

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS



**SOFTWARE SIMULADOR DE CONSUMO ENERGÉTICA PARA
SISTEMAS FOTOVOLTAICOS EN EDIFICIO RESIDENCIALES**

TESIS QUE

PARA OBTENER EL GRADO DE:

**MAESTRO EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA
COMUNICACIÓN**

PRESENTA

DIEGO CESAR SILVA CAMPA

Mexicali, Baja California

MAYO 2014

Resumen

La energía solar es una de las energías que el hombre ha intentado explotar en estos últimos años debido a los avances tecnológicos y las tendencias de los países a la generación de las energía renovables y con ello reducir costos de producción energética y la reducción de contaminantes que son expulsados al medio ambiente por la generación de la energía.

Este proyecto está enfocado en una de las tecnologías de generación de electricidad que son las celdas fotovoltaicas (celdas solares), donde se realiza un análisis de los aspectos que caracterizan a este tipo de tecnología y con ello dar información relevante que pueda ayudar a usuarios para la adquisición de estos aparatos, para posteriormente poder instalarlas en las viviendas.

Lo importante de este proyecto es desarrollar una herramienta que ayuda a los usuarios en los requerimientos técnicos para la adquisición de las celdas fotovoltaicos y así ello pueda colocarlas en sus viviendas (edificio residencial).

Además, se mostrara que metodología de desarrollo de software fueron seleccionadas para realizar el simulador. Donde se verán los aspectos principales de cada una de ellos, con el fin de enfatizar las características que se tomaron en cuenta para su selección.

Tabla de Contenido

Capítulo I

Introducción

1.1 Antecedentes	1
1.2 Definición del Problema	5
1.3 Objetivo	6
1.3.1 Objetivo General	6
1.3.2 Objetivos Específicos	6
1.4 Justificación	7
1.5 Terminología	8

Capítulo II

Marco Teórico

2.1 Desarrollo de Software	11
2.1.1 Fundamentos	11
2.1.2 Las etapas de ciclo de vida del software	13
2.1.2.1 El Proceso	13
2.1.2.1.1 Modelo del proceso de cascada	13
2.1.2.1.2 Modelo del proceso de espiral	13
2.1.2.1.3 Modelo del proceso incremental	15
2.1.2.1.4 Modelo del proceso orientado a objetos	16
2.1.2.1.5 Modelo del proceso lenguaje unificado de modelado	16
2.1.2.2 El Proyecto	20
2.1.2.2.1 Planificación	21
2.1.2.2.2 Recursos	22
2.1.2.2.3 Seguimiento y control	23
2.1.2.2.4 Evaluación de proyecto	23
2.1.2.3 El Producto	24
2.1.2.3.1 Requerimiento de sistema.	24
2.1.2.3.2 Arquitectura de software.	24

2.1.2.3.3 Diseño detallado.	25
2.1.2.3.4 Implementación.	25
2.1.2.3.5 Prueba.	25
2.2 Simulador.	25
2.2.1 Definición.	25
2.2.2 Ejemplo de simulación.	26
2.3.3 Ejemplo de un simulador.	27
2.3 Celdas Fotovoltaicas.	28
2.3.1 Historia.	28
2.3.1.1 El desarrollo de las celdas fotovoltaicas.	28
2.3.1.2 Aplicaciones Históricas.	30
2.3.2. Energía Solar.	31
2.3.2.1 Breve historia.	31
2.3.2.2 La radiación solar y la atmosfera.	32
2.3.3. El porqué de las celdas fotovoltaicas.	34
2.3.4. El Consumo.	36
2.3.4.1 Uso Residencial.	36
2.3.5. Sistemas Fotovoltaicas.	36
2.3.5.1 Generalidades del sistema fotovoltaicas.	36
2.3.5.2 Módulos fotovoltaicos.	37
2.3.5.2.1 Paneles Solares.	37
2.3.5.2.2 Tipos de paneles Solares.	37
2.3.5.2.3 Parámetros eléctricos de las celdas fotovoltaicas.	38
2.3.5.2.3.1 Tensión de circuito abierto (V_{oc}).	38
2.3.5.2.3.2 Corriente del cortocircuito (I_{cc}).	38
2.3.5.2.3.3 Punto de tensión máxima (P_m).	39
2.3.5.2.3.4 Potencia cresta/rendimiento.	39
2.3.5.2.4 Colocación de las celdas fotovoltaicas.	40
2.3.5.2.5 Área del arreglo.	41
2.3.5.2.6 Orientación de las celdas.	41
2.3.5.2.7 Análisis de cargas.	42

2.3.5.2.7.1 Demanda de potencia.	43
2.3.5.2.7.2 El diseño eléctrico.	43
2.3.5.2.7.3 Consumo de energía.	43
2.3.5.2.7.4 Tiempo de operación.	45
2.3.5.2.7.5 Cálculos de los datos de carga.	46
2.3.5.2.8 La selección del modulo fotovoltaico.	48
2.3.5.3 Dispositivos que engloban las celdas fotovoltaicas.	49
2.3.5.3.1 Inversores y características para su selección.	49
2.3.5.3.2 Baterías y características.	51
2.3.5.2.3.1 Selección de las baterías.	52
2.3.5.3 Regulador de cargas y características.	54
2.4 Normas mexicanas que aplican en las celdas fotovoltaicas.	56

Capítulo III

Metodología

3.1 Introducción.	60
3.2 Sujetos.	61
3.3 Procedimiento.	62
3.3.1 Análisis de Requerimientos.	63
3.3.1.1 Proceso de Usuario.	63
3.3.1.2 Sistema Operativo.	64
3.3.1.3 Dispositivos.	66
3.3.1.4 Hospedaje del Software.	68
3.3.1.5 Parámetros de los Sistemas Solares.	70
3.3.1.5.1 Consumo eléctrico en el hogar.	70
3.3.1.5.2 El factor de eficiencia.	71
3.3.1.5.3 Área de instalación.	72
3.3.1.5.4 Inversor.	72
3.3.1.5.5 Baterías.	73
3.3.1.5.6 Resultado Final.	73
3.3.2 Diseño.	73

3.3.2.1 Nombre de Software.	74
3.3.2.1.1 Opciones.	74
3.3.2.2 Pantallas del Software.	78
3.3.2.3 Proceso del Software.	84
3.3.3 Prueba.	87
3.3.3.1 Pruebas con distintos dispositivos.	87
3.3.3.2 Pruebas con usuarios.	90

Capítulo IV

Resultados

4.1 Resultados	94
----------------	----

Capítulo V

Conclusiones y Recomendaciones.

5.1 Conclusiones.	96
5.2 Recomendaciones.	96

Capítulo VI

Referencias Bibliográfico

Bibliografías	98
---------------	----

Capítulo VII

Anexos

Anexos	99
--------	----

Lista de Tablas

Tabla 2.1 Diagrama detallado de requerimiento del sistema.	17
Tabla 2.2 Consumo total de energía.	46
Tabla 2.3 Consumo medio de aparatos domésticos.	47
Tabla 2.4 Tabla de datos de radiación típica con un ángulo de 60 grados.	49
Tabla 2.5 Voltaje del sistema dependiendo de los requerimiento de potencia continua máxima.	50
Tabla 3.1 Población.	62
Tabla 3.1 Consumo total de energía.	71

Lista de Figuras

Figura 1.1 Producción Mundial de Energía Eléctrica	1
Figura 1.2 Complejo Eléctrico Fotovoltaico en Nevada, USA.	2
Figura 1.3 Mapa mundial de cantidad de energía solar.	3
Figura 1.4 Campo de celdas en Vizcaíno B. C. S.	3
Figura 1.5 Fraccionamiento Valle de las Misiones	4
Figura 2.1 Modelo de cascada	13
Figura 2.2 Modelo en Espiral	15
Figura 2.3 Modelo del proceso incremental	16
Figura 2.4 Caso de uso de UML.	18
Figura 2.5 Diagrama conceptual.	18
Figura 2.6 Diagrama de estructura estática.	19
Figura 2.7 Diagrama de interacción.	20
Figura 2.8 Diagrama de Gantt	21
Figura 2.9 Campo de energía eléctrica fotovoltaica en Shanghai, China	31
Figura 2.10 Radiación solar en vivienda.	33
Figura 2.11 Mapa mundial de cantidad de energía solar.	34
Figura 2.12 Recurso solar en México.	34
Figura 2.13 Sistema eléctrico convencional.	35
Figura 2.14 Angulo de inclinación para verano, invierno y todo el año.	42
Figura 2.15 requerimientos de carga	44
Figura 3.1 Caso usuario - sistema.	63
Figura 3.2 Proceso de usuario.	63
Figura 3.3 Proceso de sistema.	63
Figura 3.4 El top 7 de los sistemas operativos en México.	65
Figura 3.5 Móviles vs computadores de escritorios 1.	66
Figura 3.6 Móviles vs computadores de escritorios 2.	67
Figura 3.7 Móviles vs computadores vs tabletas.	68
Figura 3.8 Grafica de aplicación gratis vs de paga.	69
Figura 3.9 Google play.	69
Figura 3.10 Google trends.	74

Figura 3.11 Top de búsquedas referidos a celdas fotovoltaicas.	74
Figura 3.12 búsquedas con paneles solares.	75
Figura 3.13 búsquedas con panel solar.	75
Figura 3.14 búsquedas con celda solar.	76
Figura 3.15 Top de búsquedas referidos a celdas fotovoltaicas en ingles.	77
Figura 3.16 búsquedas con solar cell.	77
Figura 3.17 búsquedas con solar panels.	78
Figura 3.18 Pantallas de Bienvenida.	79
Figura 3.19 Pantallas de opciones.	79
Figura 3.20 Selección de artículos.	80
Figura 3.21 Opción uno y dos - Resultados.	80
Figura 3.22 Opción tres - Resultado.	81
Figura 3.23 Opciones - ayuda.	81
Figura 3.24 Selección de artículos - ayuda.	82
Figura 3.25 Opción uno - ayuda.	82
Figura 3.26 Opción dos - ayuda.	83
Figura 3.27 Opción tres - ayuda.	83
Figura 3.28 Samsung Galaxy ACE.	88
Figura 3.29 Samsung Infuse.	89
Figura 3.30 Samsung Galaxy Tablet.	90
Figura 3.31 LG Nexus 4.	91
Figura 3.32 Pruebas - encuesta 1.	92
Figura 3.33 Pruebas - encuesta 2.	93
Figura 3.34 Pruebas - encuesta 3.	93
Figura 3.35 Pruebas - encuesta 4.	94
Figura 3.36 Pruebas - encuesta 5.	94
Figura 4.1 Pantallas de opciones.	95
Figura 4.2 Pruebas - encuesta 1.	96
Figura 4.3 Pruebas - encuesta 2.	96

Capítulo I

Introducción

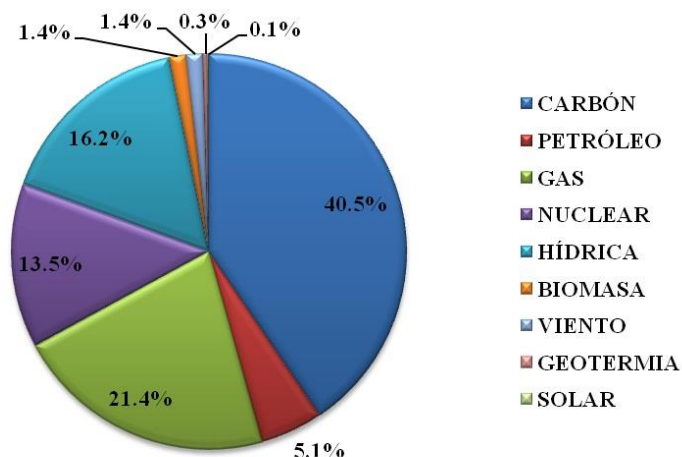
1.1 Antecedentes

El siguiente proyecto está dirigido a analizar los datos técnicos que son necesarios para la instalación de las celdas fotovoltaicas, para poder definir como hacer el proyecto, primero se deberá de ver a donde se dirige.

La energía renovable se denomina como la energía que se obtienen de fuentes naturales inagotables, unas por la cantidad inmensa de energía que contiene y otras porque son capaces de regenerarse por medios naturales.

Esta tendencia de utilizar las energías renovables se ha estado desarrollando debido a que el ser humano tiene demasiada dependencia de los combustibles fósiles para la generación de la energía. Los combustibles fósiles son señalados por causar impacto negativo al medio ambiente. Los siguiente es una grafica de como se está generando la energía eléctrica en el mundo.

Figura 1.1 Producción Mundial de Energía Eléctrica



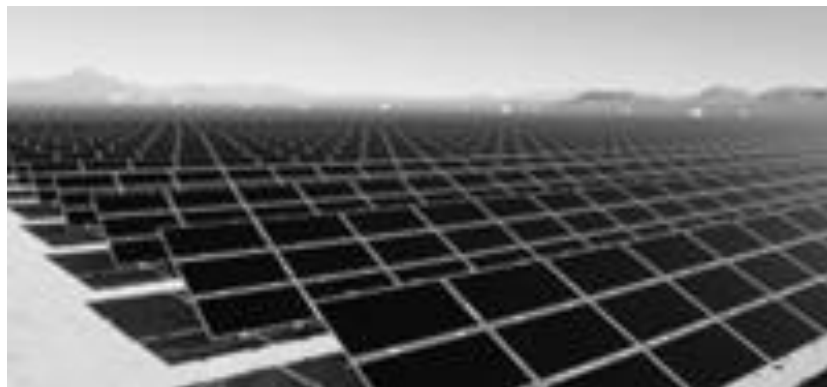
Donde se puede apreciar que la mayor parte de la generación de energía eléctrica es a base de carbón, petróleo y gas.

El reto de los países es cambiar el modo de generar la energía eléctrica, donde paulatinamente se vaya cambiando de combustibles fósiles o nucleares a la energía renovable o amigable al medio ambiente. Una de estas alternativas es la aplicación de celdas fotovoltaicas para la generación de energía eléctrica que esta representa el 0.1% de la generación de energía eléctrica.

