarse mediante técnicas como el bombardeo neutrónico u otras.

Existen dos formas de aprovechar la energía nuclear para convertirla en calor:



Un reactor nuclear de fisión consta de las siguientes partes esenciales:

Combustible:

Isótopo fisionable (divisible) o fértil (puede convertirse en fisionable por activación neutrónica): Uranio-235, Uranio-238, Plutonio-239, Torio-232, o mezclas de estos (MOX, Mezcla de Óxidos de Uranio y Plutonio). El combustible habitual en las centrales refrigeradas por agua ligera es el dióxido de uranio enriquecido, en el que alrededor del 3% de los núcleos de uranio son de U-235 y el resto de U-238. La proporción de U-235 en el uranio natural es sólo de 0.72%, por lo que es necesario someterlo a un proceso de enriquecimiento en este nucleido.

Moderador (nuclear):

Agua, agua pesada, helio, grafito, sodio metálico: Cumplen con la función de frenar la velocidad de los neutrones producidos por la fisión, para que tengan la oportunidad de interactuar con otros átomos fisionables y mantener la reacción.

Como regla general, a menor velocidad del neutrón, mayor probabilidad de fisionar con otros núcleos del combustible.

Refrigerante:

Agua, agua pesada, anhídrido carbónico, helio, sodio metálico: Conduce el calor generado hasta un intercambiador de calor, o bien directamente a la turbina generadora de electricidad o propulsión.

Reflector:

Agua, agua pesada, grafito, uranio: Reduce el escape de neutrones y aumenta la eficiencia del reactor.

Blindaje:

Hormigón, plomo, acero, agua: Evita la fuga de radiación gamma y neutrones rápidos.

Material de control:

Cadmio o Boro: Hace que la reacción en cadena se pare. Son muy buenos absorbentes de neutrones. Generalmente se usan en forma de barras (de acero borado por ejemplo) o bien disueltas en el refrigerante.

Elementos de Seguridad:

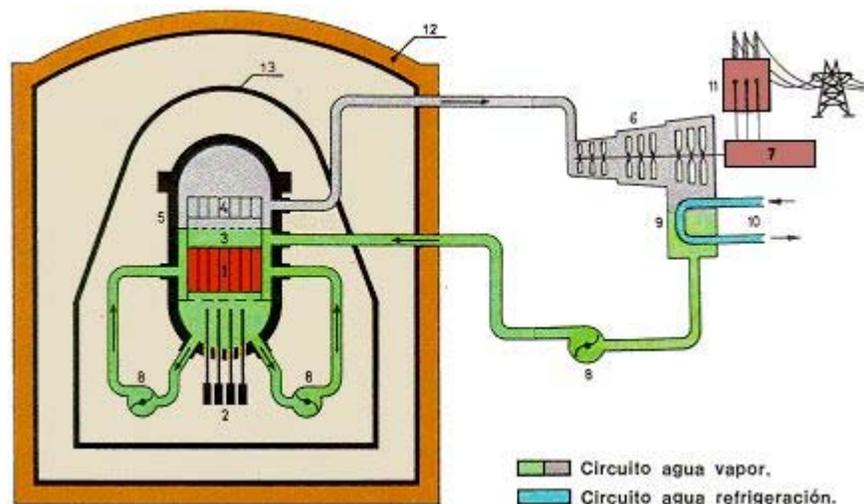


Figura 1-7 Esquema de una central núcleo eléctrica

Todas las centrales nucleares de fisión (fig.1-7), constan en la actualidad de múltiples sistemas, activos (responden a señales eléctricas), o pasivos (actúan de forma natural, por gravedad, por ejemplo). La contención de hormigón que rodea a los reactores es la principal de ellas. Evitan que se produzcan accidentes, o que, en caso de producirse, haya una liberación de radiactividad al exterior del reactor.

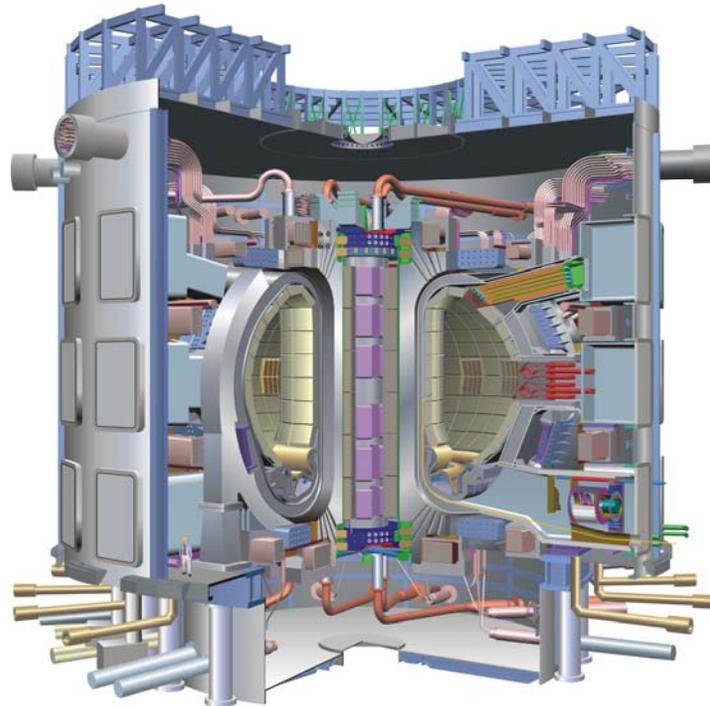


Figura 1-9 Prototipo virtual del primer reactor experimental de fusión

(fig.1-9) Instalación destinada a la producción de energía mediante la fusión nuclear. A pesar que la investigación en este campo se ha prolongado durante 50 años, no se ha conseguido aún mantener una reacción de fusión controlada.

La mayor dificultad se halla en soportar la enorme presión y temperatura que requiere una fusión nuclear (que solo es posible encontrar de forma natural en el núcleo de una estrella). Además este proceso requiere una enorme

inyección de energía inicial (aunque luego se podría automantener ya que la energía desprendida es mucho mayor).

Actualmente existen dos líneas de investigación, el confinamiento inercial y el confinamiento magnético.

El confinamiento inercial consiste en contener la fusión mediante el empuje de partículas o de rayos láser proyectados contra una partícula de combustible, que provocan su ignición instantánea.

Los dos proyectos más importantes a nivel mundial son el NIF (National Ignition Facility) en E.E.U.U. y el LMJ (Láser Mega Joule) en Francia.

El confinamiento magnético consiste en contener el material a fusionar en un campo magnético mientras se le hace alcanzar la temperatura y presión necesarias. El hidrógeno a estas temperaturas alcanza el estado de plasma. Los primeros modelos magnéticos, americanos, conocidos como Stellarator generaban el campo directamente en un reactor toroidal, con el problema de que el plasma se filtraba entre las líneas del campo.

Los ingenieros rusos mejoraron este modelo dando paso al Tokamak en el que un arrollamiento de bobina primario inducía el campo sobre el plasma, aprovechando que es conductor, y utilizándolo de hecho como un arrollamiento secundario. Además la resistencia eléctrica del plasma lo calentaba.

Sin embargo el mayor reactor de este tipo, el JET (toro europeo conjunto) no ha logrado mantener una mezcla a la temperatura (1 millón de grados) y presión necesarias para que se mantuviera la reacción.

Se ha comprometido la creación de un reactor aun mayor, el ITER uniendo el esfuerzo internacional para lograr la fusión. Aun en el caso de lograrlo seguiría

siendo un reactor experimental y habría que construir otro prototipo para probar la generación de energía, el llamado proyecto DEMO.

Las centrales nucleares comerciales hasta hoy están basadas en la energía de fisión, estas centrales consisten en emplear uno o varios reactores nucleares para producir energía calorífica proveniente de la redacción nuclear, este calor se usa como fuente energética para generar vapor en un ciclo térmico (Rankine) convencional.

Cabe mencionar que estas centrales no arrojan hidrocarburos a la atmósfera, pero los desechos de los reactores nucleares son alterante radiactivos y son inestables, lo que originan un gran impacto negativo en los lugares donde se desechen

1.2 ENERGÍA SOLAR

La mayor parte de la energía utilizada por los seres vivos procede del Sol, las plantas la absorben directamente y realizan la fotosíntesis, los herbívoros absorben indirectamente una pequeña cantidad de esta energía comiendo las plantas, y los carnívoros absorben indirectamente una cantidad más pequeña comiendo a los herbívoros.

La mayoría de las fuentes de energía usadas por el hombre derivan indirectamente del Sol. Los combustibles fósiles preservan energía solar capturada hace millones de años mediante fotosíntesis, la energía hidroeléctrica usa la energía potencial de agua que se condensó en altura después de haberse evaporado por el calor del Sol, etc.

Sin embargo, el uso directo de energía solar para la obtención de energía no está aún muy extendido debido a que los mecanismos actuales no son suficientemente eficaces.

Como toda estrella el Sol posee una forma esférica, y a causa de su lento movimiento de rotación, tiene también un leve achatamiento polar. Como en cualquier cuerpo masivo toda la materia que lo constituye es atraída hacia el centro del objeto por su propia fuerza gravitatoria. Sin embargo, el plasma que forma el Sol se encuentra en equilibrio ya que la creciente presión en el interior solar compensa la atracción gravitatoria produciéndose un equilibrio hidrostático.

Estas enormes presiones se generan debido a la densidad del material en su núcleo y a las enormes temperaturas que se dan en él gracias a las reacciones termonucleares que allí acontecen.

Existe además de la contribución puramente térmica una de origen fotónico. Se trata de la presión de radiación, nada despreciable, que es causada por el ingente flujo de fotones emitidos en el centro del Sol.

El Sol presenta una estructura en capas esféricas o en "capas de cebolla". La frontera física y las diferencias químicas entre las distintas capas son difíciles de establecer. Sin embargo, se puede establecer una función física que es diferente para cada una de las capas.

En la actualidad, la astrofísica dispone de un modelo de estructura solar (fig.1-10) que explica satisfactoriamente la mayoría de los fenómenos observados. Según este modelo, el Sol está formado por:

Partes del Sol

- 1) Núcleo,
- 2) Zona radiante,
- 3) Zona convectiva,
- 4) Fotosfera,
- 5) Cromosfera,
- 6) Corona y
- 7) Viento solar.

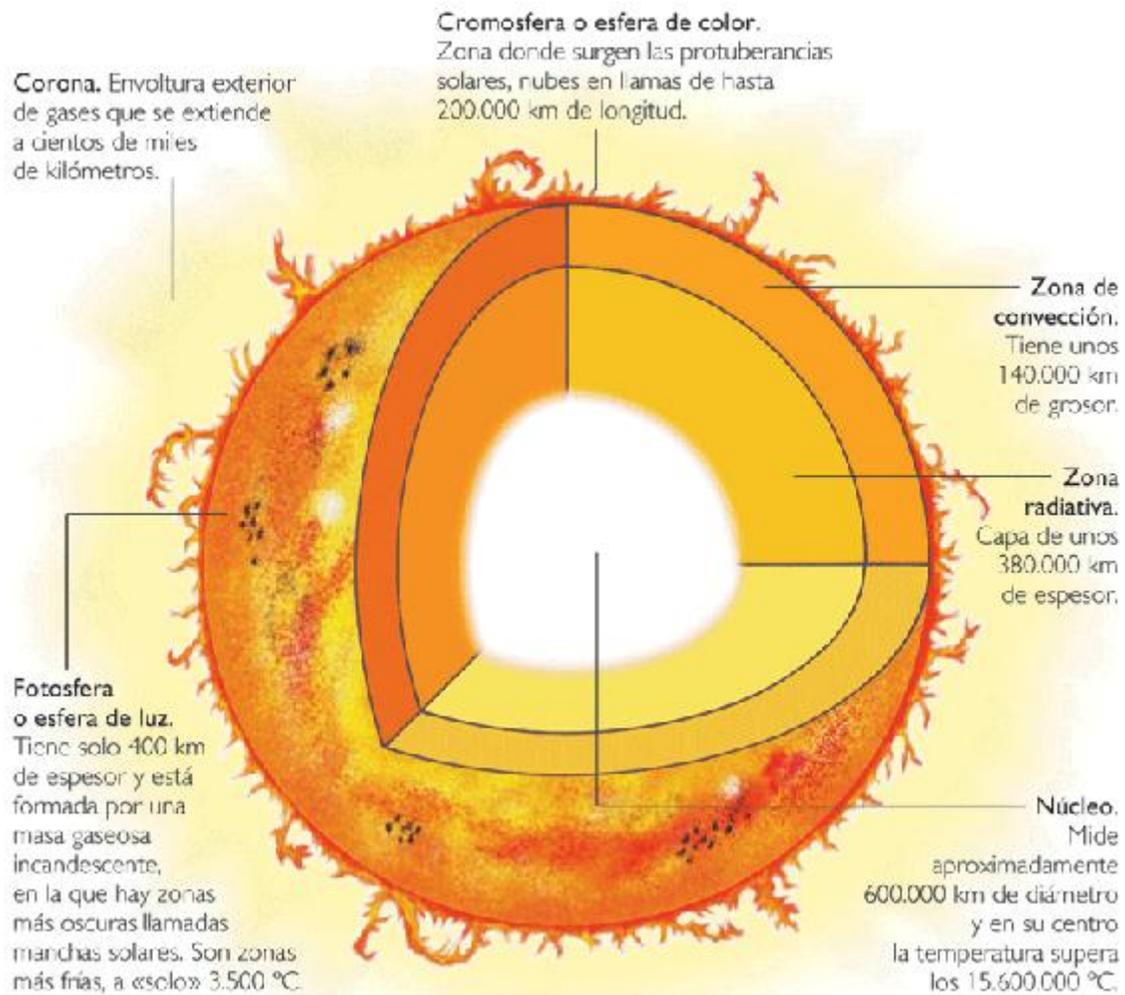


Figura 1-10 Composición del Sol

El núcleo Ocupa unos 139 000 Km. del radio solar, 1/5 del mismo, y es en esta zona donde se verifican las reacciones termonucleares que proporcionan toda la energía que el Sol produce

La zona radiante es el lugar exterior al núcleo, el transporte de la energía generada en el interior se produce por radiación hasta el límite exterior de la zona radiactiva. Esta zona está compuesta de plasma, es decir, grandes cantidades de hidrógeno y helio ionizado. Como la temperatura del Sol decrece del centro a la periferia (en la fotosfera), es más fácil que un fotón cualquiera se mueva del centro a la periferia que al revés. Sin embargo, los fotones deben avanzar por un medio ionizado tremendamente denso siendo absorbidos y reemitidos infinidad de veces en su camino.

La Zona convectiva se extiende por encima de la zona radiactiva y en ella los gases solares dejan de estar ionizados y los fotones son absorbidos con facilidad volviéndose el material opaco al transporte de radiación. Por lo tanto, el transporte de energía se realiza por convección, de modo que el calor se transporta de manera no homogénea y turbulenta por el propio fluido. Los fluidos se dilatan al ser calentados y disminuyen su densidad. Por lo tanto, se forman corrientes ascendentes de material desde la zona caliente hasta la zona superior, y simultáneamente se producen movimientos descendentes de material desde las zonas exteriores frías.

La fotosfera es la zona desde la que se emite la mayor parte de luz visible del Sol. La fotosfera se considera como la «superficie» solar y, vista a través de un telescopio, se presenta formada por gránulos brillantes que se proyectan sobre un fondo más oscuro.

A causa de la agitación de nuestra atmósfera, estos gránulos parecen estar siempre en agitación. Puesto que el Sol es gaseoso, su fotosfera es algo transparente: puede ser observada hasta una profundidad de unos cientos de

kilómetros antes de volverse completamente opaca. Normalmente se considera que la fotosfera solar tiene unos 100 o 200 Km. de profundidad.

La cromosfera es una capa exterior a la fotosfera visualmente mucho más transparente. Su tamaño es de aproximadamente unos 10 000 Km. y es imposible observarla sin filtros especiales al ser eclipsada por el mayor brillo de la fotosfera. La cromosfera puede observarse sin embargo en un eclipse solar en un tono rojizo característico y en longitudes de onda específicas,

La corona solar está formada por las capas más tenues de la atmósfera superior solar. Su temperatura alcanza los millones de grados Kelvin, lo cierto es que esa capa es muy poco densa como para poder hablar de temperatura en el sentido usual de agitación térmica.

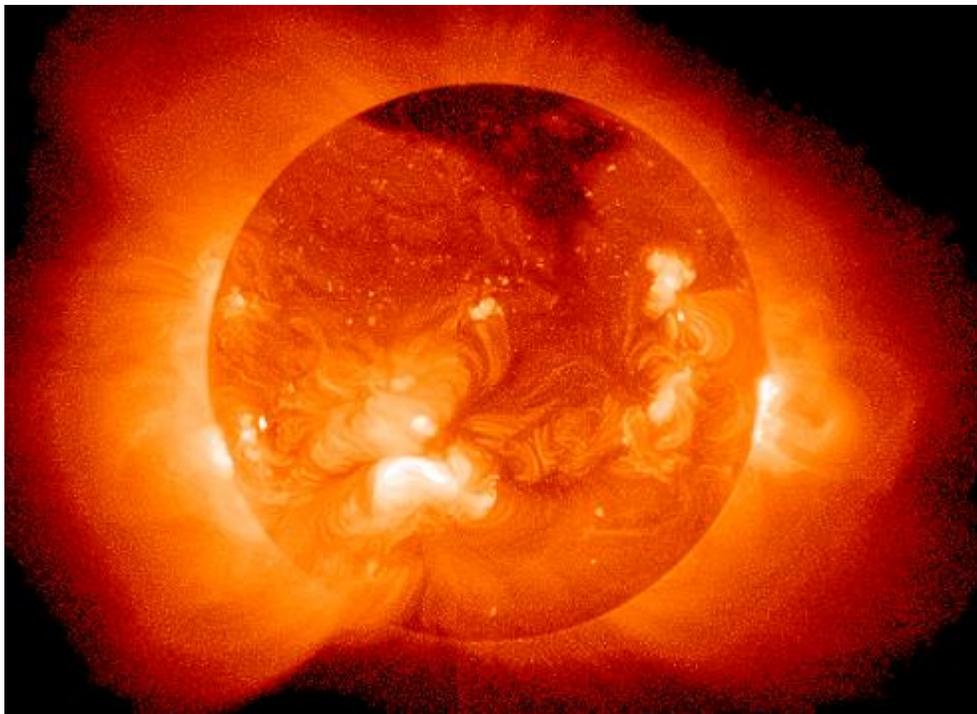


Figura 1-11 Imagen de la actividad solar

El Sol, por el efecto gravitacional de su masa, domina el sistema planetario que incluye a la Tierra, entre otros planetas, contiene el 99% de la masa de todo el sistema que lleva su nombre, la radiación de su energía electromagnética, aporta directa o indirectamente toda la energía que mantiene la vida en la Tierra,

El pasado y el futuro del Sol se han deducido de los modelos teóricos de estructura estelar. Durante sus primeros 50 millones de años, el Sol se contrajo hasta llegar a su tamaño actual. La energía liberada por el gas calentaba el interior y, cuando el centro estuvo suficientemente caliente, la contracción cesó y la combustión nuclear del hidrógeno en helio comenzó en el centro. El Sol ha estado en esta etapa de su vida durante unos 4.500 millones de años (fig.1-11).

En el núcleo del Sol hay hidrógeno suficiente para durar otros 4.500 millones de años. Cuando se gaste este combustible, el Sol cambiará: según se vayan expandiendo las capas exteriores hasta el tamaño actual de la órbita de la Tierra, el Sol se convertirá en una gigante roja, algo más fría que hoy pero 10.000 veces más brillante a causa de su enorme tamaño. Después de la etapa de gigante roja, se encogerá hasta ser una enana blanca, aproximadamente del tamaño de la Tierra, y se enfriará poco a poco durante varios millones de años.

Composición y Estructura: La cantidad total de energía emitida por el Sol en forma de radiación es bastante constante, y no varía más que unas pocas décimas de un 1% en varios días. Esta energía se genera en las profundidades del Sol. Al igual que la mayoría de las estrellas, el Sol se compone sobre todo de hidrógeno (71%); también contiene helio (27%) y otros elementos más pesados (2%). Cerca del centro del Sol, la temperatura es de casi 16.000.000 K y la densidad es 150 veces la del agua. Bajo estas condiciones, los núcleos de los átomos de hidrógeno individuales actúan entre sí, experimentando la fusión nuclear.

El resultado neto de estos procesos es que cuatro núcleos de hidrógeno se combinan para formar un núcleo de helio, y la energía surge en forma de radiaciones gamma. Una enorme cantidad de núcleos reacciona cada segundo, generando una energía equivalente a la que se produciría por la explosión de 100.000 millones de bombas de hidrógeno de un megatón por segundo. La

'combustión' nuclear del hidrógeno en el centro del Sol se extiende a un 25% del radio solar.

La vida del sol, es muy larga, por lo que se debe tener presente que es una fuente agotable de energía, pero dado su largo tiempo de vida restante, se considerara para fines prácticos como una fuente inagotable de energía alternativa.

Esta energía, procede de la fusión nuclear que se genera en su interior como consecuencia de los componentes que lo forman, de esta manera, la materia se convierte así en energía en forma de radiación electromagnética

La constante solar es la cantidad de energía recibida en forma de radiación solar por unidad de tiempo y unidad de superficie, medida en la parte externa de la atmósfera en un plano perpendicular a los rayos.

Los resultados de su medición por satélites indican un valor promedio de 1366 W/m².

Para calcular la constante solar basta con dividir el flujo energético que sale del sol por la relación de áreas entre la superficie del Sol (r_s radio solar) y el área de una esfera situada a la distancia a_0 (unidad astronómica) del Sol.

Para obtener este valor, que realmente está medido por satélites se debe usar un valor de la temperatura superficial del Sol de $T_s=5776$ K

$$K = \sigma \cdot T_s^4 \cdot \left(\frac{r_s}{a_0}\right)^2 = 1366 \frac{W}{m^2}$$

Para la Tierra en su conjunto, dada su sección transversal de 127,4 millones de km², la energía es del orden de $1,74 \times 10^{17}$ W. En realidad la «constante solar no es propiamente una constante, pero sí un parámetro que a corto y medio plazo varía dentro de márgenes muy estrechos.

1.3 PANELES SOLARES FOTOVOLTAICOS

Las celdas solares son dispositivos que convierten energía solar en electricidad, mediante el efecto fotovoltaico,

El efecto fotovoltaico, es donde la luz que incide sobre un dispositivo semiconductor de dos capas produce una diferencia de potencial entre las capas. Este voltaje es capaz de conducir una corriente a través de un circuito externo de modo de producir trabajo útil.

Las celdas solares eficientes han estado disponibles desde mediados de los años 50, la investigación científica del efecto fotovoltaico comenzó en 1839, cuando el científico francés, Henri Becquerel descubrió que una corriente eléctrica podría ser producida haciendo brillar una luz sobre ciertas soluciones químicas.

El efecto fue observado primero en el metal selenio en 1877. Este metal fue utilizado durante muchos años para los fotómetros, que requerían de cantidades muy pequeñas de energía. Albert Einstein en 1905 y Schottky en 1930 dieron una comprensión más profunda de los principios científicos de este efecto, lo cual fue necesario antes de que celdas solares eficientes pudieran ser confeccionadas.

Chapin, Pearson y Fuller en 1954 desarrollaron una célula solar de silicio que convertía el 6% de la luz solar que incidía sobre ella en electricidad

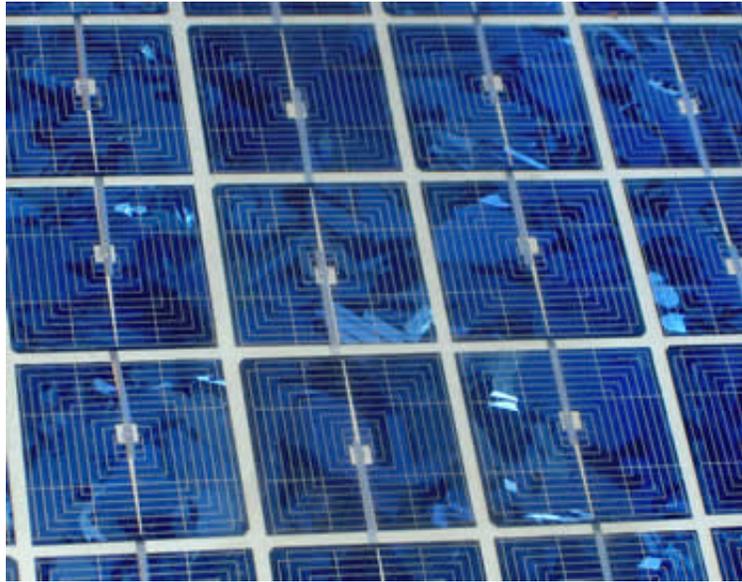


Figura 1-12 Celdas solares fotovoltaicas

Las celdas solares de silicio (fig.1-12) se elaboran utilizando planchas monocristalinas, planchas policristalinas o láminas delgadas

Las planchas monocristalinas (de aproximadamente 1/3 a 1/2 de milímetro espesor) se cortan de un gran lingote monocristalino que se ha hecho a una temperatura de aproximadamente 1400°C, este es un proceso muy costoso. El silicio debe ser de una pureza muy elevada y tener una estructura cristalina casi perfecta.