La energía solar es la energía que se obtiene de las radiaciones electromagnéticas emanadas del sol. Este tipo de energía no es nada nueva, si echamos un vistazo a los libros de biología veremos que las plantas aprovechas la energía proveniente del sol, para transformarla en energía donde esto se denomina la fotosíntesis. Este mismo principio se usa en las celdas fotovoltaicas, la transformación de energía solar a energía eléctrica.

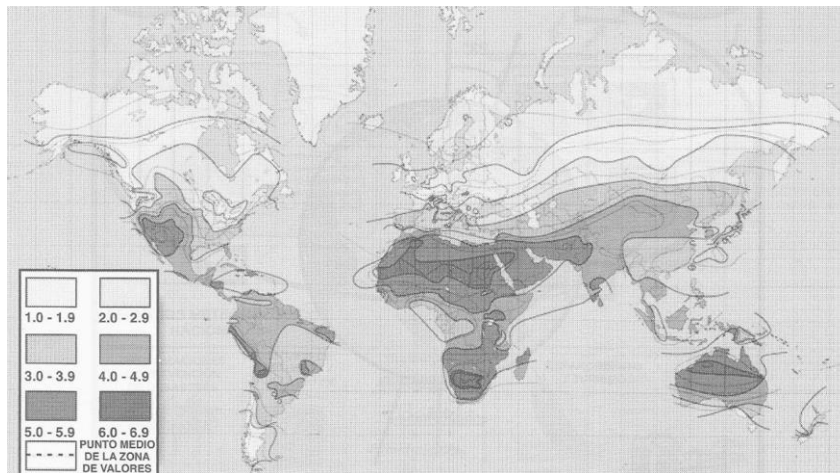
Muchos países como Estados Unidos y Australia están invirtiendo en la construcción de plantas fotovoltaicas para reducir sus emisiones a la atmosfera, como por ejemplo en el desierto de Nuevo México esta una planta de celdas fotovoltaicas que genera la cantidad de energía eléctrica de 300 Mega Watts (MW), si lo comparamos con Cerro Prieto que genera 730 MW que es una planta geotérmica se puede ver que genera casi la mitad de watts.

Figura 1.2 Complejo Eléctrico Fotovoltaico en Nevada, USA (PV magazine, 2010).



Un estudio del Investigador Enrique Calderas en su ponencia “Parámetro Mundial de la Energía” (2013) menciona que “México es una de los 5 países con mayor potencial energético de energía solar y donde los techos de las viviendas en México reciben la suficiente cantidad de energía solar como para producir hasta 200 veces la cantidad que consume”. Esto nos dice que en México se puede utilizar este tipo de tecnología. Esto se muestra en la siguiente imagen.

Figura 1.3 Mapa mundial de cantidad de energía solar (Harper, 2010).



Greenpeace en Español menciona que: “La energía solar puede dar electricidad limpia a mas de 4.000 millones de personas para 2030” (2010). En México se construye una planta eléctrica de celdas fotovoltaicas, esta se encuentra en el Vizcaíno en la B. C. S. donde esta planta generara 1 MW que se aprovechara en la región, siendo esta la primera planta de energía de celdas fotovoltaicas en México.

Figura 1.4 Campo de celdas en Vizcaíno B. C. S. (Conermex, 2011)



En la región de Mexicali B. C. se encuentra un conjunto de viviendas (Fraccionamiento Valle de las Misiones) que cuentan con un sistema fotovoltaico para su autoconsumo y donde esta interconectada a la red eléctrica de la Comisión Federal de Electricidad (CFE). Este es un conjunto de 220 casas que producirán hasta el 50% anual de su consumo eléctrico.

Figura 1.5 Fraccionamiento Valle de las Misiones (Conermex, 2011)



No obstante esto ha sido un hecho aislado en la ciudad de Mexicali, se puede ver que el gobierno, empresas y habitantes en general están optando por este tipo de tecnología de generación de energía eléctrica, ya que puede representar un ahorro sustancial en el consumo eléctrico.

1.2 Definición del Problema

La región de Mexicali, Baja California, es una de las áreas con mayor potencial energético solar de México e idóneo para la instalación de celdas fotovoltaicas. Donde gracias a la apertura de las leyes mexicanas con respecto a las energías renovables se puede utilizar sistemas de generación de energía eléctrica (como las celdas fotovoltaicas) para uso residencial.

El hecho de que Mexicali sea una de las regiones con clima más caluroso de México, hace que sus habitantes consuman mucha electricidad por el uso constante de los aparatos de aire acondicionado. Por ello muchas de las personas de Mexicali optan por alternativas para la disminución de las tarifas, por ejemplo, focos ahorradores, refrigeradores eficientes, aire acondicionados con mayor eficiencia, entre otros.

Otra de las alternativas para la disminución de las tarifas es la utilización de celdas fotovoltaicas (solares), pero muchas de las personas que tienen la iniciativa de la instalación de las celdas pueden tener la incertidumbre de qué elementos son los necesarios para la instalación de las celdas y si realmente es redituable esta instalación.

Es importante que cualquier persona de la región que quiera instalar las celdas realice previamente los cálculos necesarios para la instalación de las celdas fotovoltaicas. Adicionalmente existen algunos simuladores para este campo, los cuales no son suficientemente entendibles para personas con un conocimiento mínimo o nulo de esta tecnología de generación de electricidad. Por lo tanto es importante que estos cálculos sean transparentes para el usuario.

1.3 Objetivo

1.3.1 Objetivo General

Desarrollar un software simulador de consumo energético para la instalación de sistemas fotovoltaicos en edificios residenciales de acuerdo a las normas mexicanas y parámetros técnicos.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Analizar los parámetros técnicos para las celdas fotovoltaicas.
- Analizar las normas mexicanas que aplican a los sistemas fotovoltaicos.
- Desarrollar una aplicación que realice los cálculos basándose en los parámetros técnicos.

1.4 Justificación

Este proyecto estudia los parámetros técnicos que se requiere para la instalación de sistemas fotovoltaicos, simulando el consumo eléctrico de los edificios residenciales, y así poder apoyar a los residentes para la instalación de los sistemas.

El desarrollo del simulador ayudara a los usuarios a representar su situación de consumo eléctrico que tienen diariamente, donde se podrá visualizar que tanto puede favorecerle el dejar de utilizar ciertos aparatos. En adición en el mercado existen desarrollos de simuladores para la instalación de las celdas fotovoltaicas donde son muy especializados y puntualiza cada elemento que participa en la instalación, donde el usuario deberá de tener conocimientos eléctricos y de instalación de circuitos eléctricos, además son dirigidos a múltiples regiones o países donde existen distintas legislaciones acerca de la generación de energía eléctrica.

Es importante que el simulador sea lo suficientemente amigable y entendible para el usuario final, donde un usuario con poco conocimiento de sistemas fotovoltaicos y eléctricos sea capaz de realizar dichas operación. Las tecnologías de la información ayudaran al desarrollo de las herramientas necesarias para la creación del simulador donde se realizaran los cálculos.

1.5 Terminología

Medio ambiente: A todo lo que rodea a un ser vivo.

Energías renovables: La energía que se obtiene de fuentes naturales virtualmente inagotables.

Energías Limpias: Son aquellas que no generan residuos como consecuencia directa de su utilización.

Emisiones a la atmósfera: son todos los fluidos gaseosos, puros o con sustancias en suspensión; así como toda forma de energía radioactiva, electromagnética o sonora, que emanen como residuos o productos de la actividad humana o natural

Corriente directa: se refiere al flujo continuo de carga eléctrica a través de un conductor entre dos puntos de distinto potencial, que no cambia de sentido con el

Corriente directa: es aquella cuyas cargas eléctricas o electrones fluyen siempre en el mismo sentido en un circuito eléctrico cerrado, moviéndose del polo negativo hacia el polo positivo de una fuente de fuerza electromotriz

Acometida: para una vivienda unifamiliar es monofásica, a tres hilos, uno para la fase o activo, otro para el neutro y el tercero para la tierra, a 127 o 230 voltios dependiendo del país.

Watts: El vatio o watt¹ es la unidad de potencia del Sistema Internacional de Unidades. Su símbolo es W. Un vatio es la potencia eléctrica producida por una diferencia de potencial de 1 voltio y una corriente eléctrica de 1 amperio (1 voltamperio)

Mega Watts (MW): El megavatio es una unidad de potencia en el Sistema Internacional equivalente a un millón de vatios.

Software: al equipamiento lógico o soporte lógico de un sistema informático, que comprende el conjunto de los componentes lógicos necesarios que hacen posible la realización de tareas específicas.

Hardware: se refiere a todas las partes tangibles de un sistema informático; sus componentes son: eléctricos, electrónicos, electromecánicos y mecánicos. Son cables, gabinetes o cajas, periféricos de todo tipo y cualquier otro elemento físico involucrado

Colectores o captadores térmicos: es cualquier dispositivo diseñado para recoger la energía radiada por el sol y convertirla en energía térmica.

Calefacción solar: Sistema en el que la energía solar es captada, almacenada y distribuida por medios naturales, sin el empleo de tecnología.

Corriente directa: se refiere al flujo continuo de carga eléctrica a través de un conductor entre dos puntos de distinto potencial, que no cambia de sentido con el tiempo.

Radiación solar: Es el conjunto de radiaciones electromagnéticas emitidas por el Sol.

Atmosfera: es la parte gaseosa de la Tierra, siendo por esto la capa más externa y menos densa del planeta.

Confort: es aquello que produce bienestar y comodidades. Cualquier sensación agradable o desagradable que sienta el ser humano le impide concentrarse en lo que tiene que hacer.

Centrales termoeléctricas: es una instalación empleada en la generación de energía eléctrica a partir de la energía liberada en forma de calor, normalmente mediante la combustión de combustibles fósiles como petróleo, gas natural o carbón.

Centrales Hidroeléctricas: se utiliza energía hidráulica para la generación de energía eléctrica. Son el resultado actual de la evolución de los antiguos molinos que aprovechaban la corriente de los ríos para mover una rueda.

Central Eólicas: Las centrales eólicas se basan en la utilización del viento como energía primaria para la producción de energía eléctrica.

Voltios: Es la unidad derivada del Sistema Internacional para el potencial eléctrico, la fuerza electromotriz y la tensión eléctrica.

Linux: El sistema operativo de código abierto Linux, o Linux OS, es un sistema operativo de libre distribución multiplataforma basado en Unix que se puede instalar en PCs, laptops, netbooks, dispositivos móviles y tabletas, consolas de videojuegos, servidores, supercomputadores y mucho más.

Desktop: Computadora de escritorio u ordenador de sobremesa (en España) es una computadora personal que es diseñada para ser usada en una ubicación fija, como un escritorio (como su nombre indica), a diferencia de otros equipos personales como las computadoras portátiles.

Smartphone: Un teléfono inteligente es un teléfono móvil construido sobre una plataforma informática móvil, con una mayor capacidad de almacenar datos y realizar actividades semejantes a una minicomputadora y conectividad que un teléfono móvil convencional.

Hospedaje o el alojamiento web (en inglés *web hosting*) es el servicio que provee a los usuarios de Internet un sistema para poder almacenar información, imágenes, vídeo, o cualquier contenido accesible vía web. Es una analogía de "hospedaje o alojamiento en hoteles o habitaciones" donde uno ocupa un lugar específico, en este caso la analogía alojamiento web o alojamiento de páginas web, se refiere al lugar que ocupa una página web, sitio web, sistema, correo electrónico, archivos entre otros. en internet o más específicamente en un servidor que por lo general hospeda varias aplicaciones o páginas web.

Android: Es un sistema operativo basado en *Linux* diseñado principalmente para dispositivos móviles con pantalla táctil, como teléfonos inteligentes o tabletas, inicialmente desarrollado por *Android, Inc.* Google respaldó económicamente y más tarde compró esta empresa en 2005.

Symbian: Fue un sistema operativo producto de la alianza de varias empresas de telefonía móvil.

Windows Phone: es un sistema operativo móvil desarrollado por *Microsoft*, como sucesor de la plataforma Windows Mobile

Blackberry: es una marca de teléfonos. Desarrollada por la compañía canadiense *BlackBerry* que integra el servicio de correo electrónico móvil en 1999; aunque incluye las aplicaciones típicas de un *smartphone*: libreta de direcciones, calendario, listas de tareas, block de notas etc.,

iOS: es un sistema operativo móvil de la empresa Apple Inc. Originalmente desarrollado para el iPhone (iPhone OS), siendo después usado en dispositivos como el *iPod Touch*, *iPad* y el *Apple TV*. Apple, Inc. no permite la instalación de *iOS* en hardware de terceros.

Capítulo II

Marco Teórico

2.1 Desarrollo de Software

En esta sección se presentan los fundamentos en los que se basa el software simulador: los métodos, las herramientas, y los procedimientos que provee la ingeniería de software con la finalidad de considerar de considerarlos para el desarrollo de este. Adicionalmente se describe y analiza los paradigmas del ciclo de vida del software, desde el tradicional modelo de cascada hasta los actuales orientado a objetos. Donde esto ayuda para la creación de la metodología que se requiera para desarrollar el software, a fin de seleccionar el ciclo de vida más adecuado.

2.1.1 Fundamentos.

Durante el transcurso de la historia de la computación, uno de los problemas más importantes que se enfrentan los ingenieros en desarrollo de software, es el poco entendimiento de la ingeniería, donde muchos de esto se debe a la falta de un marco teórico común que pueda ser usado para todas las personas que participan en el desarrollo de un proyecto. A pesar de ello, el desarrollo de la ingeniería de software seguía en evolución, según crecía el Hardware y la Internet.

Por otro lado existen muchos autores que denotan la ingeniería de software donde destaco la siguiente definición: "La ingeniería del software surge a partir de las ingenierías de sistemas y de hardware, y considera tres elementos clave: que son los métodos, las herramientas y los procedimientos que facilitan el control del proceso de desarrollo de software y brinda a los desarrolladores las bases de la calidad de una forma productiva" (Pressman, 1993).