Las planchas policristalinas son realizadas por un proceso de moldeo en el cual el silicio fundido es vertido en un molde y se deja asentar. Entonces se rebana en planchas. Como las planchas policristalinas son hechas por moldeo son apreciablemente más baratas de producir, pero no tan eficientes como las celdas monocristalinas.

El rendimiento más bajo es debido a las imperfecciones en la estructura cristalina resultando del proceso de moldeo. En los dos procesos anteriores, se pierde casi la mitad del silicio en forma de polvo por el proceso de cortado

En la producción de celdas solares al silicio se le introducen átomos de impurezas para crear una región tipo p y una región tipo n de modo de producir una unión p-n este proceso se puede hacer por difusión a alta temperatura, donde las planchas se colocan en un horno con el dopante introducido en forma de vapor. Hay muchos otros métodos de dopar el silicio. En la fabricación de algunos dispositivos de lámina delgada la introducción de dopantes puede ocurrir durante la deposición de las láminas o de las capas.

Un átomo del silicio tiene 4 electrones de valencia (aquellos más débilmente unidos), que enlazan a los átomos adyacentes. Substituyendo un átomo del silicio por un átomo que tenga 3 o 5 electrones de la valencia producirá un espacio sin un electrón (un agujero) o un electrón extra que pueda moverse más libremente que los otros, ésta es la base del doping.

En el doping tipo p, la creación de agujeros, es alcanzada mediante la incorporación en el silicio de átomos con 3 electrones de valencia, generalmente se utiliza boro. En el dopaje de tipo n, la creación de electrones adicionales es alcanzada incorporando un átomo con 5 electrones de valencia, generalmente fósforo.

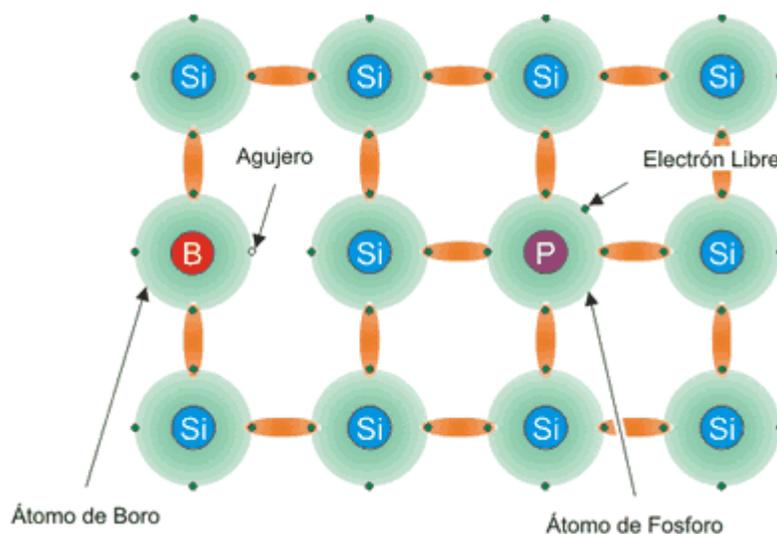


Figura 1-13 El doping en las celdas colares

Una vez que se crea una unión p-n (fig.1-13), se hacen los contactos eléctricos al frente y en la parte posterior de la célula evaporando o pintando con metal la plancha. La parte posterior de la plancha se puede cubrir totalmente por el metal, pero el frente de la misma debe tener solamente un patrón en forma de rejilla o de líneas finas de metal, de otra manera el metal bloquearía al sol del silicio y no habría ninguna respuesta a los fotones de la luz incidente.

Para entender el funcionamiento de una célula fotovoltaica, necesitamos considerar la naturaleza del material y la naturaleza de la luz del sol. Las celdas solares están formadas por dos tipos de material, generalmente silicio tipo p y silicio tipo n. La luz de ciertas longitudes de onda puede ionizar los átomos en el silicio y el campo interno producido por la unión que separa algunas de las cargas positivas ("agujeros") de las cargas negativas (electrones) dentro del dispositivo fotovoltaico. Los agujeros se mueven hacia la capa positiva o capa de tipo p y los electrones hacia la negativa o capa tipo n. Aunque estas cargas opuestas se atraen mutuamente, la mayoría de ellas solamente se pueden recombinar pasando a través de un circuito externo fuera del material, por lo tanto si se hace un circuito se puede producir una corriente a partir de las celdas iluminadas (fig.1-14a), puesto que los electrones libres tienen que pasar a través del circuito para recombinarse con los agujeros positivos.

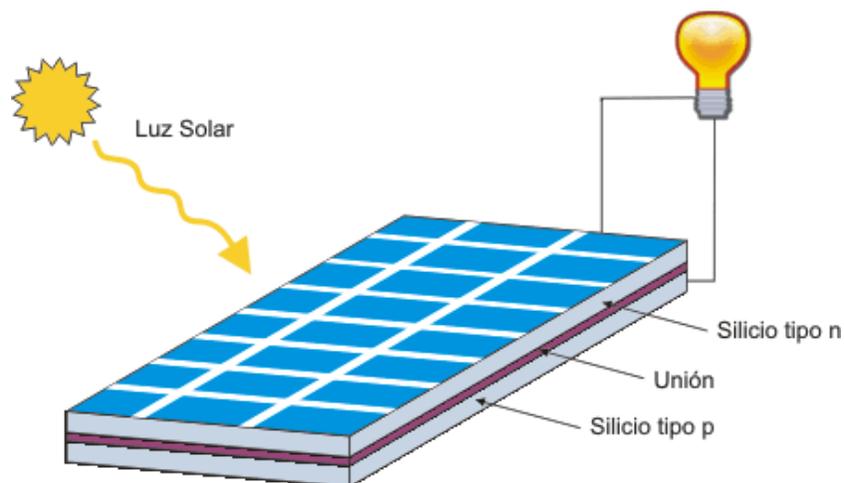


Figura 1-14a Esquema del circuito eléctrico fotovoltaico

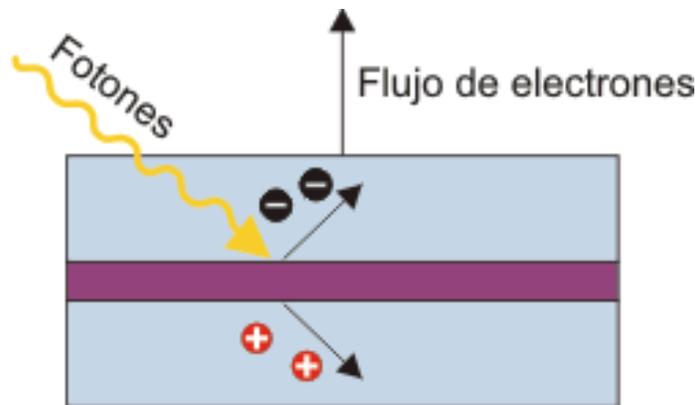


Figura 1-14b Materiales con huecos (carga positiva)
materiales con electrones (carga negativa)

La cantidad de energía que entrega un dispositivo fotovoltaico esta determinado por: tres cosas

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

Por ejemplo, las celdas solares de silicio monocristalino actualmente no pueden convertir más del 25% de la energía solar en electricidad, porque la radiación en la región infrarroja del espectro electromagnético no tiene suficiente energía como para separar las cargas positivas y negativas en el material. Las celdas solares de silicio policristalino en la actualidad tienen una eficiencia de menos del 20% y las celdas amorfas de silicio tienen actualmente una eficiencia cerca del 10%, debido a pérdidas de energía internas más altas que las del silicio monocristalino.

Una característica de las celdas fotovoltaicas es que el voltaje de la célula no depende de su tamaño, y sigue siendo bastante constante con el cambio de la intensidad de luz. La corriente en un dispositivo, sin embargo, es casi directamente proporcional a la intensidad de la luz y al tamaño. La potencia entregada por una célula solar se puede aumentar con bastante eficacia empleando un mecanismo de seguimiento para mantener el dispositivo fotovoltaico directamente frente al sol, o concentrando la luz del sol usando lentes o espejos. Sin embargo, hay límites a este proceso, debido a la complejidad de

los mecanismos, y de la necesidad de refrescar las celdas. La corriente es relativamente estable a altas temperaturas, pero el voltaje se reduce, conduciendo a una caída de potencia a causa del aumento de la temperatura de la célula.

Capítulo 2 *INSPECCIÓN VISUAL*

2.1 OBJETIVOS DE LA INSPECCIÓN VISUAL

La inspección es el método de exploración física que se efectúa por medio de la vista, la cual tiene los siguientes objetivos:

1. Detectar características físicas significativas, esto es, poner énfasis en las cosas que más resaltan o que son de más importancia para la actividad que requiera una cuidadosa o detallada descripción de el objeto a inspeccionar
- 2.
3. Observar y discriminar en forma precisa los hallazgos anormales en relación con los normales, en esencia es cuando se tiene conocimiento del objeto a inspeccionar, se requiere poner mucho interés porque como se tiene información de éste, se debe ver si algo esta bien o no, además se tiene que hacer una diferencia entre las cosas que estén en su lugar con las que no lo estén

2.2 CRITERIOS DE LA INSPECCIÓN VISUAL

Con fines didácticos la inspección se divide de acuerdo a los siguientes criterios:

- a) Según la región a explorar:
 - Local: inspección por segmentos.
 - General: inspección de conformación, actitud, movimientos, marcha, etc.
- b) Según la forma en que se realiza:
 - Directa: Simple o inmediata. Se efectúa mediante la vista.
 - Indirecta: Instrumental, armada o indirecta.

- c) Por el estado de reposo o movimiento:
 - Estática: o de reposo de un órgano o cuerpo.
 - Dinámica: mediante movimientos voluntarios e involuntarios.

En este caso tomaremos del inciso “a” el primer punto, del inciso “b” directa ya que es una casa habitación

2.3 ENFOQUE DE LA INSPECCIÓN VISUAL

Desde otro punto de vista, en la planificación de un inmueble, desde su construcción o ya construido, sea del tipo domestico o industrial, se consideran todas las opciones necesarias que este lugar a construir o modificar requieran, estas consideraciones van desde las especificadas por los arquitectos hasta las especificadas por las personas que lo van a ocupar.

Una de las consideraciones importantes es la planificación eléctrica del inmueble, en donde se analiza el tipo de materiales que se requerirán para este inmueble, los costos de los materiales, etc. También se evalúa el tipo de herramientas que se utilizaran en la construcción o modificación del inmueble así como las herramientas que quedaran permanentemente en este lugar.



Figura 2-1 Transformador eléctrico

Por ejemplo, en una fabrica se debe de tener en cuenta para que será construida o remodelada la misma, el tipo de maquinaria a utilizar, los tipos de

cargas el cableado correcto, el suministro eléctrico adecuado, los tipos de maquinas a utilizarse en ella, la iluminación de ésta, el cableado general.

Siendo mas específicos, en el suministro: si se va a utilizar una planta generadora de electricidad, o se contratará el servicio, o si las normas del lugar requieran un tipo de suministro en especial, etc., todos estos aspectos son de mucha importancia.

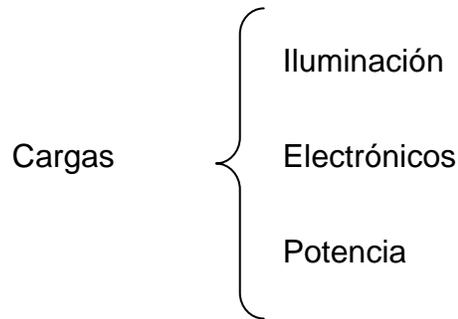
Cuando se va a instalar un sistema fotovoltaico en un inmueble, se debe inspeccionar el mismo, desde un punto de vista eléctrico-electrónico, y se debe de establecer la carga eléctrica.

Existen tres tipos de cargas, las cuales constituyen todos los elementos eléctricos del inmueble, estas pueden ser CC, CA, y mixta (CC y CA). Cuando la carga es de aparatos de CA, se necesitará incorporar al sistema un inversor, este componente transforma el voltaje de CC proporcionado por los paneles en un voltaje de CA (fig. 2-2).



Figura 2-2 Inversor de corriente directa/alterna steren

Se debe recorrer el inmueble de tal forma que se debe de ir anotando todo dispositivo , aparato o motor que consuma energía eléctrica, para así obtener la carga total que esta a su vez se divide en tres variantes para el caso fotovoltaico:



En la iluminación esta conjuntado todo tipo de lámparas, focos tanto de exteriores como interiores

El conjunto de los electrónicos: están los aparatos televisores, radios computadoras, dvd, etc., (todos los aparatos que no tienen motores eléctricos o motores eléctricos relativamente pequeños que no consuman mucha energía eléctrica)

En la carga de potencia, se encuentra todo aparato eléctrico o electrónico que requiera de mucha energía como el refrigerador, horno de microondas, plancha, licuadora, lavadora (todo aparato que tenga motores eléctricos o resistencias) (fig.2-3).