Dentro de esta definición de ingeniería de software destaco los tres elementos claves que son los método, las herramientas y los procedimientos donde se pudieran englobar en una serie de modelos, donde estos modelos se denotan como

paradigmas de la ingeniería de software, por lo tanto dependiendo de cómo es la naturaleza del proyecto a desarrollar se selecciona el paradigma adecuado.

Adicionalmente otros autores manejan el proceso de desarrollo de software unificado, que tiene como características las cuatro P las cuales son: Persona, Proceso, Proyecto y Producto. Donde las personas son aquellas involucradas en un proyecto de software, el proceso son las etapas para el desarrollo del software, el proyecto es un conjunto de etapas para la construcción del software, el producto es hacer un análisis de requerimientos para poder desarrollar el software.

Hay otras teorías que describen sistemáticamente el proceso de construcción del software como: Obtención de requerimientos del software, el diseño del software, la implementación, las pruebas, la instalación, el mantenimiento y la aplicación.

Por lo tanto a todas estas teorías para la construcción del software se le denomina como ciclo de vida del software.

Por lo anterior, el software o producto, en su desarrollo para una secuencia de fases que se denominan como ciclo de vida, siendo necesario definir cada una de estas fases. Una manera de definir al ciclo de vida de software es: "a todo la vida del software, comenzando con su concepción y finalizando en el momento de la desinstalación del mismo" (Charles Sigwart, Gretchen Van Meer, John Hansen., 1990).

Existen más definiciones de este concepto como la de "marco de referencia, que contiene los procesos, las actividades y las tareas involucradas en el desarrollo, la explotación y el mantenimiento de un producto de software, abarcando la vida del sistema desde la definición de requisitos hasta la finalización de su uso" (Piattini, 1996). En las siguientes secciones se verán los procesos del ciclo de vida del software y los paradigmas con los que se desarrolla.

2.1.2 Las etapas de ciclo de vida del software.

2.1.2.1 El proceso.

Como ya se vio anteriormente, la ingeniería de software es el proceso con el cual se construyen aplicación de distintos tamaños y de alcances variables, todo para satisfacer los requerimientos para su funcionalidad, como por ejemplo, controlar una maquina cortadora de metal, controlar una máquina para cirugías, como entretenimiento de las personas como los videojuegos o educativas para un ágil aprendizaje. Para ellos nos basaremos en los siguientes procesos:

1. Modelo del proceso de cascada.
2. Modelo del proceso de espiral.
3. Modelo del proceso incremental.
4. Modelo del proceso orientado a objetos.
5. Modelo del proceso lenguaje unificado de modelado (UML).

2.1.2.1.1 Modelo del proceso de cascada.

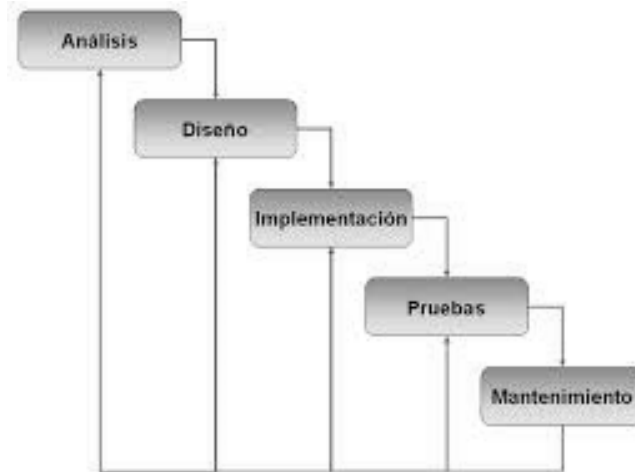
Este es el modelo clásico para el desarrollo de software, este fue presentado por primera vez por Royce en 1970, donde posteriormente se adecua a las necesidades y en 1981 Boehm presento su propuesta, seguido de otros autores más. Este modelo presenta en lo general una serie de fases en orden lineal, pero permitiendo interacción con los estados anteriores. Las fases de este modelo consiste en:

- **Análisis de requerimientos:** Consiste en reunir las necesidades del producto. Este puede dividirse en análisis de requerimientos del sistema y requerimientos del software. Este análisis se estructura en forma de texto.
- **Diseño:** Describe la estructura interna del producto. Este puede dividirse en Diseño preliminar y Detallado. Normalmente se estructura de forma grafica y con texto.
- **Implementación (Codificación):** Esta se basa en la programación del software a cualquier nivel.
- **Integrarías:** Es donde se juntan todas las partes del producto.

- Pruebas: Se realizan las pruebas o ensayos correspondientes antes de entregar el producto.
- Mantenimiento: Esta fase es la última del proceso, es donde se repara y/o modifica el software.

Las características principales de este modelo de cascada establece que cada fase empieza cuando se ha terminado la anterior, para pasar a la fase posterior es necesario haber logrado los objetivos de la fase previa, donde también es útil como control de fichas de entrega, al final de cada fase el personal técnico y los usuarios tienen la oportunidad de revisar el progreso del proyecto (Braude, 2003).

Figura 2.1 Modelo de cascada (Braude, 2003).



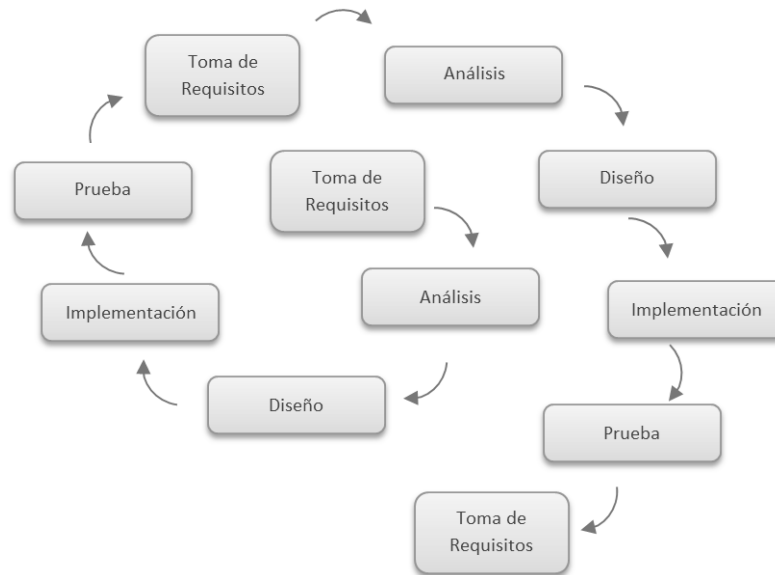
2.1.2.1.2 Modelo del proceso de espiral.

El modelo de espiral fue desarrollado en 1988 por Boehm donde propone un diagrama en forma de espiral, donde quiere superar algunas limitaciones del modelo de cascada. La espiral se forma en un cuadrante que forma parte del ciclo del desarrollo y con ello poder evolucionar. Cada cuadrante está representado por una fase que es:

1. Análisis de Requerimientos.
2. Diseño.
3. Implementación.
4. Prueba.

Una vez terminada la última fase se consigue un objetivo definido e inicia el siguiente objetivo, así sucesivamente. La espiral se representa de la siguiente manera:

Figura 2.2 Modelo en Espiral (Braude, 2003).

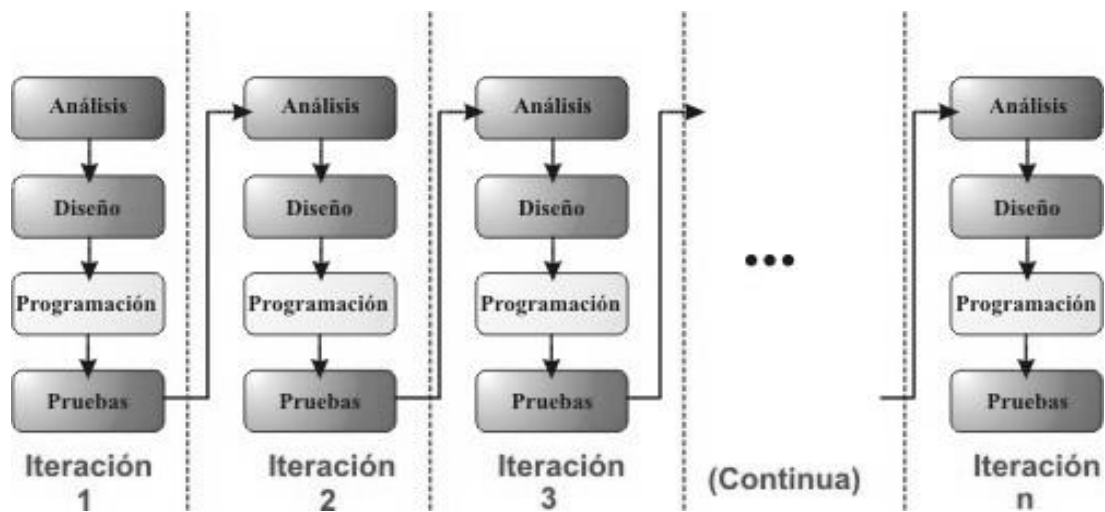


El modelo de espiral se adapta bien a la mayoría de los proyectos en el caso de proyectos que son de alto riesgo es necesario adicionar una fase de evaluación de riesgos para poder identificar y mejorar los factores de riesgo asociados al proyecto.

2.1.2.1.3 Modelo del proceso incremental.

El modelo incremental o también llamado modelo de mejora iterativa (se repite), es un modelo que fue creado para solucionar las desventajas del modelo clásico de cascada. Este modelo fue desarrollado por Lehman en 1984, básicamente sigue el mismo modelo que el de cascada, pero repitiéndose al finalizar el proceso para agregar nuevas funciones o requerimientos que permiten el refinamiento de la versión previa. En seguida se mostrará un grafico para ejemplificar este modelo.

Figura 2.3 Modelo del proceso incremental (Braude, 2003).



2.1.2.1.4 Modelo del proceso orientado a objetos.

Este método permite acelerar el desarrollo de sistemas de manera iterativa e incremental, donde permite la creación de los componentes para que sean utilizables. Para poner en contexto este modelo con los modelos tradicionales ya vistos, los modelos tradicionales están basados en el proyecto y el modelo orientado a objetos está basado su desarrollo del producto.

2.1.2.1.5 Modelo del proceso lenguaje unificado de modelado (UML).

Un modelo es una representación abstracta de una especificación, un diseño o un sistema, desde un punto de vista particular. Por otro lado un lenguaje de modelado es una manera de expresar los distintos modelos que se producen en el proceso de desarrollo (Perdita Stevens y Rob Pooley, 2002).

Este modelado se realiza basándose en los modelos de desarrollo de software tradicionales, como ya se vieron anteriormente, pero con la adecuación de diagramas de UML. Estos diagramas se pueden clasificar de la siguiente manera:

1. Requerimientos de Sistemas (Análisis): Se clasifican de los requerimientos del proyecto, los cuales se pueden identificar con una clave, a la cual se

hará referencia en los diagramas más detallados en adelante. Esta clasificación se hace en tres grandes grupos: Consultas e Informes, Almacenamiento y Procesamiento.

Ejemplo:

Tabla 2.1 Diagrama detallado de requerimiento del sistema.

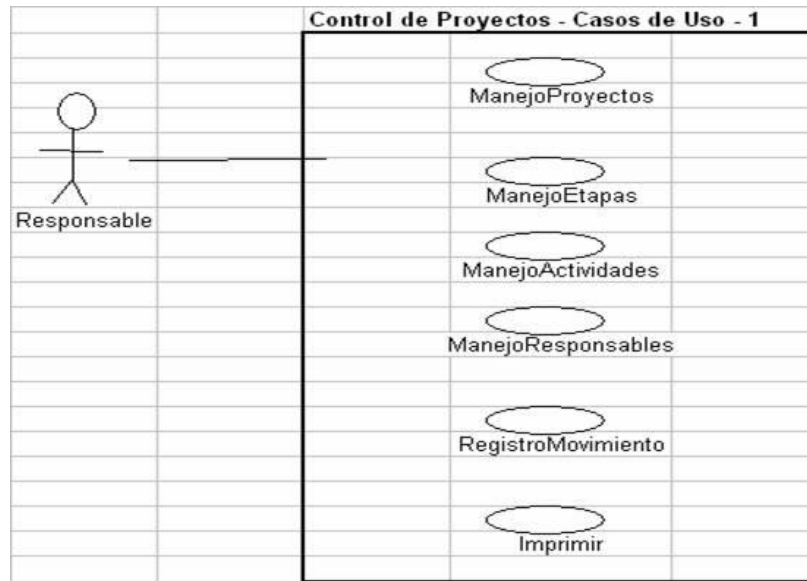
	Control de Proyectos
	Requerimientos
NroRequerimiento	Descripción
Consultas/informes	
R1	Informe Proyectos Detallado
R2	Informe Responsables
R3	Informe Movimientos
Almacenamiento	
R4	Datos por Proyecto: CodProyecto, nombre, fechaInicio, fechaTerminacion, ` porcentajeAvance y responsable
R5	Datos por Etapa: CodEtapa, nombre, porcentajeAvance, pesoPorcentual y responsable
R6	Datos por Actividad: codActividad, nombre, porcentajeAvance, responsable
R7	Datos por Responsables: CodResponsable, nombre
R8	Datos por Reporte de Tiempos: codActividad, fecha, responsable, horas y porcentajeAvance
Procesamiento	
R9	Cálculo del Porcentaje de Avance de la Etapa: $(\text{suma}(\text{avanceActividades}) / (\text{NroActividades} * 100))$
R10	Cálculo del Porcentaje de Avance del Proyecto: $\text{suma}(\text{porcentajeAvance} * \text{pesoPorcentual})$

2. Caso de uso: Este diagrama representa la funcionalidad completa de un sistema o una clase, mostrando su interacción con los agentes externos. Esta representación se hace a través de las relaciones entre los actores (agentes externos) y los casos de uso (acciones) dentro del sistema.

Se pueden visualizar como las funciones más importantes que la aplicación puede realizar o como las opciones presentes en el menú de la aplicación.