Figura 2-3 Tipos de cargas: (potencia, iluminación, eléctricos-electrónicos)

La casa habitación que se va a analizar o mejor dicho a inspeccionar visualmente es una casa habitación de interés social, habitada actualmente por una familia de 4 personas.

Esta casa habitación se encuentra ubicada en la calle Brea num. 146-4-b colonia Granjas México entre las calles Canela y Cafetal de la delegación Iztacalco en el Distrito Federal.

La construcción que se encuentra en este predio es de dos pisos, donde la planta baja es una casa y el primer piso o planta alta es otra casa habitación, siendo esta planta la que se va a analizar.

La casa esta constituida por dos baños, tres recamaras y sala-comedor-cocina, y una terraza (fig. 2-4)

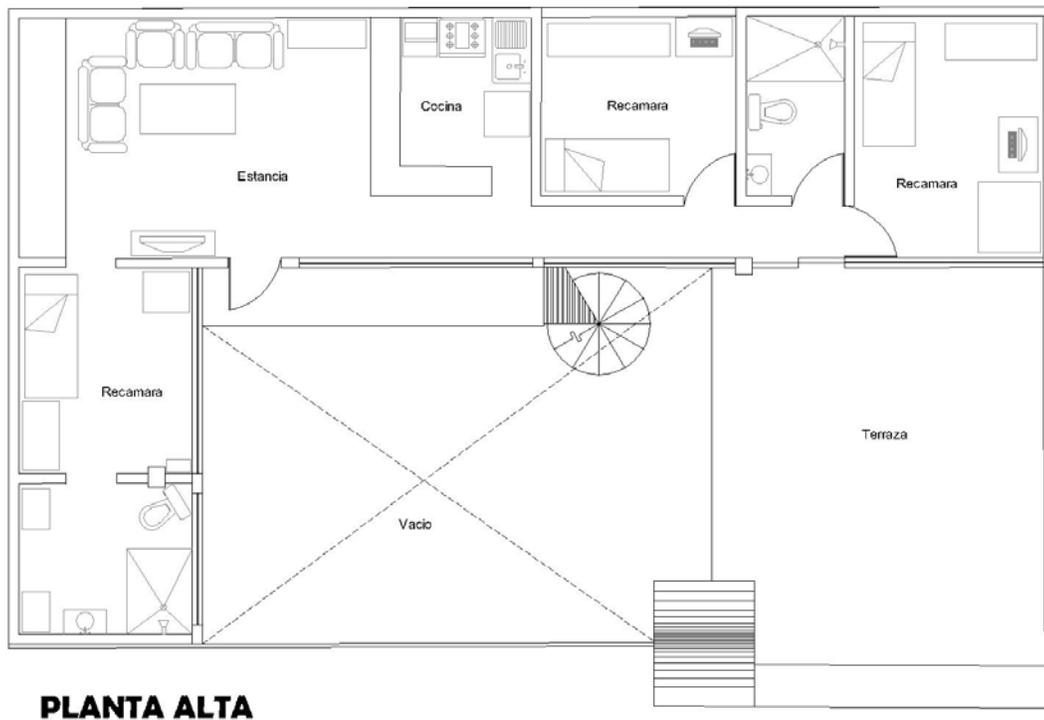


Figura 2-4 Plano de la casa

La primera sección que se va a inspeccionar comprende una recamara con baño, en el baño se observan muebles fijos los cuales son retrete, lavabo, y regadera, aparte dos estantes de madera con artículos de limpieza, toallas, un estereo, revistas un cesto para ropa sucia, un masetita con naturaleza muerta, un espejo botiquín, un contacto en el que esta conectada una lavadora y dos focos, el baño tiene una sola ventana la cual esta dividid en dos secciones una esta fija y en la otra hay ventilas ambas secciones de vidrio chino. (fig. 2-5).

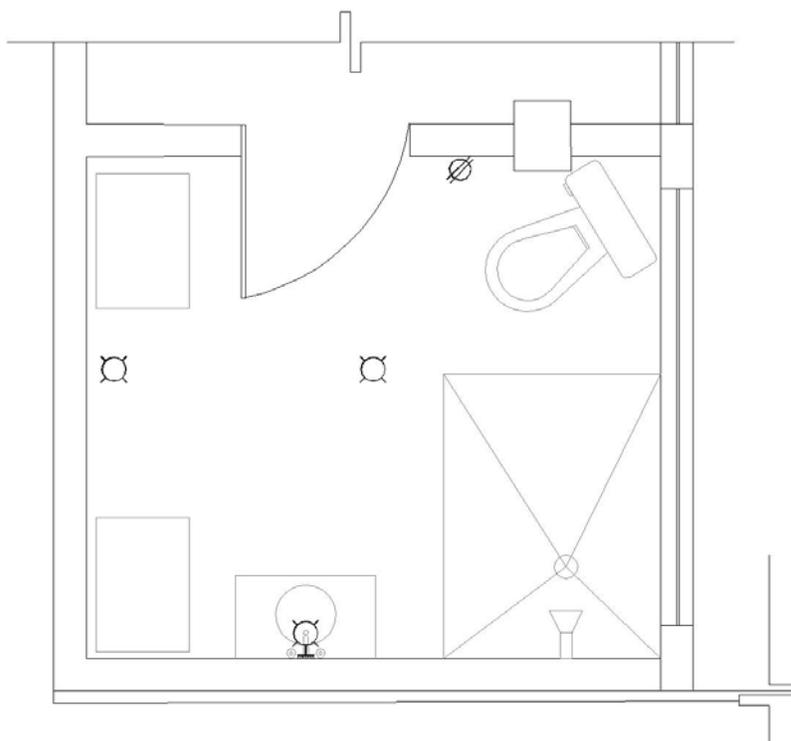


Figura 2-5 Baño de la recamara

Saliendo del baño, se encuentra una cama la cual esconde una segunda cama debajo de ella, un librero de madera, una maquina de coser (*para este trabajo no se incluye la maquina de cocer ya que casi no se usa o su uso es muy esporádico*) se encuentra también un sillón para una sola persona un buró con artículos personales y un espejo, dos focos, tres contactos un reproductor de discos compactos, esta habitación tiene una ventana grande la cual esta dividida en cuatro partes dos laterales y dos medias las dos laterales son ventilas y las dos medias son fijas ninguna corrediza. (fig. 2-6)

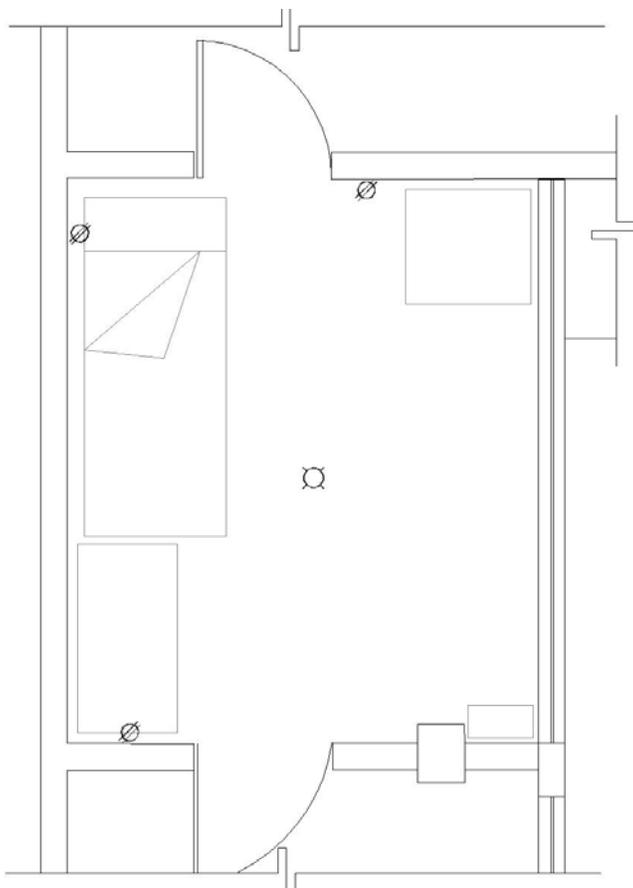


Figura 2-6 Recamara

El siguiente espacio es la sala-comedor-cocina, este espacio es muy grande, o dicho con otras palabras no tiene divisiones, la parte de la sala tiene un closet de pared a pared en el que hay ropa, y cosas personales de los habitantes, se observan dos contactos, una sala compuesta por dos sillones dobles y uno individual, una mesita de centro de madera con un cristal achatado por las puntas, además de una mesita en la esquina de la sala con un florero, se ve también otro contacto en el que esta conectado un aparato televisor, un to-com para el sistema de tv, un dvd, todo en un mueble, en el techo, dos focos, en la pared, hay un cuadro, y un tarjetero para el correo, mas al centro de esta habitación, esta un otro contacto tras un librero, este a su vez contiene un estereo conectado al contacto, el comedor es en esencia una barra comedor, la cual es de madera, en la parte de arriba es una alacena que da a la cocina, en el techo

hay otros dos focos, la barra tiene tres bancos de madera giratorios, la parte de debajo de la barra esta cubierta por una cortina. (fig. 2-7)

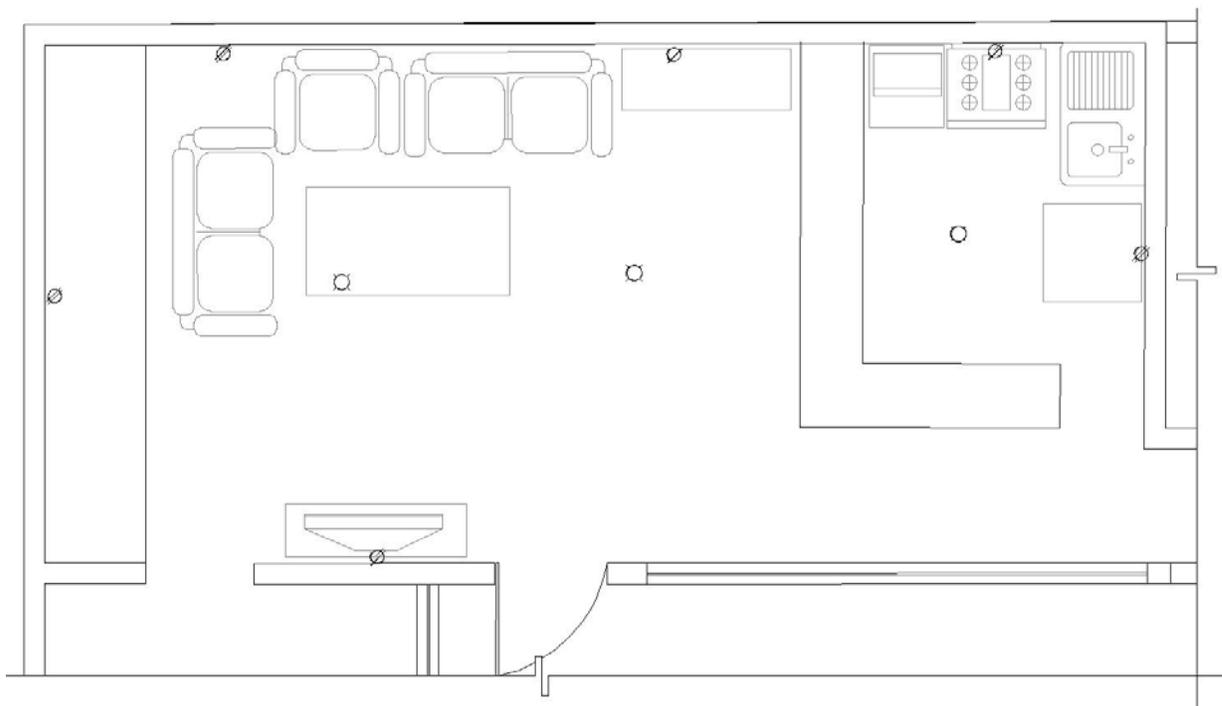


Figura 2-7 Sala-Comedor-Cocina

En la cocina se observa las puertas de la alacena que contienen en su mayoría los utensilios de cocinar, en esta parte de la casa se ven dos contactos a los que están conectados un refrigerador, y horno de microondas, además de una licuadora.