Ejemplo:

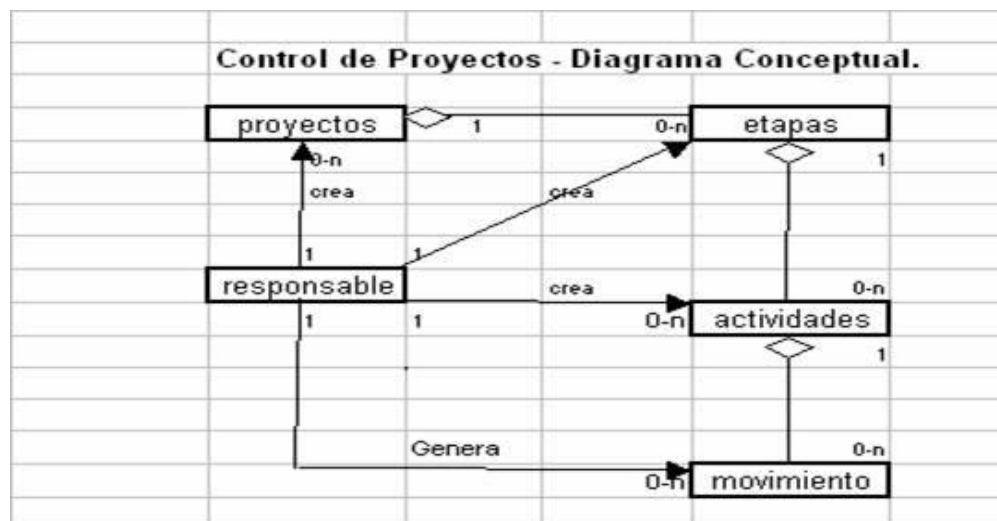
Figura 2.4 Caso de uso de UML.



3. Diagrama Conceptual: Muestra los conceptos presentes en el dominio del problema. Un concepto para este caso, en términos de la Programación Orientada a Objetos, es un objeto del mundo real; es decir, es la representación de cosas del mundo real y no de componentes de software. En él no se definen operaciones o métodos; en este modelo se pueden mostrar los conceptos, los atributos de los conceptos (opcionalmente) y la relación o asociación entre ellos. Informalmente podríamos decir que un concepto es una idea, cosa u objeto.

Ejemplo:

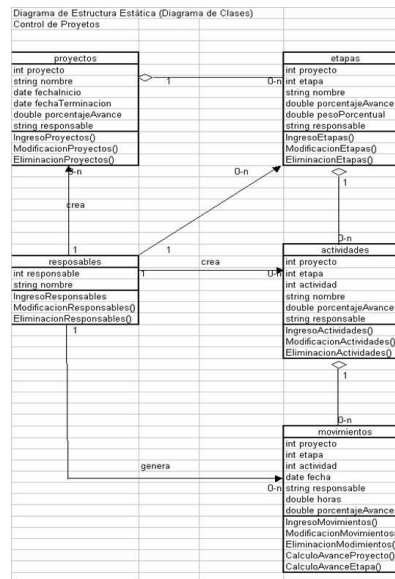
Figura 2.5 Diagrama conceptual.



4. Diagrama de estructura estática: Nos muestra una vista de la aplicación en un determinado momento, es decir, en un instante en que el sistema está detenido. Las clases son la plantilla de los objetos, y aquí podemos ver representados a estos con sus atributos o características y su comportamiento o métodos, así como la relación entre ellas.

Ejemplo:

Figura 2.6 Diagrama de estructura estática.

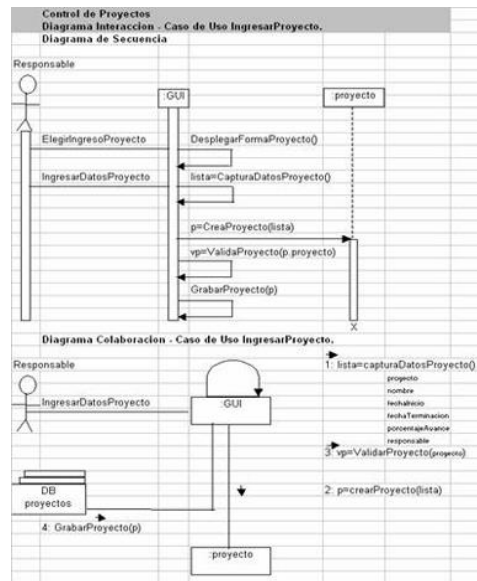


5. Diagrama de interacción: Son aquellos que muestran las interacciones de un usuario con el sistema. Interacción es una cadena de mensajes enviados entre los objetos en respuesta a un evento generado por el usuario sobre la aplicación. Los diagramas de interacción pueden ser diagramas de secuencia y diagramas de colaboración.

Estos diagramas conforman la etapa del diseño de la aplicación, y se crean a partir de los diagramas de casos de uso y el conceptual. Los diagramas de secuencia representan una interacción entre objetos de manera secuencial en el tiempo.

Ejemplo:

Figura 2.7 Diagrama de interacción.



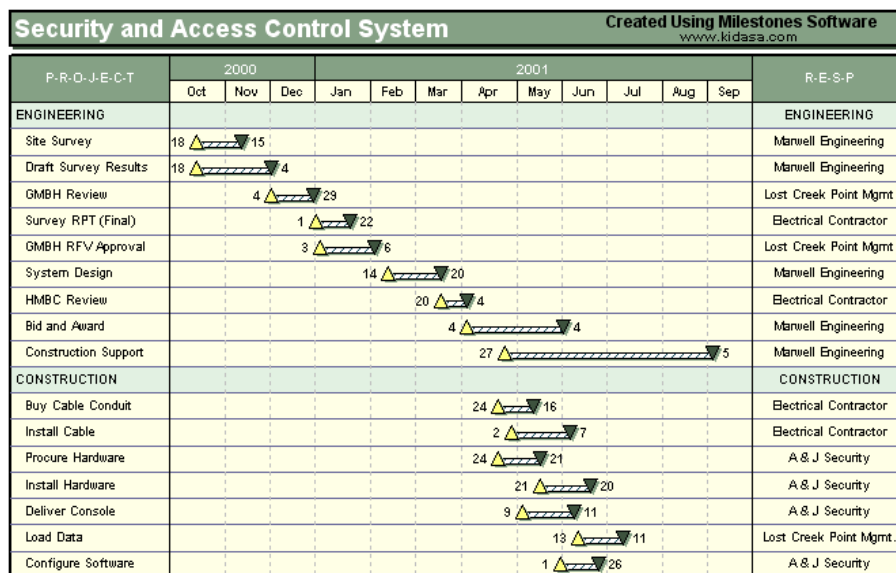
2.1.2.2 El Proyecto.

Una de las etapas más críticas del ciclo de vida del software es la administración del proyecto. Esta consiste en "gestionar la producción de un producto dentro del tiempo dado y los límites de fondo" (Braude, 2003). Para esto todo proyecto tiene asociado una serie de pasos que se deben seguir tales como: planificación, estimación de recursos (humanos y materiales), seguimiento y control, y evaluación del proyecto.

Por ello la selección del ciclo de vida está de la mano con el orden en la realización de las actividades a desarrollar.

Una herramienta que ayuda a la realización de un proyecto es el diagrama de Gantt, este sirve como referencia colocando las actividades, ponderando prioridad, definir fechas de inicio y final de las actividades, y analizar los recursos que se necesitan.

Figura 2.8 Diagrama de Gantt (ganttchart.com).



2.1.2.2.1 Planificación.

La planificación es la etapa que da forma al proyecto, es donde todo mundo se sienta y empieza a pensar en los cómo, los donde, los porque de las situaciones, como por ejemplo se debe realizar una estimación del trabajo a realizar, los recursos necesarios y el tiempo que se tardara en realizarse el proyecto.

La planificación de proyecto es "un marco de referencia de trabajo que permite al gestor hacer estimación razonables de recursos, costos y planificadores temporales" (Pressman, 2002). Para iniciar la planeación es importante empezar con el ámbito del software, donde se delimita el proyecto y se especifica "el control y los datos a procesar, la funcionalidad, el rendimiento, las restricciones, las interfaces y la fiabilidad" (Pressman, 2002). Para esto deberemos recolectar información sobre las necesidades del proyecto, para poder formular posibles soluciones y estudiar su viabilidad.

Se puede redactar una serie de documentos como:

- Plan de administración de proyecto.
- Informe de necesidades.

- Alternativas de solución.
- Soluciones factibles.
- Especificaciones de los requerimientos.
- Requisitos de interface de usuario.

Una vez obtenidos estos datos ya podrá delimitar el proyecto con actividades y sub-actividades. Una vez realizadas las actividades y sub actividades es recomendable calendarizar todas las actividades y poner una fecha se termina a cada una de ellas. Como ya fue mencionado una das las herramientas que se podría utilizar es la grafica de Gantt.

Posteriormente se deberá de realizar la ruta crítica y las actividades criticas, estas son actividades que se deberán se terminar antes de que pases a otra actividad. Al término de las rutas críticas se tendrá que evaluar los riesgos potenciales y las posibles soluciones para los riesgos. Este da un panorama de los riesgos que debemos de asumir al realizar el proyecto. Todos estos análisis los podrás complementar con documentos como:

- Actividades y Sub actividades.
- Grafica de Gantt.
- Ruta critica del proyecto.
- Análisis de riego.

2.1.2.2.2 Recursos.

La segunda fase del proyecto es la estimación de los recursos que se requieren para la realización del producto. Dependiendo del entorno donde está enfocado el proyecto es como se toman los recursos involucrados. Los cuales son los recursos humanos, estos son seleccionados dependiendo de la planificación que se realizo y las actividades que se deberán de hacer para realizar el proyecto, una de las primeras opciones es realizar un organigrama de las personas involucradas y así poder asignar actividades del proyecto, pero dependiendo del tamaño del

proyecto y el tiempo que se estimo para realizarlo puede variar el personal (por ejemplo una persona podría ser analista y programador, pero en otro proyector un grupo de personas solo se dedicarían a programar). Por otro lado los recursos de entorno, esto es donde se sostendrá el proyecto, es donde el proyecto echara mano para su realización en cuanto a lo material o de sistemas se refiere.

2.1.2.2.3 Seguimiento y control.

La tercera fase de proyecto es la administración de los mecanismos para el seguimiento de las actividades y el control de las mismas. Para ellos se pueden realizar distintos documentos que nos ayuden a ver los avances de las actividades y sub actividades, este documento lo podemos llamar estado de avance de la actividad o sub actividad o del proyecto en general donde este puede ser comparado con el diagrama de Gantt o con la calendarización de las actividades y así tener el control del proyecto. Por otra parte es importante llevar otro documento referente a los gastos que cada actividad genera, con esto posteriormente tener un control detallado de los gastos para poder compararlos con el presupuesto inicial.

Es importante la generación de otros mecanismos de seguimiento y control dependiendo del tamaño del proyecto donde podrán ampliarse de manera significativa o disminuirse según sea el caso.

2.1.2.2.4 Evaluación de proyecto

La fase cuatro es la evaluación del proyecto, es donde se lleva a cabo mecanismo para la medición del proyecto, para comparar lo planeado con la actualidad del proyecto. Estos mecanismos dan información importante para la toma de decisiones ya sea que el proyecto se esté desviando mucho de los objetivos o que el proyecto abre panoramas no planeados y que beneficien al proyecto.

2.1.2.3 El Producto

La tercera etapa del ciclo de vida del software es el producto, donde ya se empieza a desarrollar el producto, pero esto no aplica solo al software sino también a todo el entorno que es necesario para el funcionamiento adecuado del software. Esta etapa se divide en (Braude, 2003).

2.1.2.3.1 Requerimiento de sistema.

Es el proceso mediante el cual un analista de sistemas junto con el cliente detalla los requisitos con los cuales el software se desarrollara. Es muy probable que haya mucha ambigüedad en las palabras del cliente, por ello el análisis deberá especificar las características operativas del sistema (funciones, datos y rendimiento operativo). Por ello los requerimientos de sistema se dividen en dos, los requerimientos del cliente y los requerimientos detallados del sistema.

Para esto se deberá de documentar con detalle todos los requerimientos que el cliente te mencionó para el desarrollo del sistema para que cuando se haga la documentación del requerimiento detallado del sistema. Otra de las opciones de documentación que facilitan al desarrollador es la realización de mapeo de procesos.

2.1.2.3.2 Arquitectura de software.

La arquitectura de software se puede comparar con la arquitectura tradicional como la construcción de un edificio se realizan planos estructurales donde se ve el cómo se deberá de construir, en la arquitectura de software se realiza un diseño y planos de como se deberá de construir el software. La arquitectura se base en el análisis de requerimientos del sistema, para posteriormente realizar el diseño de alto nivel. Donde se diseñará los componentes de Hardware y software, las interfaces de usuario, la interconexión de datos, etc.. Todo esto se construirá no olvidando los requerimientos del cliente.

2.1.2.3.3 Diseño detallado.

Esta fase se representa con las actividades técnicas de desarrollo de software. No se inicia si no se tiene una arquitectura definida y sin el análisis de requerimientos bien definidos. Es la parte donde entran los programadores a desarrollar los detalles de diseño detallado en cada modulo, clase, o línea de código.

Esta fase se puede representar con mapas conceptuales, diagramas de algoritmos, diseño contra interfaces, entre otros.

2.1.2.3.4 Implementación.

La implementación se refiere al desarrollo de los módulos, unidades, etc. del sistema. Es donde el programador recibe los documentos generados en el diseño detallado y examina cada ellos para su desarrollo, donde esto sirve también para que no existan incongruencias o detalles faltantes.

2.1.2.3.5 Prueba.

La meta de las pruebas es el comprobar que es sistema sea adecuado a las necesidades del cliente y que no presente defecto e inconsistencias. Hay que tomar en cuenta que el tiempo que se requiere para la implementación de las pruebas es un costo que se deberá de calcular en la etapa de planeación.

2.2 Simulador.

En esta sección se describirá brevemente lo aspectos importantes de lo que es un simulador y ejemplos del uso de este tipo de software. Con esto se podrá tener un panorama un poco más definido sobre los simuladores.

2.2.1 Definición.

Para empezar a introducir a este tema deberemos de definir primero la palabra simular, donde en el diccionario la podemos encontrar como "Presentar como cierto o real algo que es falso o imaginario" basándonos es esta definición la

simulación es la reproducción de un fenómeno real mediante otro más sencillo y más adecuado para ser usado o estudiado.

Por este concepto muchos científicos han desarrollado mecanismos para simular diferentes teoremas matemáticos, técnicas, metodologías, etc. y con ellos poder estudiar los fenómenos que afectan a los que está simulando.

En la actualidad con la llegada de los sistemas de cómputo se abrió un panorama muy amplio para este campo, por ello vemos otra definición al concepto de simulación, como por ejemplo es el que maneja Jerry Banck en 1998, "donde la simulación es la imitación de la operación de algo real en un sistema". Donde aquí ya vemos que habla de sistemas.

Otra definición un poco más amplia es la de Robert Shannon (1998) donde define simulación como "es el proceso de diseñar un modelo de un sistema real y realizar experimentos con él para entender el comportamiento del sistema o evaluar varias estrategias (dentro de los límites impuesto por un criterio o por un conjunto de criterios) para la operación del sistema".

En estos casos, todos los autores concuerdan que se simula un proceso para poder estudiarlo y ver qué fenómenos ocurren en él.

2.2.2 Ejemplo de simulación.

Un ejemplo muy sencillo y práctico es el de un banco, donde nuestro interés es el tiempo que un cliente espera para ser atendido o en otras palabras más técnicas, el tiempo promedio del cliente dentro del sistema. Allí se visualiza un sistema de formación de colas con un solo carril (línea de espera) donde esta se dirige a la caja. Supongamos que el tiempo entre la llegada de los clientes es uniforme entre 1 a 10 minutos. Adicionalmente la caja requiere entre 1 a 6 minutos en atender a el cliente (Robert Shannon, 1998).

Por lo tanto deberemos de diseñar algo que represente esa realidad pero sin intervenir el sistema real. En este ejemplo podemos emplear sistemas no computarizados para la obtención de los datos. Para seguir con el ejemplo podemos utilizar en vez de clientes unas tapas de soda y unos dados (representaran el tiempo de espera aleatoria y el tiempo de llegada de los clientes). Lo siguiente es numerar cada cliente, para posteriormente colocarlos en la fila, lo siguiente es lanzar los dados para la atención al cliente, con estos datos los podemos meter en una tabla para ver los datos, y con ello poder observar patrones, promedios, entre otros. Lo anterior es un ejemplo de un simulador donde se obtiene datos para ver el comportamiento del sistema.

2.2.3 Ejemplo de un simulador.

En la actualidad hay infinidad de simuladores de todo tipo, como se describirán a continuación:

- Simulador de conducción: Permiten a los alumnos de autoescuela, enfrentarse con mayor seguridad a las primeras clases prácticas.
- Simulador de carreras: Es el tipo de simulador más popular; se puede conducir un automóvil, motocicleta, camión, etc.
- Simulador de vuelo o de aviones: Permite dominar el mundo de la aviación y pilotar aviones, helicópteros, etc..
- Simulador de trenes: Permite controlar un tren.
- Simulador de negocio: Permite simular un entorno empresarial. Es posible jugar diferentes roles dentro de las funciones típicas de un negocio
- Simulador de redes: Permite simular redes.
- Simulador clínico médico: Permite realizar diagnósticos clínicos sobre pacientes virtuales.
- Simulador musical: permite reproducir sonidos con un instrumento de juguete.

2.3 Celdas Fotovoltaicas.

En este capítulo se explican brevemente los conceptos básicos e historia de las celdas fotovoltaicas, creando un marco de referencia que permita comprender las bases y el funcionamiento de las celdas fotovoltaicas. Estos son fundamentales para comprender las funciones y sus dispositivos. Aquí se expone de forma sencilla el inicio de las celdas su evolución al paso del tiempo, todo esto de manera muy general.

2.3.1 Historia.

2.3.1.1 El desarrollo de las celdas fotovoltaicas.

La historia de las celdas solar es realmente muy interesante. En 1839, Edmond Becquerel encontró que dos placas de latón diferentes sumergidas en un líquido producían una corriente continua cuando se exponía a la luz solar. Ahora creemos que él había hecho una oxidación de cobre cuproso de una película delgada de células solares. (Partain, Larry D. Fraas, Lewis 2010).

Más tarde, en la década de 1870 Willoughby Smith, W.G. Adams y R.E Day descubrieron un efecto fotovoltaico en selenio. Unos años más tarde un americano llamado Charles Fritts colocó una lamina de selenio amorfo sobre un soporte de metal y cubierto el selenio con una lamina de oro transparente informó que este conjunto de selenio produce una corriente continua, constantes y considerable al exponerse a la luz solar (Partain et al, 2010).

En ese momento, no había una teoría cuántica y en contra parte había bastante escepticismo acerca de su funcionamiento de convertir la luz solar en electricidad. Así que envió una muestra a Werner Siemens en Alemania, que fue uno de los expertos más respetados de electricidad en ese momento (Partain, et al, 2010). Siemens verificó las reclamaciones de Fritts, sin embargo, observó que las eficiencias de conversión, tanto de la película delgada de óxido cuproso y las células solares de selenio amorfo eran menos de 1% (Partain, et al, 2010).

En 1954, (Chapin et al.) en los Laboratorios Bell había descubierto, inventado y demostrado que el silicio monocristalino en forma de una celdas solar contaba con un 6% de eficiencia (Partain, et al, 2010).

Durante los siguientes años, los investigadores reunieron la eficiencia de células solares de silicio de hasta 15%. Fue un momento de suerte, porque el satélite ruso Sputnik fue lanzado en 1957, y las células solares son las fuentes perfectas de electricidad con un peso ligero y un mínimo de mantenimiento remoto (Partain, et al, 2010).

La industria de la celdas solar sigue siendo pequeña, hasta el primer embargo petróleo árabe en 1973. Hasta ese momento, la industria de celdas solares estableció un punto de apoyo firme con las celdas de bajo nivel eléctrico pero constante. Durante esos primeros 20 años, la fiabilidad fue el conductor y el costo no era tan importante (Partain, et al, 2010).

Después de 1973, el modulo de placa plana de silicio fue traído a la tierra y modificado para resistencia a la intemperie. Esta transición también incluye importantes mejoras en la fabricación de células y módulos que llevaron a reducir los costos drásticamente. La placa plana de las células de silicio han mejorado hasta valores tan altos como 25% (Partain, et al, 2010).

A finales de 1970, se descubrió que las células buenas se podría hacer con obleas (Disco obtenido al cortar una barra cilíndrica de silicio puro) policristalinas, siempre y cuando el tamaño de los cristales es al menos 20 veces más grande que la longitud de absorción óptica. Solo las células dentro de una longitud de absorción óptica de los límites de cristal se pierden. Esto es menos de 5% de los portadores (Partain, et al, 2010).

La calidad de producción de las celdas policristalinas típicas es alrededor del 14%, mientras que las celdas monocristalinas tienen una eficiencia del 15%. Para el año

2007, los módulos con celdas policristalinas representaban al rededor de 45% de las ventas (Partain, et al, 2010).

Mientras que las celdas basadas en silicio siguen dominando el mercado de las celdas de energía solar, hoy en día, varios tipos han entrado en el mercado (Las celdas solares son también conocidas como celdas fotovoltaicas). Estos tipos de celdas han adquirido recientes muchas aplicaciones potenciales, así como ofrecer diversas alternativas para minimizar el costo de la energía eléctrica solar (Partain, et al, 2010).

También existe otro tipo de celdas basadas en otros materiales que llegan a tener un 41% de eficiencia energética (Partain, et al, 2010).

2.3.1.2 Aplicaciones Históricas.

A finales de los años 70 y principios de los 80, el uso tradiciones para las celdas fotovoltaicas eran en lugares remotos donde la energía de las plantas eléctricas no alcanzaban, otros ejemplos de aplicaciones fueron usadas en casas rodantes o botes, también en situaciones de desastre donde la corriente electrica convencional o estaciones de repetidores de comunicación que estuvieran lejos de las líneas eléctricas convencionales (Partain, et al, 2010).

Ahora a finales de los 80 y principios de los 90, las celdas solares empezaron a usarse en asentamientos urbanos y suburbanos, edificios de oficinas, y entro otras aplicaciones que necesitaran conectarse a la corriente (Partain, et al, 2010).

Figura 2.9 Campo de energía eléctrica fotovoltaica en Shanghai. China (Partain. et al. 2010).



Actualmente las celdas solares no solo se encuentran en los satélites espaciales, existen otras alternativas de uso de las celdas solares como estaciones de comunicación remotas, calculadoras o juguetes, uso residencial, uso comercial, campo de celdas fotovoltaicas para generar energía eléctrica a toda una comunidad, entre otras (Partain, et al, 2010).

2.3.2. Energía Solar.

2.3.2.1 Breve historia.

Desde los inicios históricos se ha considerado al sol como fuente de vida y origen de las demás formas de energía que ha utilizado el hombre ya que en teoría puede satisfacer todas las necesidades usando convenientemente toda la luz que incide sobre el planeta (Harper, 2010).

En un solo año, el sol puede enviar a la tierra cuatro mil veces más energía que la que se consumirá; existen países que tienen una situación privilegiada con respecto al sol, como los que están en las regiones de América Central y del Sur, así como con el Medio Oriente, África y Asia. Esta energía recibida se puede convertir en otras formas útiles, por ejemplo en electricidad (Harper, 2010).

Uno de los aspectos importantes es que, se debe tratar de aprovechar por distintas técnicas esta fuente de energía, que es limpia e inagotable para que a mediano y largo plazo pueda liberar o reducir el uso de combustibles fósiles (Harper, 2010).

Con la energía solar, captándola en forma adecuada se puede obtener calor y electricidad. El calor se obtiene por medio de colectores o captadores térmicos y la electricidad con las celdas fotovoltaicas. Los dos procesos son independientes en cuanto a la tecnología usada en cada caso y en cuanto a su aplicación (Harper, 2010), veamos unos ejemplos de ello.

En los sistemas de calefacción solar, el calor recogido por los colectores se puede destinar para la obtención de agua caliente para uso domestico o industrial, para

calefacción de casas, hoteles, escuelas, fabricas, entre otros. y para climatizar piscinas. Dentro de las aplicaciones agrícolas se tienen los llamados invernaderos solares, los secadores agrícolas, las plantas de desalinización de agua y las plantas purificadoras (Harper, 2010).

Por otro lado las llamadas celdas fotovoltaicas que se encuentran distribuidas formando paneles solares, tuvieron una de sus primeras aplicaciones en los primeros satélites espaciales y en la actualidad para la solución de problemas de electrificación en aéreas rurales, con la ventaja de que no requieren de mucho mantenimiento, no contaminan, no producen ruido y aun con menor eficiencia pueden funcionar también en días nublados (Harper, 2010).

Un ejemplo de la aplicación en un área rural es usar la electricidad que se obtiene de las celdas fotovoltaicas es conectarla con motores eléctricos para extraer agua de pozos o para pequeñas aéreas de riego, o bien usando baterías de almacenamiento (Harper, 2010).

Las celdas solares o celdas fotovoltaicas son dos términos equivalentes para designar a los captadores de pequeño tamaño que se pueden utilizar como tales, o bien ensamblados en paneles solares. Estos dos términos son equivalentes cuando se habla de energía solar eléctrica y son generadores de corriente directa (DC) (Harper, 2010).

2.3.2.2 La radiación solar y la atmosfera.

La distancia de la tierra al sol es de alrededor de 150 millones de kilómetros y la velocidad de la luz es de un poco mas de 300 000 km/seg. Los rayos solares nos alcanzan en alrededor de 8 min (Figura 2.10). La constante solar es la densidad de la energía solar que alcanza la frontera externa de la atmosfera, su valor es comúnmente casi igual a 1360 w/m^2 (Harper, 2010).

El watt por m^2 (w/m^2) es la unidad mas empleada para cuantificar la radiación solar, es un flujo, una potencia por unidad de superficie $1 w/m^2$ es también igual a 1 joule por segundo y por m^2 , por lo tanto $1w = 1j/s$, aquí la energía es electromagnética pero las unidades son las mismas que para la energía eléctrica (Harper, 2010).

Figura 2.10 Radiación solar en vivienda (Harper, 2010).

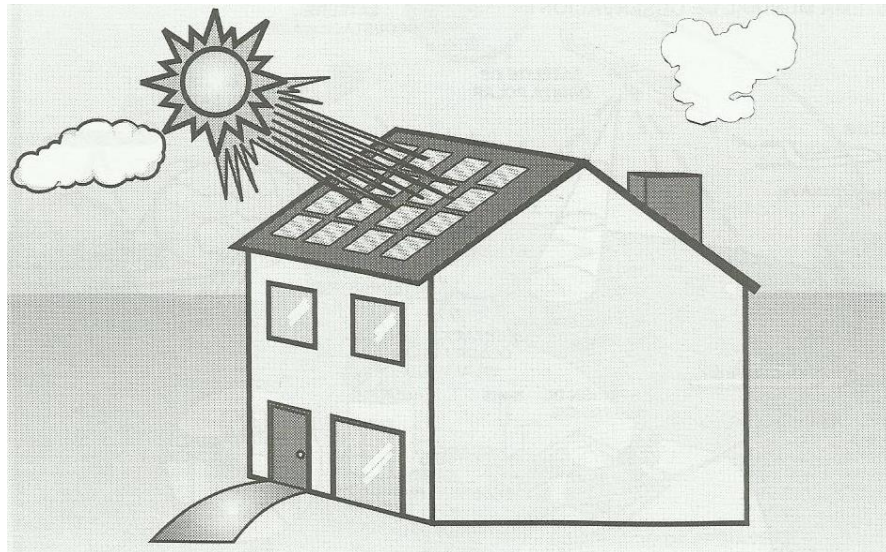


Figura 2.11 Mapa mundial de cantidad de energía solar (Harper, 2010).