En la parte de abajo de la barra se observan varios utensilios y cajas con cosas que dentro de ellas esta un plancha, en una esquina esta el fregadero, en el techo se ven dos focos también.

la segunda recamara esta entre la sala-comedor-cocina y el baño, en esta recamara se observa una cajonera de seis cajones los cuales contienen en su mayoría ropa, en la parte de arriba de la cajonera hay artículos personales de limpieza y una tv que esta conectada a un contacto, se observa también una cama, en la que abajo hay cajas y ropa, también se ve un escritorio con libros y

otro contacto al que esta conectada una PC, entre el escritorio y la cajonera se encuentra un teclado Casio de 5 octavas.

En el techo un foco, esta es una habitación castigada, esto es que no tocan sus paredes con el exterior de la casa, ya que esta un pasillo el cual si tiene contacto al exterior gracias a un ventanal que abarca casi toda el área de la pared (fig. 2-7)

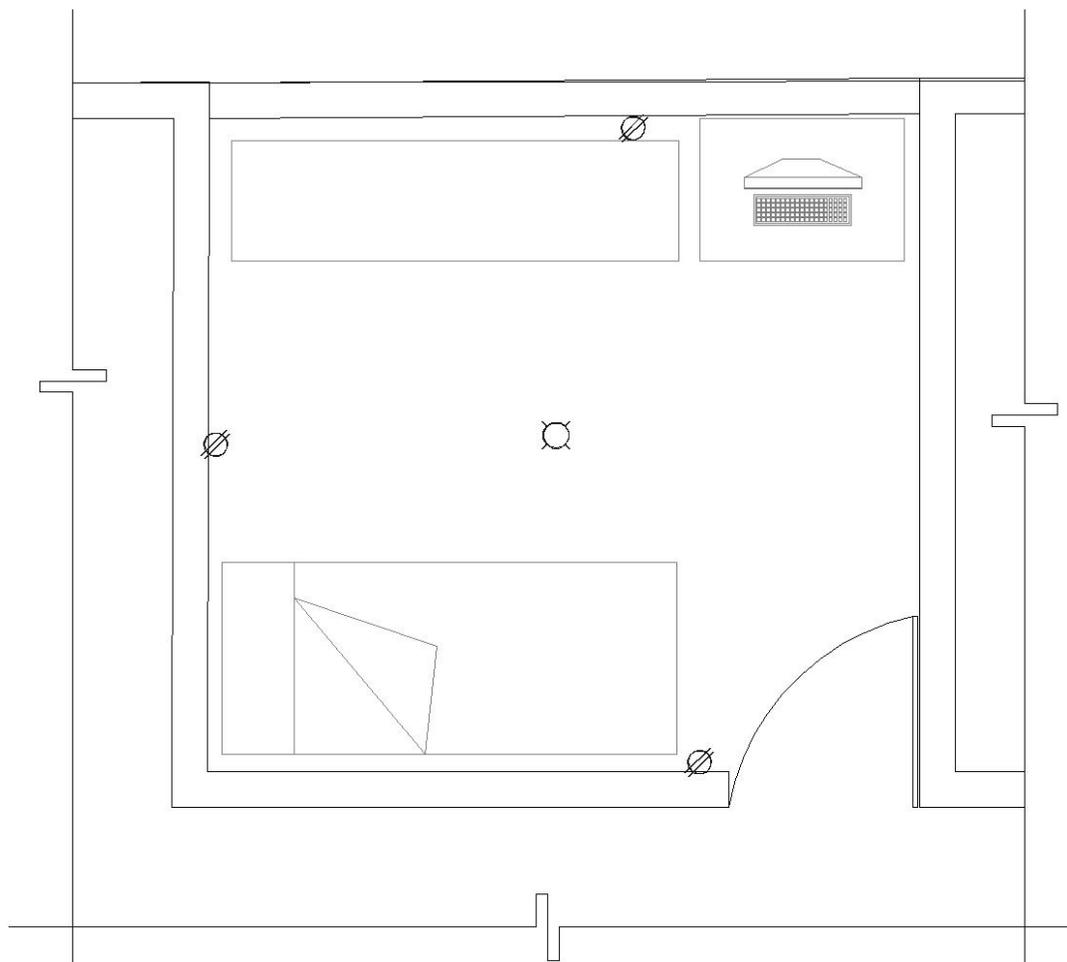


Figura 2-7 Recamara dos

En el baño que enseguida esta, se ve un lavabo, un retrete y la regadera, además de un cesto para ropa y un mueble contenedor de toallas artículos personales y una plantita en el techo un foco solamente. (fig. 2-8).

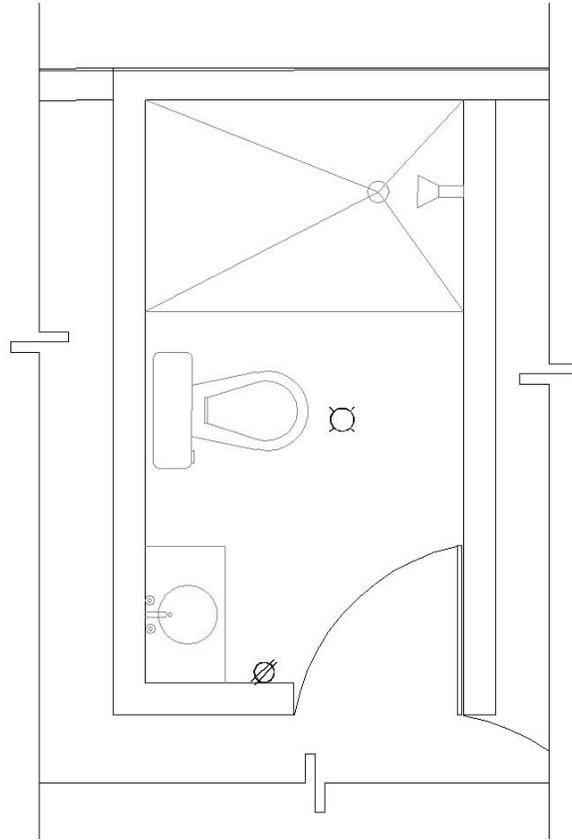


Figura 2-8 Segundo baño

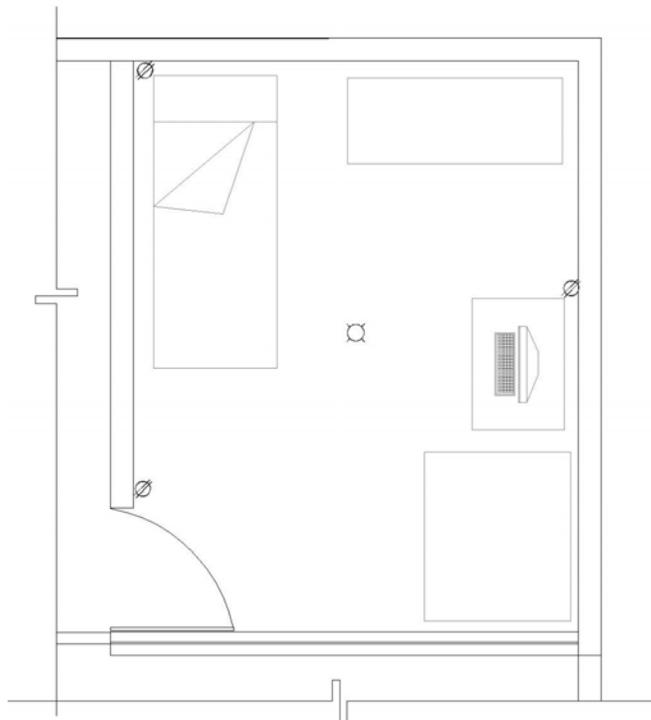


Figura 2-9 Recamara tres

En la ultima recamara (fig. 2-9) se observan dos contactos en los que se conectan una PC, una cajonera de tres cajones con ropa, una cama, un sillón individual, y un restirador, debajo de la cama hay zapatos, en el techo solo un foco, esta recamara tiene dos ventanas corredizas separadas

En la terraza se observa una toma de agua, plantas a las orillas, un barandal de herrería artística, en la parte junto a la casa se ver una banca la cual tiene tres cajones que contienen herramienta y utensilios para jardín, en el exterior de la casa y contando todo el exterior en general se ven cuatro focos.

De la inspección visual anterior podremos llenar y obtener la tabla de cargas eléctricas que nos servirán para los cálculos de la central fotovoltaica (ver tabla 1 del apéndice)

Todos los datos que en la tabla se encuentran son las diferentes cosas o aparatos eléctricos ya clasificados por su tipo de carga, todo aparato o elemento que consuma energía eléctrica, tiene en alguna parte de el, una tablita, estampa o leyenda, en la que dice o explica los datos o valores nominales eléctricos a los que trabaja o funciona, estos datos son el voltaje, la frecuencia, en algunos casos la potencia y la corriente, pero la mayoría incluyen el consumo de watts horas.

La tabla que se lleno anteriormente, es una tabla donde se describen los consumos por día de cada carga encontrada en la casa que se inspeccionó, estos electos dan un valor nominal de watts/hora, pero, es necesario saber cuanta es la carga total consumida por día, a cual se obtiene sumando todos los valores nominales, este valor se conocerá en el siguiente capitulo

Capitulo 3 *PLANEACION DEL SISTEMA*

3.1 PLANEACION

Una vez que ya se tiene el listado de la carga del inmueble, se debe planear en base a los tipos de cargas, ya que los costos aumentan considerablemente si se agregan mas paneles fotovoltaicos, por eso es conveniente hacer un balance en función de la descripción de la carga

Las posibilidades en la planeacion son variadas, estas consisten en ver que tan viable es integrar toda la carga o solo una parte al sistema fotovoltaico, ya que el equipo que se usara puede variar en función de la cantidad de paneles a utilizar

Es importante resaltar que si no se tiene una buena planeacion, pueden surgir errores en la instalación y/o disminuir la eficiencia del sistema fotovoltaico, lo que representa ajustes, arreglos que se deben de hacer y esto representa un incremento en los costos del sistema

En el listado de cargas podemos observar que se tienen tres tipos diferentes de cargas, las cuales fueron obtenidas de la inspección visual del inmueble, las cargas son:

a) Total Iluminación	578.00 W
b) Total Eléctricos-electrónicos	1004.63 W
c) Total Potencia	4725.60 W

3.2 PROPUESTAS

Una de las posibilidades que se pueden sugerir es cuando se considera solo la carga de la iluminación, y las otras cargas restantes se dejan a la compañía de luz, esta propuesta es muy viable cuando se va a energizar lugares cerrados en los cuales siempre se encenderán cargas luminosas.



Figura 3-1 Lámpara de energía fotovoltaica

Estos lugares pueden ser bodegas, comercios, departamentos en los que no hay mucho espacio o poca iluminación, todo tipo de inmueble que tenga la mayor parte del tiempo poca luz de día y requiera de iluminación, de esta manera los paneles fotovoltaicos generan la energía requerida para iluminar el interior de este lugar y las otras cargas quedan para la compañía suministradora de electricidad

Otra posibilidad es cuando se toma en cuenta toda la carga, es decir, se considera iluminación, eléctricos-electrónicos y potencia, esta variante suele usarse sobre todo cuando se tiene mucho poder adquisitivo y generalmente se puede solventar toda la demanda energética del inmueble diariamente, dejando así la generación de energía eléctrica al poder energético del sol, sin usar el suministro de electricidad proveniente de la compañía de luz.



Figura 3-2 Casa ecológica

Generalmente estos inmuebles pertenecen a gente adinerada o a empresas vanguardistas que pueden solventar todos los gastos de la instalación del equipo.

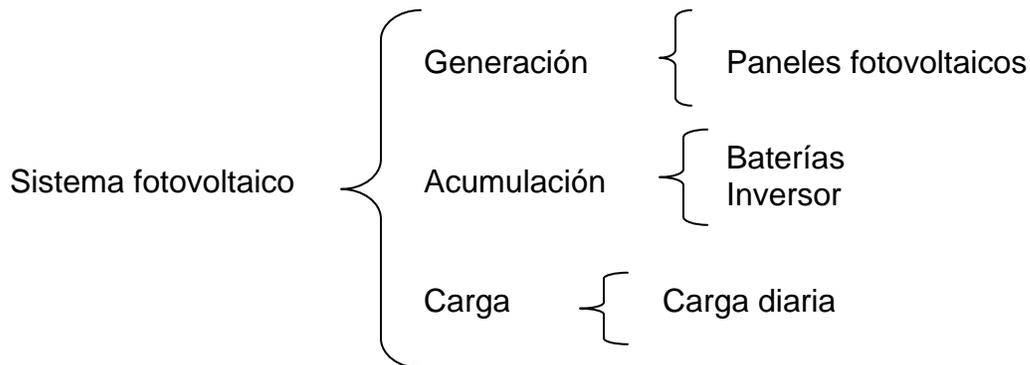
Estos lugares suelen ser casas de personas con muchos recursos económicos, o proyectos de inmuebles ecológicos sustentados por compañías inquietas en el tema de la preservación del lugar y cuidado ambiental llamadas casas ecológicas, las cuales integran un sistema fotovoltaico completo, que sustenta la demanda de energía durante varios días, además de contar con fosas sépticas y biodigestores que producen gas natural y colectores de agua pluvial además de calentadores solares de agua.