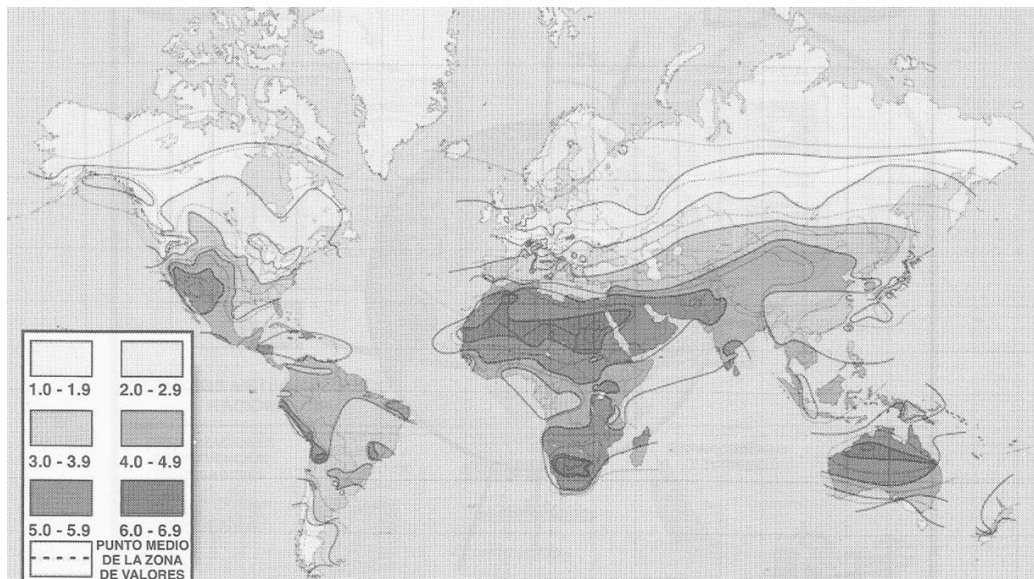


Figura 2.12 Recurso solar en México (Harper, 2010).



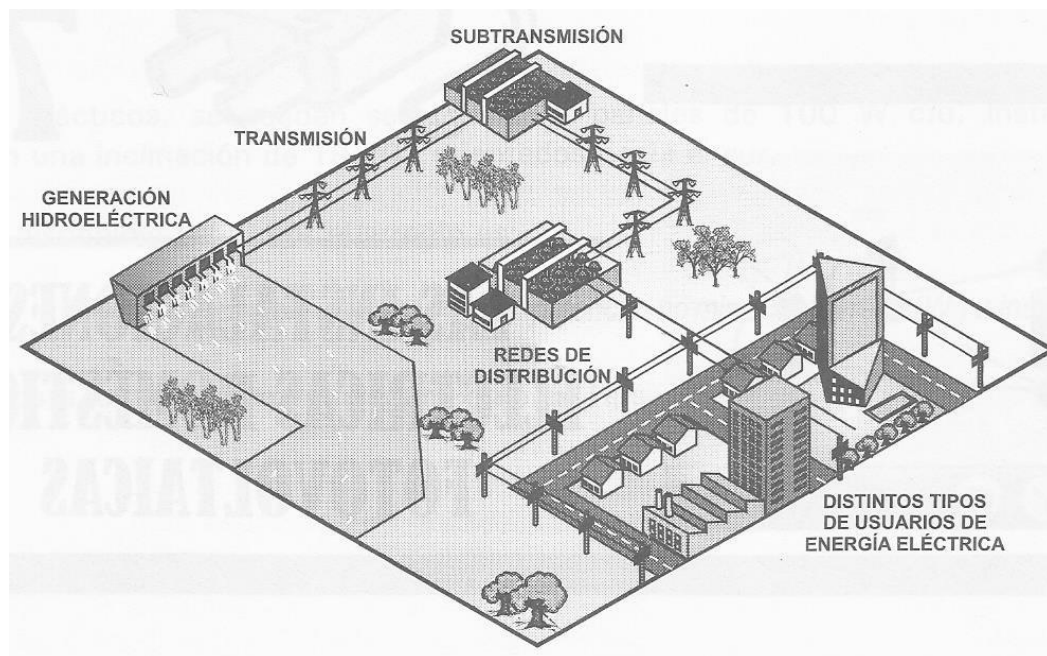
Debido a que atraviesa la atmosfera, esta radiación de 1360 w/m^2 sufre pérdidas, de hecho son la absorción parcial por los gases atmosféricos y el vapor de agua, así el flujo recibido por la tierra es inferior al flujo inicial y depende del ángulo de incidencia y del espesor de la atmosfera atravesada. La localización geográfica, la orientación, la estación del año, la hora del día, etc. influyen directamente sobre la radiación instantánea, en las figuras 2.11 y 2.12 se ve un ejemplo de la radiación solar. (Harper, 2010).

2.3.3. El porqué de las celdas fotovoltaicas.

La energía eléctrica es un factor fundamental para el desarrollo de un país: las industrias la requieren para obtener sus productos: su utilización en los comercios y residencias resulta una necesidad de confort y economía. El por qué de la energía en la forma de energía eléctrica se debe al hecho de que presenta una gran facilidad para su transformación y por supuesto de su utilización que es inmediata. La generación de la energía eléctrica proviene básicamente de las centrales termoeléctricas, hidroeléctricas y más recientemente de eólicas (Harper, 2010).

Normalmente se encuentran distantes y es necesario transportar la energía, por motivos técnicos y económicos se realiza a altas tensiones. Los generadores eléctricos por si solos no pueden generar la corriente, son necesarias las instalaciones llamadas subestaciones en las centrales eléctricas. La energía para ser consumida se hace en niveles menores de voltaje esto hace necesario otra subestación denominada reductora y con ello poder ser consumida en la industria o en los hogares (Harper, 2010).

Figura 2.13 Sistema eléctrico convencional (Harper, 2010).



La otra forma de generación es mediante fuentes alternativas no contaminantes como son las: Eólicas y celdas fotovoltaicas. Las cuales según la aplicación pueden trabajar independientemente o eventualmente combinadas entre sí o con la red de distribución convencional (Figura 2.13) (Harper 2010).

Este tipo de sistema se utiliza para aplicaciones en menor escala, como es el caso de las alimentación a casas habitación en sitios distantes de la redes de distribución de energía eléctrica, se pueden usar estas tecnologías alternativas en forma combinada (Harper 2010).

2.3.4. El Consumo.

Los consumidores se pueden agrupar en: industriales, comerciales, residenciales y de servicios públicos (alumbrado público, transporte eléctrico, etc.) y de acuerdo al consumo de energía, es decir dependiendo de la potencia eléctrica que consume es el nivel de voltaje de alimentación.

2.3.4.1 Uso Residencial.

La alimentación para uso residencial en los sistemas convencionales se hace a través de transformadores tipo poste con acometidas para las redes aéreas, o bien con transformadores tipo bóveda en las redes subterráneas donde se entrega a una corriente alterna a 110/220v para el uso residencial (casas, departamentos, condominios, etc.). La entrega de la corriente se hace por medio de cables aéreos o subterráneos según sea el caso que es conectado a un medidor de corriente que la compañía suministradora instala en las residencias para la verificación del consumo.

2.3.5. Sistemas Fotovoltaicos.

2.3.5.1 Generalidades del sistema fotovoltaicos.

Un sistema fotovoltaicos se trata de un sistema auto abastecedor, ya que aprovecha la irradiación solar para generar la energía eléctrica necesaria en el suministro de una instalación eléctrica en el hogar (Harper, 2010).

Un sistema fotovoltaico está formado por:

- El generador fotovoltaico que proporciona la tensión/corriente.
- La batería que será la encargada de proporcionar energía a la instalación, cuando la irradiación solar sea escasa o nula.
- El regulador que se encarga del control del estado de la carga de la batería, adaptando los diferentes ritmos de producción y la demanda de energía.
- El suministro que hace referencia a la instalación que debe alimentar el sistema fotovoltaico.

2.3.5.2 Módulos fotovoltaicos.

2.3.5.2.1 Paneles Solares.

Se denominan paneles solares o celdas fotovoltaicas, al conjunto de celdas donde su principal función es la de producir energía eléctrica a la instalación a partir de la irradiación solar, aprovechando el efecto fotovoltaico (Harper, 2010).

Una celda fotovoltaico está formada por la interconexión de varias celdas solares en serie y/o paralelo, para adaptar el panel a los niveles de tensión y corriente, puesto para cada celda puede suministrar del orden de 0,5 voltios, para los paneles solares de uniones de silicio y con conexiones de celdas en serie, los valores de tensión por numero de celda rondan las 86 celdas para 12 voltios y 72 celdas para 24 voltios (Harper, 2010).

2.3.5.2.2 Tipos de paneles Solares

Las celdas fotovoltaicas más utilizadas son las formadas por una unión, construidas con silicio monocristalino. Las celdas se fabrican mediante la cristalización del silicio, por lo que se encuentran en tres tipos principales (Harper, 2010):

Monocristalina: Presenta una estructura cristalina completamente ordenada, se obtiene de silicio, puro fundido dopado con boro. Se reconoce por su monocromía (un solo color) azulada oscura y metálica.

Policristalino: Presenta una estructura ordenada por regiones separadas, las zonas irregulares se traducen en una disminución del rendimiento. Se obtiene de la misma forma que el monocristalino pero con menos facetas de cristalización. Se reconoce porque en su superficie se observan distintos tonos de azules y grises metálicos.

Amorfos: Presenta un alto grado de desorden y un gran número de defectos estructurales en su combinación costosa que los anteriores (se depositan en forma de lamina delgada sobre vidrio o plástico) tiene un color homogéneo. Este tipo de celdas permite adaptarse a cualquier superficie, son de varios colores y translucidas.

2.3.5.2.3 Parámetros eléctricos de las celdas fotovoltaicas.

2.3.5.2.3.1 Tensión de circuito abierto (Voc).

Si se coloca una celda fotovoltaica debajo de una fuente luminosa constante, sin ningún receptor o carga se obtiene en sus terminales una tensión continua llamada "Tensión a circuito abierto" (Voc) (Harper, 2010).

Si se hace una medición con la ayuda de un voltímetro esta tensión es del orden de 0.7v por una celda (van de acuerdo con la tecnología y la iluminación). Una celda fotovoltaica es una asociación de celdas elementales y la tensión en vacío (Harper, 2010), V_{co} es tal que:

$$V_{oc} = N \times 0.7 \text{ volts.}$$

$$N = \text{Numero de celdas en serie.}$$

Por ejemplo, para 6 celdas $N = 6$, de modo que la tensión de vacío V_{co} es:

$$V_{oc} = 0.7v \times 6 = 4.2 \text{ volts.}$$

2.3.5.2.3.2 Corriente del cortocircuito (Icc).

Al contrario del punto de circuito abierto, si se conecta una celda fotovoltaica en corto circuito, circula su corriente máxima, pero no hay tensión, esta es la corriente que se puede medir en la rama directamente con un amperímetro. A esta corriente máxima a tensión cero se le denomina como "corriente de cortocircuito" (Harper, 2010).

2.3.5.2.3.3 Punto de tensión máxima (Pm)

La utilización óptima de una celda fotovoltaica consiste en hacer funcionar una carga bajo la tensión máxima y una corriente máxima, En efecto, de acuerdo con la fórmula $P = V \cdot I$, para que P sea máxima, se requiere entre las condiciones que el producto $V \cdot I$ sea máxima: Es el punto de carga ideal de la celda fotovoltaica o punto de potencia máxima Pm. Se acostumbra designar por Vm e Im la tensión y corriente correspondiente al punto Pm (Harper, 2010).

2.3.5.2.3.4 Potencia cresta/rendimiento

Es la potencia máxima en función de la Nominación, cuando se toma la potencia máxima en las condiciones normalizadas de insolación (1000 w/m^2 , $25 \text{ }^\circ\text{C}$) se habla entonces de watts - cresta (Wc) o de potencia cresta. El rendimiento de una celda fotovoltaica es la relación entre la potencia eléctrica generada y la potencia luminosa recogida por la celda fotovoltaica (Harper, 2010), es decir;

$$n = \frac{Pm}{\frac{w}{\text{m}^2} \cdot \text{m}^2 \cdot S}$$

Donde:

S = Es la superficie de la celda fotovoltaica.

Se puede calcular el rendimiento para distintas iluminaciones, pero lo más frecuente es para las condiciones normalizadas, por lo que se calcula con la potencia cresta como (Harper, 2010):

$$n = \frac{Pm}{1000 \cdot S}$$

Por ejemplo:

Se tiene un panel solar de silicio policristalino de 40 Wc (2.35A/17V) con una superficie de 360 cm^2 , calcular la eficiencia del panel (Harper, 2010).

La eficiencia es:

$$n = \frac{P_m}{1000 \cdot S} = \frac{40}{1000 \times 0.36} = 0.11$$

Es decir, que este panel tiene un rendimiento (superficie total) de 11% bajo 1000 w/m², pero hay que recordar que la irradiación de 1000 w/m² es muy elevado y no representa todas las situaciones encontradas (Harper, 2010).

2.3.5.2.4 Colocación de las celdas fotovoltaicas.

Se pueden tener una o más posibles localizaciones potenciales durante el proceso de localización de un sitio, y para varios sitios posibles hay una sola localización practica, típicamente en una casa puede ser la parte del techo más orientada hacia el sur en un techo con pendiente (Harper, 2010).

Pero no podemos dejar fuera otras opciones de colocación de las celdas donde cada una de estas opciones se debe de evaluar como un área potencial basados en los siguientes aspectos (Harper, 2010):

1. Área deseable.
2. Orientación.
3. Sombra.
4. Accesibilidad.
5. Soporte estructural.
6. Proximidad a la infraestructura eléctrica.

2.3.5.2.5 Área del arreglo.

Las celdas fotovoltaicas son fuentes de potencia eléctrica de baja densidad, por lo tanto, es necesario disponer de grandes áreas de superficie para producir una cantidad apreciable de potencia (Harper, 2010). El área global requerida para cualquier arreglo dado, está basada en la potencia de salida deseada, la eficiencia de los módulos y que tan densamente estos se instalan a en el arreglo (Harper, 2010).