Para esta propuesta también se conjuntan las casas de campo, en las cuales no se cuenta con un suministro de energía por parte de la compañía, o es muy costoso llevarlo hasta el lugar de la casa. Estas casas por lo general son habitadas por cortos periodos de tiempo, son frecuentadas constantemente pero no por estancias prolongadas por lo que se puede integrar a todos los tipos de cargas.

Otra propuesta importante referida a la planeacion de un sistema fotovoltaico abarca dos de los tres tipos de cargas, las cuales son eléctricos electrónicos e iluminación. A diferencia de la propuesta en la que se incluye la potencia, esta suele ser eficiente, pero con menos recursos, ya que se energiza fotovoltaicamente a todo el alumbrado y a los aparatos eléctricos electrónicos, pero se deja toda la carga de potencia a la energía suministrada por la compañía de luz. Esta propuesta se usa generalmente para casi todos los inmuebles cuando se tiene poco recurso, como pequeños negocios, bodegas, casas habitación de interés social etc.

DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

Dentro de la planeacion se debe de tomar en cuenta el tipo de equipo a usar en el sistema fotovoltaico, este conjunto de elementos son los básicamente los siguientes



Como ya se menciona en los capítulos anteriores, los paneles fotovoltaicos son los que se encargan de generar la electricidad por medio de la energía radiada proveniente del sol, estos paneles producen una energía eléctrica durante todo el día equivalente a solo las horas de pico solar operando a su máxima potencia.

Esa misma potencia es el principal aspecto que define a un panel solar y es uno de los principales parámetros que se toman en cuenta cuando se va a diseñar un sistema fotovoltaico.

En el mercado se puede encontrar paneles solares de diversas potencias máximas: los encontramos de 5, 30, 50, 75, 100, 150, 165, watts, según la demanda energética que se precise. De igual manera hay paneles de diversas calidades, según las celdas cristalinas de silicio semiconductor de las que están formados, sean monocristalinas que son las más eficientes y caras, o amorfas que son poco eficientes y baratas

Dentro del conjunto de la generación en un sistema fotovoltaico encontramos dos componentes importantes uno es la batería, que es el elemento que se encarga de dar soporte al sistema ya que ésta se encarga de almacenar la electricidad, durante el día proveniente del sol, transformada por los paneles, en energía química, la cual podemos almacenar. Cuando el sol se oculta, las baterías invierten el proceso de carga en un proceso de descarga al cambiar la energía almacenada en forma química en energía eléctrica.

En el mercado podemos encontrar infinidad de tipos de baterías, existen empresas que se encargan del diseño de estas, tanto en su constitución, como en las demandas de los clientes, entonces se puede encontrar bancos de baterías ya hechos, o por separado, también se hallan las baterías convencionales de automóviles que usan todo tipo de vehículos que tienen motores de combustión interna.



Figura 3-3 Acumulador de energía

El otro componente que esta dentro de la etapa de acumulación es el inversor, este se encuentra después de la batería y es el que prepara la energía

eléctrica de corriente continua en energía de corriente alterna, se componen de varias secciones

Sección osciladora: Esta se encarga de generar los pulsos o ciclos necesarios para que la corriente alterna que provea el inversor sea igual a la corriente alterna que provee la empresa del servicio eléctrico, para México es de 60 ciclos.

Sección amplificadora: La función de esta sección es la de amplificar los pulsos para excitar a la sección elevadora de voltaje, que se encarga de elevar el voltaje a 120 o 220, según sea el caso, función que está a cargo de un transformador, que cuando hay energía externa, se encarga de cargar la batería, apoyado por un circuito electrónico que al estar completamente cargada la batería, se desconecta automáticamente. Al faltar el suministro de energía público, el cargador invierte su función y se encarga de elevar el voltaje.



Figura 3-3 Inversor cargador

La carga del inmueble representa el ultimo componente del sistema fotovoltaico, como ya se hablo la carga puede ser de corriente directa, alterna o mixta, para este caso será alterna.

3.3 COSTOS

Una de las cosas que se deben tener en cuenta en la planeacion de un sistema fotovoltaico es el valor económico de cada uno de los componentes, ya que si se hace una estimación no buena de el valor de los componentes, se puede llegar a adquirir equipos, no aptos o deficientes para la integración del sistema fotovoltaico,

En los países de la Unión Europea estos productos que integran una central fotovoltaica, ya sea domestica, industrial o gubernamental están en muy buena disposición, se pueden encontrar los componentes por separado o en paquetes, y se los consigue en tiendas establecidas o por medio de la Internet.

En México existe una empresa llamada “Agrosol Jn. 3:16” que se dedica a la venta de equipos de ahorro de energía eléctrica proveniente del sol, esta empresa se localiza en Jalisco, en el municipio de Zapopan, en la calle de Uaxactun no. 1645 colonia pinar de la calma.

Esta empresa ofrece al mercado diferentes equipos y productos que funcionan con energía solar como es:

- Bombeo de agua
- iluminación de casas y calles
- Telecomunicaciones
- Tele-secundarias
- Lámparas de emergencia
- Lámparas para iluminación de jardines
- cargas de baterías
- barcos, autos, campers
- purificadores de agua
- cercos eléctricos para ganado
- Teléfonos de emergencia

- iluminación de lugares apartados
- juguetes
- ahuyentador de roedores

También ofrecen calentadores solares de agua, para 2, 4, 6, y hasta 8 personas, además de sistemas de calentamiento solar para albercas con bombeo o de caída natural

Los precios que ofrece esta empresa se encuentran en la tabla 2 del apéndice

Capitulo 4 *CÁLCULOS Y COSTOS*

4.1 CÁLCULOS

De las tres propuestas que se analizaron en el capítulo anterior se tomara en cuenta la opción en la que se englobe toda la carga eléctrica es decir: potencia, eléctricos-electrónicos e iluminación.

El consumo energético teórico E_T (Wh) es el valor en watts obtenido de la lista de carga, pero se debe de conocer el consumo energético real E (Wh) que agrupa las pérdidas por los diferentes elementos eléctricos del sistema fotovoltaico

$$E = \frac{E_T}{R}$$

Donde R es el parámetro de rendimiento global de la instalación fotovoltaica que se define como

$$R = (1 - k_b - k_c - k_v) \left(1 - \frac{k_a * N}{P_d} \right)$$

Los factores de la ecuación anterior son:

- k_b : *Coefficiente de pérdidas por rendimiento del acumulador*
0.05 en sistemas que no demanden descargas intensas
0.1 en sistemas con descargas profundas
- k_c : *Coefficiente de pérdidas en el convertidor*
0.05 para convertidores senoidales puros, trabajando en régimen óptimo
0.1 en otras condiciones de trabajo, lejos del óptimo
- k_v : *Coefficiente de pérdidas varias:*
Agrupa otras pérdidas como (rendimiento de red, efecto joule, etc.)
0.05 – 0.15 como valores de referencia

- k_a : *Coefficiente de auto descarga diario*
 0.002 para baterías de baja auto descarga Ni-Cd
 0.005 para baterías estacionarias de Pb-acido (las más habituales)
 0.012 para baterías de alta auto descarga (autos)
- N : *Numero de días de autonomía de la instalación:*
 Serán los días que la instalación deba operar bajo una irradiación mínima (días nublados continuos) en los cuales se consumir mas energía de la que se generara
- p_d : *Profundidad de descarga diaria de la batería*
 Esta profundidad de descarga no excederá del 80% (referida a la capacidad nominal del acumulador), ya que la eficiencia de éste cae en gran medida con ciclos de carga – descarga muy profundos

Para estos cálculos se consideraron los siguientes valores de los coeficientes de perdidas

$$k_b: 0.1$$

$$k_c: 0.05$$

$$k_v: 0.1$$

$$R = (1 - 0.1 - 0.05 - 0.1) \left(1 - \frac{0.012 * 4}{0.7} \right) = 0.6986$$

$$k_a: 0.012$$

$$N: 4$$

$$p_d: 0.7$$

$$E = \frac{6308.23}{0.6986} = 9030.2 \text{ Wh}$$

La siguiente ecuación define a la corriente del banco de baterías:

$$C = \frac{E * N}{V * p_v} = \frac{9030.2 * 4}{12 * 0.7} = 4300 \text{ A}$$

donde V es el voltaje nominal de el acumulador, la corriente que proporcionan es 90 amperes, por lo tanto el número de baterías se define como:

$$N_{bat} = \frac{C}{90} = 47.77 \approx 48$$

48 baterías de autos.

Para calcular los paneles solares a emplear necesitamos la irradiación solar diaria media, este valor y de otros lugares se pueden consultar en la tabla 3 del apéndice

De la tabla 3 se tiene que para la ciudad de México el valor de HPS que es 5.3

Lo que define a un panel solar es la cantidad de energía eléctrica producida en su óptimo funcionamiento en las horas de mayor insolación a lo largo del día.

En el mercado existen paneles solares de varias potencias máximas, los hay desde 5, 30, 50, 75, 100, 150, 165 watts,

Para este caso se utilizaran paneles de 100 W de potencia máxima y 12 v nominales.

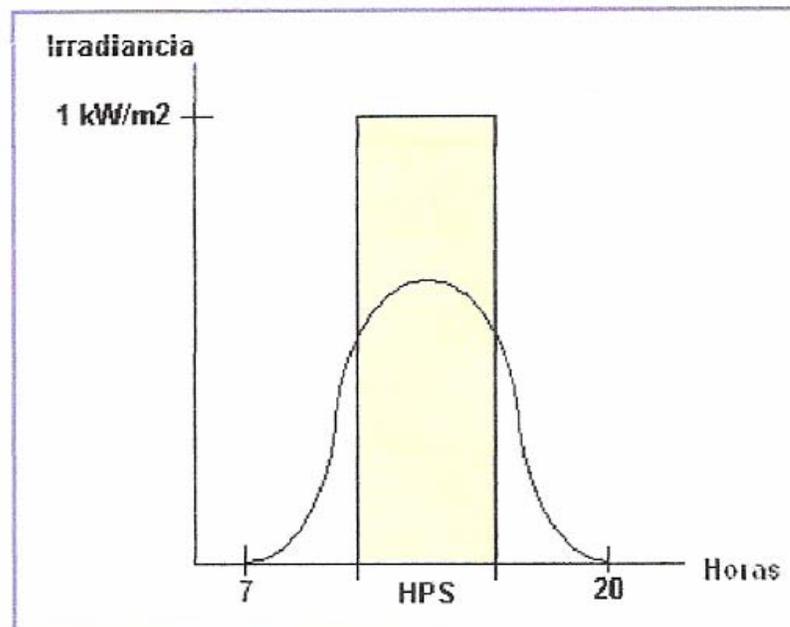


Figura 4-1 Curva de horas pico del sol

El número de paneles solares NP se calcula del siguiente modo:

$$NP = \frac{E}{0.9 * W_p * HPS}$$

donde W_p es la potencia pico de cada panel, sustituyendo valores obtenemos que el numero de paneles es 18.93 ósea 19 paneles

Con los valores del listado de cargas se puede saber cuanta potencia instantánea máxima se puede presentar, valor que define el criterio para la implementación de un adecuado aparato inversor, si analizamos con detalle la tabla de cargas, encontraremos que se pueden presentar cargas desde 1200 a 2000 watts instantáneos, por lo que se puede implementar un inversor que de 1600 watts nominales y que tolere picos de mas de 2000 watts.

La orientación de esta central fotovoltaica deberá esta dirigida hacia el sur, con una inclinación de los paneles cerca de los 34 grados, ya que a esta orientación, el sol incide mejor sobre los paneles,

4.2 RESULTADO DE LOS CÁLCULOS

La realización de los cálculos del capitulo anterior proporciona los datos para poder conjuntar un sistema fotovoltaico especifico para la carga obtenida a través de una inspección visual que se realizo en el lugar donde se tiene esta necesidad energética.

Los resultados son los siguientes:

- Carga teórica: 6308.23 W
- Carga real 9030.2 W
- Baterías 48

- Paneles 19
- inversor 1600 W

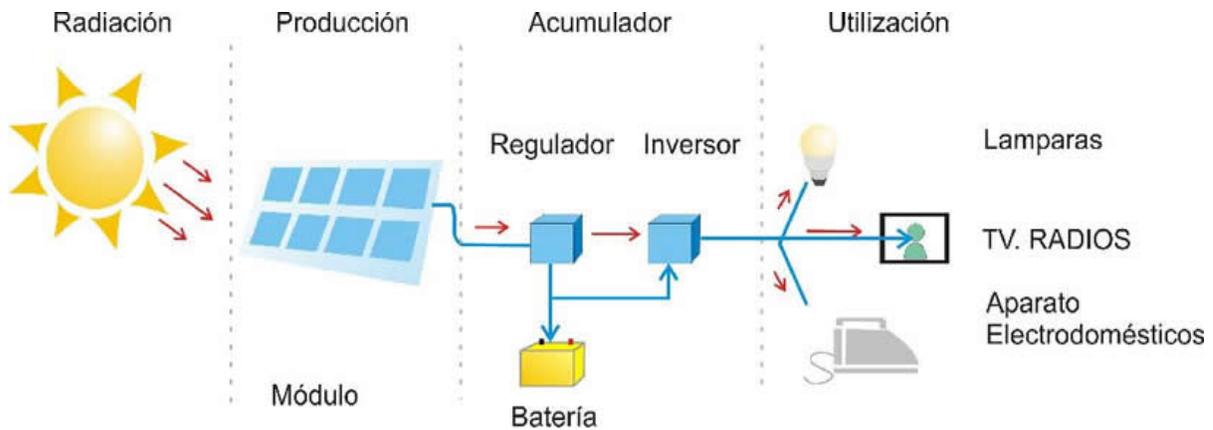


Figura 4-2 Proceso fotovoltaico

4.3 INTERPRETACIÓN DE LOS CÁLCULOS

Las cantidades antes obtenidas, son las que determinan el funcionamiento óptimo del sistema fotovoltaico que se pensó para esta casa habitación.

La carga energética diaria es un valor que se obtiene de una exhaustiva inspección visual, la cual nos permite determinar cuánta carga se tiene en el lugar a energizar, estos datos se obtienen de fábrica de cada aparato o aditamento eléctrico o electrónico y se tabulan ordenadamente para su mejor control, estos datos de fábrica proporcionan la energía que consumen en watts horas, al sumar todos estos valores y teniendo en cuenta el uso en tiempo que se les da, obtenemos un valor total de energía que se consumirá en un día.

La carga energética teórica se obtiene de fábrica, pero los aditamentos eléctricos del sistema fotovoltaico, tienen algunas pérdidas a considerar, que se presentarán a la hora de funcionar, estas pérdidas se presentan en las baterías, en el desempeño del inversor, en el cableado, (si es muy extenso), en la sobre demanda instantánea al funcionar algún elemento que requiera mucha electricidad, etc.

Al considerar estas pérdidas junto con la carga teórica diaria, resulta la carga real energética al día, este valor es con el cual se trabajara para el diseño del sistema fotovoltaico.

Con la carga real obtenida se puede obtener el número de baterías que se implementará para sustentar toda la energía que se producirá y que se usará durante los cuatro días previstos de autonomía, el número de baterías se obtiene de la corriente calculada de la carga real y del amperaje que entrega el tipo de batería a usar.

Los paneles fotovoltaicos necesarios se calculan en función de la carga real, si éste valor esta mal calculado , el error se puede ver reflejado en un sobre paso económico de presupuesto y/o en la insuficiencia del sistema provocando un desabasto de energía o la reducción de los días de autonomía que deberá sostener el sistema.

El dato del inversor se obtiene de la lista de cargas que resulta de la inspección visual, aquí se puede determinar cuánta energía instantánea se puede presentar por diferentes situaciones, con estos puntos a tomar en cuenta, se puede elegir un inversor que soporta los picos de tensión que se pudieran presentar.

4.4 COSTO ESTIMADO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

El costo de esta central fotovoltaica para esta casa habitación se vera de manera más explicita en la siguiente tabla:

CANTIDAD	CONCEPTO	COSTO UNITARIO	COSTO
19	Paneles fotovoltaicos de 100w	14,000.00	266,000.00
48	Baterías de auto	750.00	36,000.00

1	Inversor vector 1500	10,200.00	10,200.00
	mano de obra y gastos menores		30,000.00
	Total		342,200.00

Por lo tanto el costo de la instalación eléctrica fotovoltaica es de trescientos cuarenta y dos mil doscientos pesos, cabe mencionar que la casa ya cuenta con lámparas ahorrativas por lo que no se incluyen en este cálculo

4.5 COMPARACIÓN: DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO Y SIN ÉL

Actualmente en este inmueble se consumen al bimestre el equivalente de 250 pesos de energía, los cuales varían dependiendo de otros aparatos que no se contaron en este trabajo ya que su uso es muy esporádico y poco constante.

Al año se consumen un promedio de 3000 pesos en energía eléctrica, ahora se puede comparar, se necesitan alrededor de unos 115 años para obtener el equivalente en costos de la planta eléctrica.

Cabe mencionar que esta central eléctrica fotovoltaica esta diseñada para soportar toda la carga existente en la casa, de allí que su recuperación es a 115 años, pero si se excluye a la carga de potencia el consumo diario es menor, disminuyendo el costo del sistema y así su recuperación seria en menor tiempo, y de igual manera por cargas de iluminación.

Como se ve, es elevado el costo de este sistema para esta casa, pero hay que tomar en cuenta que se consideró toda la carga y además los días de autonomía son cuatro, si se desea bajar los costos y la recuperación de la inversión, se necesitan bajar los días de autonomía, y eliminar la potencia de las otras dos cargas, de esta manera se obtendría números mas accesibles,

CONCLUSIONES

Hoy día, uno de los grandes problemas ambientales y a opinión personal, es, al que creo, están ligados todos los demás problemas ambientales, es el calentamiento global, este problema ambiental, es debido a que no dejamos que la tierra se regenere y sobre explotamos los recursos naturales que en ella hay, de estos recursos el que mas impacto provoca en su uso es el petróleo, y sus derivados, este recurso, como ya se hablo no es renovable, es uno de los que mas contaminan y es factor para que el calentamiento global aumente considerablemente al paso del tiempo.

Por esto es necesario investigar sobre tecnologías avanzadas en el uso de energías renovables y sobretodo que sean “amigables” con el ambiente, tal es el caso de la energía solar, esta puede considerarse como energía ilimitada, aunque se sabe que el sol tiene fin, pero esto sucederá en millones de años, por esto se considera ilimitada

El clima en México es muy variado, pero es uno de los climas más favorables de todo el mundo, este es un país en el que se encuentra de todo tipo de climas, gracias a esta peculiaridad geográfica que tiene nuestra nación es que podemos y debemos de implementar propuestas de energía alternativa limpia para el ambiente, como es el caso de la energía eólica, hidráulica, geotérmica, solar entre otras.

Una de las características en cuestión de clima que tiene nuestro país es que casi todo el año es soleado, por eso se tomo en cuenta este aspecto para la realización de este trabajo, es triste ver que países como Alemania, España, que no son soleados, sean pioneros en la implementación de estas alternativas energéticas, es necesario invertir en estas tecnologías ya sea por parte del gobierno o por el sector privado ya que México podría ser uno de los países mas

avanzados en la cuestión de energía solar debido a la cantidad energética solar que recibe.

Como ya se dijo, para la implementación de una fuente de energía alterna, en especial la fotovoltaica, se debe tomar muy en cuenta, la situación del sol en la región, el clima, el espacio a energizar, la carga que hay que considerar para el diseño del sistema fotovoltaico y el recurso financiero con que se cuenta.

Primeramente cuando se va a realizar una inspección visual, es de mucha importancia no dejar escapar cualquier detalle, por mas insignificante que resulte ser una carga, es factor para las pérdidas, se debe tener muy en cuenta todos los aspectos y costumbres que tienen las personas que utilizaran un sistema fotovoltaico, ejemplos: es conveniente preguntar con que frecuencia usan lavadora, licuadora horno de microondas etc., ya que aunque se tiene teóricamente de fabrica el consumo energético de estos aparatos, es importante saber la frecuencia de uso, ya que de esta manera se tendrá un análisis mas preciso de la carga teórica del inmueble a energizar.

Los sistemas fotovoltaicos son muy versátiles con otras fuentes alternas de energía, existen sistemas híbridos los cuales emplean paneles solares y generadores eólicos, estos suelen ser eficientes en lugares con mucho sol y viento, también los sistemas fotovoltaicos pueden dimensionarse a solo la iluminación, o la carga eléctrica electrónica o solo a la potencia dejando a las otras a la institución proveedora de energía a la localidad, en este trabajo se propusieron tres opciones de sistemas fotovoltaicos, y el que se uso, fue un sistema en el que se admite toda la carga eléctrica, ya que esta opción será parámetro para las otras dos propuestas.

Un aspecto muy importante y sobre todo determinante es el factor económico con el que se cuenta para la implementación de una instalación fotovoltaica, los equipos que se encuentran en el mercado son muy variados y

presentan eficiencias muy variadas además e diferentes calidades, si se quiere un sistema fotovoltaico optimo, y muy eficaz, se deben implementar paneles de primera calidad, aumentando la energía generada, pero el costo aumenta.

En este trabajo, los resultados están disparados ya que los materiales que se emplearon, son de calidad normal, si se optara por mejor calidad, se minimizaría el numero de paneles, pero aumentaría en gran manera los costos.

El número de la cantidad de las baterías es muy elevado, se necesita un buen lugar para armar el banco de baterías que se propusieron, las cuales son de automóvil, ya que estas suelen ser de fácil adquisición, y de un costo relativamente bajo, sin embargo, si no se cuenta con mucho espacio, se puede implementar baterías de mucho amperaje, y así se minimizaría la cantidad de baterías y se ganaría mucho espacio, pero aumentaría mucho el costo nuevamente. El resultado de los cálculos sirven para la adquisición optima de los aditamentos necesarios para elaborar un sistema fotovoltaico a la medida para una casa habitación de interés social, desgraciadamente, las personas que habitan estos lugares, no cuentan con la solvencia económica para implementar un sistema como el diseñado en este trabajo, pero este diseño sirve de parámetro tope para implementar o diseñar un sistema mas austero, ejemplo, en el que solo se tenga en cuenta a la iluminación o a la iluminación con aparatos electrónicos, de esta manera el sistema se vera mas accesible a las personas de esta clase social.

En mi opinión, creo que un sistema fotovoltaico puede cambiar el curso de las necesidades energéticas en nuestro país, ya que es un recurso que no es nocivo para nadie, mucho menos para el planeta, el petróleo se esta acabando, y no hay que esperar a que se queme hasta la ultima gota, es necesario adentrarse en las energías renovables

APÉNDICE

Apéndice 1

LISTADO DE CARGA

estancia	Descripción de la carga			Consumo (W/h)	Horas uso (h)	Total de watts (W)
	Iluminación	Eléctricos Electrónicos	Potencia			
Baño 1	foco			15	1.5	22.5
	foco			15	0	0
		estereo		55	1.5	82.5
			Lavadora	635	1/3	211.67
Recamara 1	foco			13	1.5	39
	foco			13		
		Reproductor cd		18	3	54
Sala comedor	foco			15	5	300
	foco			15		
	foco			15		
	foco			15		
		televisor		75	4	300
		To-com. tv		25	5	125
		DVD		12	3/20	1.8
	estereo		30	1	30	
cocina	foco			15	2.5	75
	foco			15		
			horno microondas	1875	1/10	187.5
			licuadora	400	1/30	13.33
			plancha	1200	9/14	771.43
			refrigerador	1062.5	10/3	3541.67
Recámara 2	foco			15	3/4	11.25
		Televisor		55	1/30	1.83
		Teclado		18	1/4	4.5
		PC		90	2.5	225
Recámara 3	foco			15	3/4	11.25
		PC		90	2	180
Baño 2	foco			15	5/12	6.25
exterior	foco			13	4	104
	foco			13		
				15	1/4	3.75
				15	1/3	5

Apéndice 2 **PRECIOS DEL PROVEEDOR**

PRODUCTO	COSTO
Plantas	
Standar	10,400.00
Gigante	16,000.00
Gigante esp. 1 modulo	16,000.00
Gigante esp. 2 módulos	27,200.00
Módulos	
5w	2,000.00
10w	2,600.00
50w	7,500.00
72w	11,200.00
100w	14,000.00
Inversores	
400w st	1,150.00
600w st	2,000.00
VECTOR	
350	1,100.00
400	1,300.00
750	3,000.00
800	3,300.00
1000	6,000.00
1500	10,200.00
2200	14,500.00
3000	19,500.00
Baterías	
11 placas	750.00
29 o 27 placas	1,800.00
17 placas 115 A. H.	1,200.00
Varios	