El propósito de la evaluación preliminar de un sitio inicial, el área requerida de un arreglo se puede estimar a partir de la siguiente fórmula (Harper, 2010):

$$A = \frac{P_{PM}}{nm}$$

Donde:

- A = Área requerida para las celdas (en m²).
- P_{pm} = Potencia pico deseada del arreglo (Kw).
- nm = Eficiencia del modelo.

Ejemplo:

Calcule el tamaño estimado de un arreglo fotovoltaico que usa módulos con una eficiencia de 14% y que debe producir aproximadamente 6 Kw al valor pico del sol. El área estimada se calcula como:

$$A = \frac{P_{PM}}{nm} = \frac{6 \text{ kw}}{0.14} \cong 43m^2$$

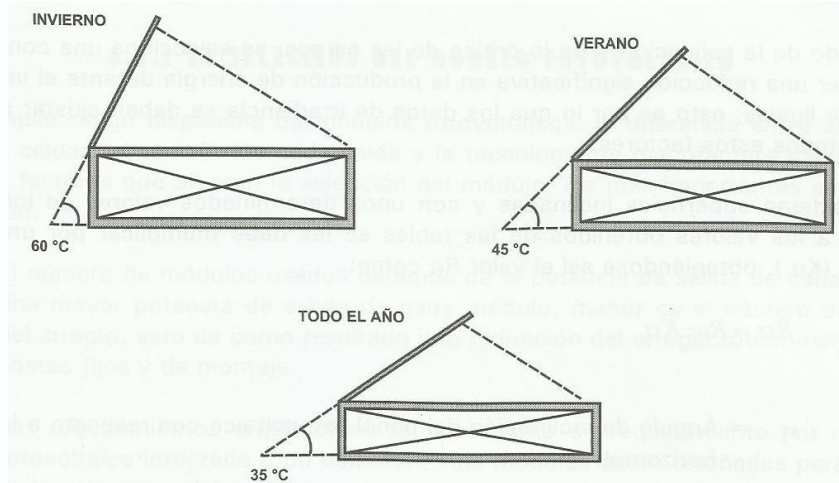
Por lo general, esta área se aumenta para tomar en consideración el espacio entre cada módulo (Harper, 2010).

2.3.5.2.6 Orientación de las celdas.

Los arreglos de celdas solares activos cambian continuamente su orientación para seguir al sol; sin embargo, las celdas fijas dependen de su orientación para recibir tanta energía solar como sea posible (Harper, 2010). La orientación fija de las celdas basada en la radiación solar reportada en las hojas de datos no siempre es posible, particularmente para techos con pendiente, en los cuales, en general, la orientación la da los mismos limita a las celdas. La pendiente del techo y la orientación se debe medir durante la instalación en sitio del techo (Harper, 2010).

El ángulo de inclinación y la orientación del arreglo fotovoltaico afecta la cantidad de radiación y la energía de salida. La orientación del arreglo fotovoltaico debe ser norte para el hemisferio sur y sur para el hemisferio norte (Harper, 2010).

Figura 2.14 Angulo de inclinación para verano, invierno y todo el año (Harper, 2010).



2.3.5.2.7 Análisis de cargas.

El análisis de las cargas eléctricas es el primer paso y el más importante en el dimensionado de los sistemas fotovoltaicos; el consumo de energía y demanda de potencia dicta la cantidad de electricidad que se debe producir (Harper, 2010). Se deben considerar todas las cargas existentes y futuras cargas potenciales, una baja estimación de las cargas da como resultado un sistema que es demasiado pequeño y que no puede operar las cargas con la confiabilidad que es requerida, pero por otra parte, una sobre estimación de la carga da como resultado un sistema grande, que resulta de mayor costo que el necesario (Harper, 2010).

Un análisis detallado de la carga se debe determinar durante el levantamiento del sitio, listando cada carga, su demanda de potencia y consumo diario de energía (Harper, 2010). Si el perfil de la carga no es muy parecido para todo el año, conviene que se haga el análisis de la carga cada mes. Las cargas semejantes se pueden agrupar por categorías, como por ejemplo las luces de un hogar que siempre funcionan con el mismo requerimiento de potencia (Harper, 2010). En el caso de que se tengan cargas alimentadas en Corriente Directa (C.D.), se deben listar en forma separada de las cargas en Corriente Alterna (C.A.), esto se hace debido a que la energía para las cargas en C.A. va a través del inversor, las pérdidas resultantes se deben cuantificar por separado (Harper, 2010).

2.3.5.2.7.1 Demanda de potencia.

De los datos anteriores, los valores pico de la potencia en C.A, y C.D. se suman por separado. La demanda total de potencia en C.A. determina la potencia mínima nominal del inversor, ambas potencias se usan para calcular la demanda total de potencia (Harper, 2010).

2.3.5.2.7.2 El diseño eléctrico.

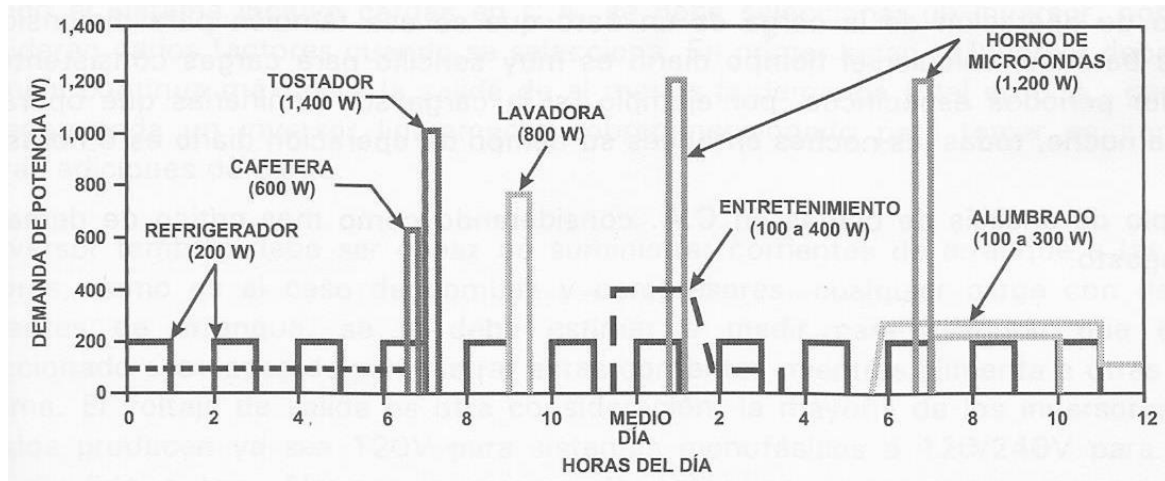
Los principales factores que se deben tomar en consideración para el diseño de un sistema fotovoltaico son la localización geográfica del sitio, el perfil de la carga, el almacenamiento requerido de energía y las consideraciones de costos. Los pasos básicos del diseño eléctrico según Harper son:

- La evaluación de potencia para las cargas.
- La evaluación de los datos de radiación.
- La evaluación del voltaje del sistema,
- La selección de la configuración del sistema.
- La selección y tamaño del arreglo fotovoltaico y otras componentes del sistema.
- La selección y dimensionamiento de la instalación eléctrica (conductores) fusibles, interruptores y equipo de monitoreo.
- La evaluación del sistema eléctrico de salida.

2.3.5.2.7.3 Consumo de energía.

El consumo de energía eléctrica está basado en la demanda de potencia durante un cierto periodo de tiempo. Las cargas raramente operan en forma continua, de modo que se debe determinar el tiempo de operación de cada carga, como se muestra en la siguiente figura, que representa el número total de horas por día que opera una carga (Harper, 2010).

Figura 2.15 requerimientos de carga (Harper, 2010).



Por ejemplo, un ciclo de trabajo de 30% significa que la carga opera el 30% del tiempo, o bien $0,3 \times 24 = 7.2$ horas/día. Aun cuando las cargas estén conectadas todo el tiempo, como es el caso de los refrigeradores y los equipos de aire acondicionado, que tienen un requerimiento variable de potencia basado en su ciclo de trabajo (Harper, 2010).

Las cargas operadas manualmente por el usuario se conectan y desconectan manualmente, la determinación del tiempo de operación de estas es relativamente sencillo si solo operan una vez al día (Harper, 2010); sin embargo, cuando se conectan y desconectan varias veces al día, probablemente la mejor forma de determinar el ciclo de trabajo es midiendo con un aparato que mida el voltaje (Harper, 2010).

El consumo de energía diario para cada carga se determina por la demanda de potencia multiplicada por el tiempo de operación diario (Harper, 2010). Por ejemplo, un foco de 70w está conectado 5h al día, consume: $70w \times 5h = 350$ wh.

Algunas cargas puede que no se usen todos los días, en estos casos el tiempo promedio de operación diario por un periodo largo de días se usa para, calcular el promedio diario de tiempo, dividiendo el tiempo de operación total por un periodo

de tiempo largo, entre el número de días en el periodo (Harper, 2010). Por ejemplo, una lavadora que opera cuatro horas/semana tiene un tiempo de operación equivalente de $4\text{horas}/\text{días}/\text{semana} = 0.57\text{ h/día}$ (Harper, 2010).

2.3.5.2.7.4 Tiempo de operación.

El tiempo de operación de la carga es un dato que se usa también para dimensionar el banco de baterías; calcular el tiempo diario es muy sencillo para cargas consistentes que operan por periodos específicos (Harper, 2010). Por ejemplo, si la carga de unas lámparas que operan 6 horas durante la noche, durante todas las noches entonces su tiempo de operación diario es 6 horas.

Un ejemplo de análisis de cargas en C.A, considerando como mes crítico de demanda al mes de agosto (Harper, 2010).

Tabla 2.2 Consumo total de energía (Harper, 2010).

Descripción de la carga	Cantidad	Potencia Nominal (w)	Tiempo de Operación (h/día)	Consumo de energía (wh/día)
Refrigerador	1	200	10	2000
Horno de microondas	1	1200	0.5	600
Tostador	1	1000	0.05	50
Cafetera	1	600	0.25	150
Lavadora de ropa	1	800	0.20	160
Computadora	1	100	3	300
Contactos para carga	1	180	1	180
Lámparas Fluorescentes	4	15	6	360
Lámparas Fluorescentes	4	30	4	480
Bomba de agua	1	400	0.30	120
Total de carga en C. A.				4425 w
Consumo total de energía				4400 w/h

2.3.5.2.7.5 Cálculos de los datos de carga.

El primer paso en el diseño del sistema, es determinar la demanda diaria de la carga de la potencia nominal (en watts) de todo los electrodomésticos que se usen a diario, esta potencia nominal se multiplica por el número de horas que cada electrodoméstico va a operar en el día, adicionalmente a la electricidad usada por los electrodomésticos, el propio sistema consume, algo de potencia (Harper, 2010).

Existen algunas pérdidas de energía debido a las perdidas en conductores y también en el proceso de conversión de C.D a C.A (Harper, 2010). Estas pérdidas de energía se deben tomar en cuenta durante proceso de diseño del sistema fotovoltaico, usando un factor en el cálculo final, por lo general se forma un factor de seguridad de 1.2 (Harper, 2010).

Para tomar en cuenta estas pérdidas, la estimación de la demanda de energía no es fácil, ya que existen numerosos factores que afectan al consumo final de energía eléctrica; y por otro lado las instalaciones fotovoltaicas tienen una gran diversidad en cuanto a función y aplicación se refiere (Harper, 2010).

Los consumos de energía eléctrica se pueden obtener de estadísticas de mediciones o consumos anteriores, de los recibos de energía eléctrica, etc., pero también a partir de los datos de placa de los equipos y aparatos electrodomésticos que se alimentan y del promedio de horas de operación de estos (Harper, 2010). Algunos valores de referencia del consumo de aparatos domésticos se dan en la tabla siguiente, considerando en la mayoría de los casos el uso de lámparas y aparatos ahorradores de energía (Harper, 2010).

Tabla 2.3 Consumo medio de aparatos domésticos (Harper, 2010).

Aparato	Potencia (Watts)		Tiempo Acumulado De Uso
	Corriente Alterna	Corriente Directa	Horas/Día
Alumbrado de recamara	20	15	7
Alumbrado de sala y comedor	40	15	3
Alumbrado de baño	20	15	2
Alumbrado de cocina	20	15	3
Refrigerador	100	15	24
Lavadora	1600	-	1.0
Homo Microondas	850	-	1.0
Plancha	1500	-	1.0
Aspiradora	1500	-	0.5
Televisor	50 - 100	-	4.0
Licuadora y otros aparatos pequeños	300	-	1.0
Lavavajillas	1600	-	1.0
Video	90	-	1.0
Equipo de sonido	150	-	1.0
Computadora personal	100	-	2.0

2.3.5.2.8 La selección del modulo fotovoltaico.

Hay un amplio rango disponible de módulos fotovoltaicos, la diferencia entre ellos son el numero de celdas, el tamaño de cada celda y la tecnología de manufactura usada. Hay un número de factores que afectan la selección del modulo, los más importantes se enlistan a continuación (Harper, 2010):

- El número de módulos usados depende de la potencia de salida de cada modulo a una mayor potencia de salida de cada modulo, menor es el numero de módulos del arreglo, esto da como resultado una reducción del arreglo fotovoltaico y de los costos fijos y de montaje.
- Los requerimientos arquitectónicos tales como un requerimiento por un modulo fotovoltaico integrado a un edificio. Estos módulos están diseñados para ser parte de la estructura del edificio.

- Las temperaturas de operación en el sitio seleccionado pueden afectar el comportamiento del modulo en forma considerable, la eficiencia de los módulos (especialmente aquellos de silicio policristalino) se puede reducir drásticamente en temperaturas extremas, En el caso de que las temperaturas de operación sean muy altas, se recomienda usar un tipo especial de módulos diseñados para soportar altas temperaturas .
- Las características corriente voltaje de cada tipo de modulo se debe comparar, por ejemplo el comportamiento I-V del modulo de silicio cristalino es mejor comparado con el modulo de silicio amorfo.
- La eficiencia del modulo es un criterio importante para la selección del mismo cuando se tiene una disponibilidad de espacio limitada. Los módulos de alta eficiencia se deben seleccionar para reducir el tamaño del arreglo (especialmente para los módulos montados en poste).
- El costo del modulo es un factor importante a ser considerado para la selección, los módulos de baja eficiencia son de bajo costo pero esto no se traduce necesariamente en ahorros. Los costos de montaje y sujeción de los arreglos son mayores que para los de alta eficiencia.