Lámpara 9w c/mica	342.00
Lámpara 9w	320.00
Lámpara 9w c/censor	600.00
Lámpara 20w	300.00
Lámpara 20w c/mica	320.00
Controlador 20/20	925.00
Controlador 30/30	1,440.00
Controlador Timer	1,102.00
Esc. aluminio	165.00
Convertidor steren	100.00
Convertidor Sun power	480.00
Kit solar educativo	220.00
Kit con modulo	110.00
Luminarias 75w s/baterías	26,250.00
Balastro	668.00
Cable con accesorios	630.00
Luminaria urbana	943.00
Foco BPS 35w	460.00
Tapo controlador	1,102.00
Soporte del panel	1,560.00
Brazo luminarias	780.00
Poste metálico	6,830.00
Caja de baterías	1,700.00
Juego de anclas	364.00
Luminarias sin modulo	14,870.00
Foco ahorrador fluorescente	28.00

Bombas

Shurflo 2088	2,400.00
Shurflo sum 9200	18,716.00
Refrigerador de gas	1,800.00

Apéndice 3

Insolación global en México

Tabla : Insolación global media inclinación a a latitud en México en kWh/m²-Día

Fuentes: Actualización de los Mapas de Irradiación Global solar en la República Mexicana (R. Almanza S., E. Cajjal R., J. Barrientos A. 1997)
Reportes de insolación de México. Southwest Technology Development Institute, NMSU, 1999

Estado	Ciudad	En	Fe	Ma	Ab	Ma	Ju	Ju	Ag	Se	Oc	No	Di	Mi	Ma	Me
Aguascalientes	Aguascalientes	4.5	5.2	5.9	6.6	7.2	6.3	6.	5.9	5.7	5.1	4.8	4.	4.0	7.2	5.6
Baja California Sur	La Paz	4.4	5.5	6.0	6.6	6.5	6.6	6.	6.2	5.9	5.8	4.9	4.	4.2	6.6	5.7
Baja California Sur	Mexicali	4.1	4.4	5.0	5.6	6.6	7.3	7.	6.1	6.1	5.5	4.5	3.	3.9	7.3	5.5
Baja California Sur	San Javier	4.2	4.6	5.3	6.2	6.5	7.1	6.	6.3	6.4	5.1	4.7	3.	3.7	7.1	5.5
Baja California Sur	S. José del Cabo	5.0	5.6	5.8	5.9	6.9	6.1	5.	6.2	5.8	5.8	5.2	4.	4.5	6.3	5.7
Campeche	Campeche	4.8	5.7	6.0	5.3	5.4	4.9	4.	5.3	5.2	5.4	5.0	4.	4.4	6.0	5.2
Chiapas	Arriaga	5.1	5.4	5.5	5.9	5.6	5.2	5.	5.5	5.1	5.3	5.1	4.	4.7	5.9	5.4
Chiapas	Juan Aldama	4.4	5.1	4.9	4.5	4.5	4.1	4.	4.5	4.1	4.3	4.4	4.	4.1	5.1	4.5
Chiapas	San Cristóbal	4.0	4.3	4.5	4.5	4.8	4.7	5.	5.3	4.6	4.2	3.9	3.	3.7	5.4	4.5
Chiapas	Tapachula	5.4	4.9	4.8	4.6	4.7	4.7	5.	5.1	4.6	4.1	4.3	4.	4.1	5.4	4.7
Chiapas	Tuxtla Gutiérrez	3.8	4.4	4.6	4.8	5.3	5.1	5.	5.3	4.9	4.4	4.1	3.	3.7	5.4	4.7
Chihuahua	Chihuahua	5.8	6.4	6.8	6.9	6.9	6.4	6.	6.5	6.8	6.8	6.0	5.	5.3	8.9	5.9
Chihuahua	Guachochi	3.3	3.5	3.9	4.4	5.1	5.3	5.	5.6	5.7	5.1	4.9	4.	3.3	6.9	6.4
Chihuahua	Cd. Juárez	6.0	7.2	7.3	7.3	6.9	6.5	6.	6.5	6.8	7.4	6.6	5.	5.9	7.4	6.7
Coahuila	Piedras Negras	3.1	3.6	4.2	4.5	4.8	6.0	6.	6.3	4.9	4.1	3.3	2.	2.9	6.7	4.5
Coahuila	Saltillo	3.8	4.2	4.8	5.1	5.6	5.9	5.	5.6	5.2	4.4	3.6	3.	3.3	5.9	4.8
Colima	Colima	4.4	5.1	5.3	5.8	6.0	5.2	4.	5.0	4.6	4.4	4.4	3.	3.9	6.0	4.9
D.F.	Tacubaya	5.4	6.0	6.4	5.9	5.3	5.1	4.	4.9	4.5	4.8	5.2	5.	4.5	6.4	5.3
Durango	Durango	4.4	5.4	6.5	7.0	7.5	6.8	6.	5.6	5.7	5.1	4.8	3.	3.9	7.5	5.7
Guanajuato	Guanajuato	4.4	5.1	6.1	6.3	6.6	6.0	6.	5.9	5.8	5.2	4.8	4.	4.4	6.6	5.6
Guerrero	Acapulco	4.8	5.3	6.1	5.9	5.6	5.1	5.	5.4	4.9	5.2	5.0	4.	4.7	6.1	5.3
Guerrero	Aguas Blancas	5.8	5.9	6.0	5.8	5.8	5.4	5.	5.8	5.5	5.6	5.5	5.	5.4	6.0	5.7
Guerrero	Chilpancingo	4.1	4.5	4.9	5.2	5.2	5.2	5.	5.1	4.7	4.4	4.1	3.	3.8	5.2	4.7
Hidalgo	Pachuca	4.6	5.1	5.6	6.8	6.0	5.7	5.	5.8	5.3	4.9	4.6	4.	4.2	6.8	5.4
Jalisco	Colotlán	4.6	5.7	6.5	7.5	8.2	6.6	5.	5.6	5.8	5.3	4.9	4.	4.1	8.2	5.9
Jalisco	Guadalajara	4.6	5.5	6.3	7.4	7.7	5.9	5.	5.3	5.2	4.9	4.8	4.	4.0	7.7	5.6
Jalisco	L. de Moreno	4.5	5.3	6.1	6.7	7.2	6.1	5.	5.6	5.5	5.0	4.7	4.	4.0	7.2	5.5
Jalisco	Puerto Vallarta	5.2	5.7	6.0	5.8	5.7	5.5	5.	5.7	5.5	5.6	5.2	4.	4.7	6.0	5.5
México	Chapingo	4.5	5.1	5.6	5.8	5.9	5.4	5.	5.2	5.0	4.7	4.6	3.	3.9	5.9	5.1
Michoacán	Morelia	4.2	4.9	5.5	5.8	5.9	5.2	5.	5.1	4.9	4.6	4.3	3.	3.7	5.9	4.9
Nayarit	Tepic	3.9	4.3	4.8	5.5	6.1	5.3	4.	5.3	4.4	4.4	4.0	4.	3.9	6.1	4.8
Nuevo León	Monterrey	3.2	3.6	4.1	4.3	4.8	5.5	6.	5.6	5.0	3.8	3.3	3.	3.0	6.1	4.4
Oaxaca	Oaxaca	4.9	5.7	5.8	5.5	6.0	5.4	5.	5.6	5.0	4.9	4.8	4.	4.4	6.0	5.3
Oaxaca	Salina Cruz	5.4	6.3	6.6	6.4	6.1	5.0	5.	5.9	5.2	5.9	5.7	5.	5.0	6.6	5.8
Puebla	Puebla	4.9	5.5	6.2	6.4	6.1	5.7	5.	5.8	5.2	5.0	4.7	4.	4.4	6.4	5.5
Querétaro	Querétaro	5.0	5.7	6.4	6.8	6.9	6.4	6.	6.4	6.3	5.4	5.0	4.	4.4	6.9	5.9
Quintana Roo	Chetumal	3.9	4.7	5.4	5.7	5.3	4.7	4.	5.0	4.5	4.4	4.0	3.	3.7	5.7	4.7

QuintanaRoo	Cozumel	3.9	4.6	5.3	5.7	5.2	4.8	4.	4.9	4.6	4.4	4.0	3.	3.8	5.7	4.7
San Luis Potosí	Río Verde	3.6	4.0	4.6	4.9	5.4	5.6	5.	5.8	5.1	4.3	3.7	3.	3.3	5.8	4.7
San Luis Potosí	San Luis Potosí	4.3	5.3	5.8	6.4	6.3	6.1	6.	6.0	5.5	4.7	4.2	3.	3.7	6.4	5.4
Sinaloa	Culiacán	3.6	4.2	4.8	5.4	6.2	6.2	5.	5.1	5.2	4.6	4.2	3.	3.4	6.2	4.9
Sinaloa	Los Mochis	4.9	5.4	5.8	5.9	5.8	5.8	5.	5.5	5.5	5.8	4.9	4.	4.3	5.9	5.4
Sinaloa	Mazatlán	3.9	4.8	5.4	5.7	5.7	5.6	4.	4.9	4.7	5.0	4.5	3.	3.9	5.7	4.9
Sonora	Ciudad Obregón	5.8	6.4	6.8	6.9	6.9	6.7	6.	6.5	6.8	7.3	6.0	5.	5.3	7.2	6.5
Sonora	Guaymas	4.5	5.7	6.5	7.2	7.3	6.8	5.	5.8	6.3	5.9	5.1	5.	4.5	7.3	6.0
Sonora	Hermosillo	4.0	4.6	5.4	6.6	8.3	8.6	6.	6.6	6.7	6.0	4.7	3.	3.9	8.6	6.0
Tamaulipas	Soto la Marina	3.4	4.2	4.9	4.9	5.1	5.3	5.	5.4	4.9	4.6	3.7	3.	3.2	5.4	4.6
Tamaulipas	Tampico	3.3	4.1	4.7	6.4	5.0	4.9	4.	4.9	4.6	4.6	3.7	3.	3.2	6.4	4.5
Tlaxcala	Tlaxcala	4.6	5.1	5.5	5.4	5.6	5.2	5.	5.2	5.1	4.9	4.7	4.	4.0	5.6	5.1
Veracruz	Córdoba	3.1	3.3	3.6	3.8	4.1	4.4	4.	4.5	4.1	3.5	3.1	2.	2.8	4.6	3.7
Veracruz	Jalapa	3.2	3.5	3.8	4.3	4.6	4.4	4.	5.0	4.4	3.7	3.3	3.	3.0	5.0	4.0
Veracruz	Veracruz	3.7	4.5	4.9	5.1	5.1	4.8	4.	5.1	4.6	4.8	4.1	3.	3.6	5.1	4.6
Yucatán	Mérida	3.7	4.0	4.6	5.2	5.7	5.5	5.	5.5	5.0	4.2	3.8	3.	3.4	5.7	4.7
Yucatán	Progreso	4.1	4.9	5.4	5.5	5.3	5.1	5.	5.3	5.0	5.0	4.4	4.	4.0	5.5	4.9
Yucatán	Valladolid	3.7	4.1	3.1	5.4	5.7	5.3	5.	5.4	4.9	4.2	3.8	3.	3.1	5.7	4.5
Zacatecas	Zacatecas	4.9	5.7	6.6	7.5	7.8	6.2	6.	5.9	5.4	4.8	4.8	4.	4.1	7.8	5.8

BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES DE CONSULTA

- “Energía solar fotovoltaica” Luís Castañeda Muños Ed. UPC
- “Energía solar fotovoltaica” José Mompin Poblet Ed. Marcombo
- “Energías renovables” Jennifer Carless EDAMEX
- “Energías Alternativas” José a Domínguez Gómez 2da edición
Ed. Equipo Sirius
- “Guía fácil de la energía solar pasiva – calor y frío natural”
Bruce Anderson / Malcom Wells Ed G. Gili, S. A.
- “Guía del instalador de energías renovables” Tomas Perales Benito
Ed. LIMUSA
- “Uso directo de la energía solar” Farrington Daniels H Blume Ed.
- “Energía Solar” Julia Gonzáles Hurtado Ed. Alhambra
- “Constitución y funcionamiento de las pilas de combustible” Erhard
Weidlich Ed. Marcombo

http://es.wikipedia.org/wiki/Energ%C3%ADa_renovable

<http://www.cfe.gob.mx/es/LaEmpresa/generacionelectricidad/lisctralesgeneradoras/>.

http://www.conae.gob.mx/wb/CONAE/CONA_622_energia_de_la_biomasa

http://omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/058/htm/sec_8.htm

<http://www.cfe.gob.mx/es/LaEmpresa/generacionelectricidad/eoloelectrica/>

http://www.conae.gob.mx/wb/CONAE/CONA_2046_energias_renovables

http://es.wikipedia.org/wiki/Energia_nuclear

<http://www.cfe.gob.mx/es/LaEmpresa/generacionelectricidad/nucleoelectlagverde/>