Basándonos en estos criterios de selección para el arreglo fotovoltaico depende del tipo del sistema fotovoltaico. Si el sistema fotovoltaico es aislado, entonces el dimensionamiento del arreglo se hace basado en la demanda de energía y los datos de irradiación para el "peor mes". Los datos de una tabla de radiación típica es como la mostrada a continuación para un ángulo de inclinación del arreglo fotovoltaico de 60 grados (Harper, 2010).

Tabla 2.4 Tabla de datos de radiación típica con un ángulo de 60 grados (Harper, 2010).

Enero	4.60	Julio	4.80
Febrero	4.59	Agosto	4.85
Marzo	4.62	Septiembre	4.58
Abril	4.55	Octubre	4.53
Mayo	4.30	Noviembre	4.12
Junio	4.45	Diciembre	3.59

La cantidad de electricidad producida por un arreglo fotovoltaico está afectada por varios factores, tales como: el patrón del clima local, el efecto de sombra sobre el arreglo o los cambios estacional/es de la región (Harper, 2010).

2.3.5.3 Dispositivos que engloban las celdas fotovoltaicas.

2.3.5.3.1 Inversores y características para su selección.

Un inversor fotovoltaico es un convertidor que convierte la energía de corriente continua procedente del generador fotovoltaico en corriente alterna. Existen dos tipos de inversor: inversores aislados e inversores conectados a la red.

Cuando el sistema incluye cargas en C.A. se debe seleccionar un inversor, por lo que se consideran varios factores cuando se selecciona. En primer lugar, el inversor debe tener una potencia continua máxima a la salida de al menos la demanda total en C.A., generalmente se recomienda un inversor ligeramente sobre dimensionado para tomar en consideración futuras adiciones de carga (Harper, 2010).

El inversor también debe ser capaz de suministrar corrientes de arranque a las cargas de motores, como es el caso de bombas y compresores, cualquier carga con demanda de corrientes de arranque, se le debe estimar o medir para asegurar que el inversor seleccionado sea capaz de suministrar estas corrientes mientras

alimenta a otras cargas del sistema (Harper, 2010). El voltaje de salida es otra consideración, la mayoría de los inversores operando aislados producen ya sea 120V para sistemas de una fase o 120/240V para salida con fase dividida. Algunos inversores de potencias mayores se usan para sistemas eléctricos comerciales o industrial y son trifásicos, en forma alternativa se pueden usar inversores en paralelo (Harper, 2010).

El voltaje de entrada en C.D. para el inversor debe corresponder con cualquiera de los voltajes del arreglo de celdas o paneles para un sistema interactivo o el voltaje del banco de baterías para un sistema aislado (Harper, 2010).

Los inversores no tienen una eficiencia del 100%, se pierde alguna potencia en el proceso de convertir la energía de C.D. en energía de C.A., por lo tanto, se requiere de más energía en C.D. para producir una cantidad de energía en C.A. Los requerimientos de demanda de energía en C.A. y C.D. se usan para determinar la cantidad total de energía en C.D, requerida (Harper, 2010).

La cantidad total de energía requerida en C.D. por las cargas se calcula de acuerdo ha la formula siguiente (Harper, 2010):

$$\begin{aligned} E_{scd} &= \text{Energía eléctrica en C.D. requerida diario (en wh/día).} \\ E_{ca} &= \text{Energía consumida por las cargas en C.A. (en wh/día).} \\ \eta_{inv} &= \text{Eficiencia del inversor.} \\ E_{cd} &= \text{Energía consumida por las cargas en C.D. (en wh/día).} \end{aligned}$$

La eficiencia típica de los inversores está entre 80 y 90%.

Ejemplo: Si el análisis de la carga para una instalación determine que se requieren 1000 Wh/día para la carga en C.A. y 250 Wh/día para las cargas en C.D., y se considera una eficiencia del inversor del 90%, la energía total en C.D. (proporcionada por los paneles solares) por día es (Harper, 2010):

$$E_{scd} = \frac{E_{CA}}{n_{inv}} + E_{cd} = \frac{1000}{0.90} + 250 = 1361.11 \text{ wh/dia}$$

2.3.5.3.2 Baterías y características.

Las baterías en un sistema fotovoltaico ayuda en acumular el excedente de energía generada por las celdas, donde únicamente se utilizaran en los sistemas fotovoltaicos aislados (no conectado a la red eléctrica convencional). Las baterías para los sistemas fotovoltaicos aislados se deben dimensionar para satisfacer las cargas del sistema para el tiempo de autonomía deseado, sin ninguna carga adicional o contribuciones del arreglo fotovoltaico (Harper, 2010). La capacidad requerida para la batería depende de los requerimientos de la carga y de la autonomía deseada (Harper, 2010). Una gran autonomía requiere bancos de baterías grandes y costosos, pero reducen la profundidad de descarga diaria, con lo que se prolonga la vida de la batería (Harper, 2010).

La capacidad requerida del banco de baterías está determinada por los requerimientos para operar las cargas durante el mes crítico de diseño, para la duración de la autonomía al voltaje de la batería, la capacidad requerida por el banco de baterías se calcula usando la formula siguiente (Harper, 2010):

$$B_{salida} = \frac{E_{crit} \times ta}{V_{scd}}$$

B_{salida} = Salida requerida por el banco de batería en A-h.

E_{crit} = Consumo diario de energía durante el mes crítico de diseño (Wh/día).

Ta = Tiempo de autónoma (días).

V_{scd} = Voltaje nominal del sistema en C.D. (V).

Ejemplo: Considérese un sistema que requiere 400 Wh de energía por día durante el mes crítico de diseño y el voltaje nominal del sistema en C.D. es 24v. Si el sistema requiere 3 días de autónoma, calcular la capacidad requerida para el banco de baterías (Harper, 2010).

$$B_{salida} = \frac{E_{crit} \times ta}{V_{scd}} = \frac{400 \times 3}{24} = 50 \text{ A} - h$$

El banco de baterías requerirá alimentar 50 A-h a las cargas del sistema, pero los datos de placa del banco deben ser mayores que esto, ya que la capacidad útil de la batería es menor que la nominal (Harper, 2010).

2.3.5.2.3.1 Selección de la batería.

Los puntos importantes a considerar para la selección de la batería según el autor Harper son:

- Características de voltaje y corriente.
- Capacidad de almacenamiento.
- Máxima profundidad de descarga (distinto para cada tipo de batería).
- Robustez mecánica de la batería.
- Ciclo de vida de la batería.
- Requerimientos de mantenimiento: algunas baterías son libres de mantenimiento.
- Autodescarga.
- Costo.
- Autónoma (número de días que requiere una batería para entregar energía en la ausencia de cualquier alimentación de los módulos fotovoltaicos).

Para el dimensionamiento de las baterías debemos determinar los requerimientos de energía diarios. Dependiendo de los requerimientos de potencia de los distintos tipos de carga y los requerimientos de energía diarios en wh por día (Harper, 2010). Por ejemplo para un requerimiento de energía diario total de 7310wh se deberá de determinaremos el voltaje del sistema dependiendo de los requerimientos de potencia continua máxima, se selecciona el voltaje apropiado del sistema a partir de la tabla siguiente (Harper, 2010):

Tabla 2.5 Voltaje del sistema dependiendo de los requerimiento de potencia continua máxima.
(Harper, 2010).

Voltaje del Sistema (Volts)	Máxima corriente en forma Constantes (Amperes)	Potencia máxima Continua (Watts)
12	100	1200
24	100	2400
48	100	4800

Si los requerimientos de potencia máxima continua para el sistema anterior son de 4800 W, la batería es de 48 volts. Otro de los cálculos Importante es Ah por día.

$$\text{Ah por día} = \text{Wh por día} / \text{volts del sistema.}$$

Comparando con la tabla anterior:

$$\text{Ah por día} = 7310 / 48 = 152,29 \text{ Ah/día}$$

Para los sistemas domésticos, los requerimientos típicos de autonomía están entre 3 y 5 días, por otro lado, para sistemas híbridos que en corriente alterna, los requerimientos de autonomía se encuentran entre 1 y 3 días, Si se especifica una autonomía de 3 días y una profundidad de descarga máxima (PD_{max}) del 70%, entonces la capacidad de descarga de una batería de 100 horas se calcula como se indica a continuación (Harper, 2010):

$$C_{100} = (E_{tot} \times N_{aut}) / (V \times PD_{max})$$

$$C_{100} = (7310 \times 3) / (48 \times 0.70) = 21930 / 33.6 = 652.67$$

Donde:

E_{tot} = Requerimientos totales de energía diaria en Wh,

N_{aut} = Numero de días de autonomía.

V = Voltaje del sistema en volts.

PD_{max} = Máximo profundidad de descarga de la batería.

C_n = Potencia nominal de la batería.

La selección de la batería se puede hacer usando las hojas de datos de los fabricantes, se debe seleccionar la capacidad de la batería más cercana a la calculada en Ah. Basada en esta capacidad en Ah, se puede elaborar una lista de distintos fabricantes. El número de baterías requeridas se calculan con el voltaje nominal del sistema, por ejemplo, en el problema que se está analizando, el voltaje del sistema es 48V, de aquí el número de baterías requerido puede ser 8 de 6V o también 24 de 2 V (Harper 2010). Con estos datos podremos sacar el número de baterías que formaría una arreglo y esto se obtiene como:

$$No. baterias = \frac{C_n}{C_{100}}$$

2.3.5.3 Regulador de cargas y características.

La principal función de un controlador de carga es prevenir la sobrecarga en baterías, sin embargo, hay funciones deseables en un controlador de carga, la mayoría vienen con funciones adicionales, tales como: una protección contra descarga profunda, compensación de temperatura, medidores de voltaje y corriente, fusibles, interruptores (Harper, 2010). Para la selección de un regulador de carga apropiado según Harper se usan los siguientes parámetros:

- Voltaje nominal del sistema (nominal en forma típica 12, 24, 48V) debe satisfacer el voltaje nominal del controlador.
- El controlador de carga se debe dimensionar para la corriente de carga máxima.
- Caída de voltaje a corriente nominal.
- Método de carga (a voltaje controlado, reguladores inteligentes, etc.).
- Rango del sensor de temperatura de la batería.
- Temperatura de operación.
- Requerimientos funcionales como: medición de la energía (carga y descarga diaria), alarma (bajo e o alto voltaje), etc.
- Se debe determinar el costo y la capacidad para trabajar en ambientes específicos.

La selección del cargador de baterías depende de muchos factores, los más importantes son; la corriente de salida, el método de carga (regulada o no regulada) para el tipo de aplicación, costo y eficiencia. El generador y el cargador de batería están estrechamente relacionados, el tamaño cargador de batería afecta el tiempo de operación del generador (Harper, 2010).

Para dimensionar las cargas del cargador de las baterías es importante el índice de capacidad de 10 horas (C_{10}) de la batería se usa para calcular el índice máximo de la batería (I_{bc}):

$$I_{bc} = C_{10}/10$$

El tiempo de recarga de la batería se calcula como:

$$T_R = [C_x \times PDD_{max} - (1 - CSC_{fin})] / (T_R \times f_{util})$$

Donde:

- T_R = Tiempo de recarga (horas).
- C_x = Capacidad de la batería al índice de descarga de diseño X (Ah).
- PDD_{max} = Profundidad máxima de descarga.
- CSC_{fin} = Capacidad de sobrecarga a la cual la carga termina.
- f_{util} = Factor de utilización del cargador de batería.

Si el tiempo de recarga ha sido ya especificado, la ecuación anterior se puede reescribir para determinar el tamaño del cargador de batería para un tiempo dado de recarga.

$$I_{bc} = [C_x \times PDD_{max} - (1 - CSC_{fin})] / (T_R \times f_{util})$$

2.4 Normas mexicanas que aplican en las celdas fotovoltaicas.

En esta sección se presentara las normas mexicanas que aplican en la generación de energía eléctrica basándose en el método fotovoltaico. las normas que aplican son abaladas por la Secretaria de Economía y son las siguientes NMX-J-643/1-ANCE-2011, NMX-J-643/2-ANCE-2011, NMX-J-643/3-ANCE-2011, NMX-J-643/5-ANCE-2011, NMX-J-643/7-ANCE-2011, NMX-J-643/9-ANCE-2011, NMX-J-643/10-ANCE-2011 y NMX-J-643/11-ANCE-2011. A continuación se describirá cada una de ellas:

Clave o Código: NMX-J-643/1-ANCE-2011.

Titulo: Dispositivos fotovoltaicos parte 1: Medición de la característica corriente-tensión de los dispositivos fotovoltaicos.

Objetivo y campo de aplicación: Esta parte de la serie de normas mexicanas, establece los procedimientos para la medición de las características corriente-tensión de dispositivos fotovoltaicos, con luz solar natural o con un simulador solar. Estos procedimientos son aplicables a una celda solar fotovoltaica individual o un conjunto ensamblado de celdas solares fotovoltaicas que forman un módulo fotovoltaico.

El propósito de esta Norma es definir los requisitos básicos para la medición de las características corriente-tensión de dispositivos fotovoltaicos, así como los procedimientos para las distintas técnicas de medición que se utilizan, y presentar metodologías para reducir la incertidumbre de dicha medición.

Clave o Código: NMX-J-643/2-ANCE-2011.

Titulo: Dispositivos fotovoltaicos-parte 2: requisitos para dispositivos solares de referencia.

Objetivo y campo de aplicación: Esta Norma Mexicana establece las especificaciones para la clasificación, selección, embalaje, marcado, calibración y cuidados de los dispositivos de referencia solares.

Esta Norma aplica a los dispositivos de referencia solar que se utilizan para determinar el rendimiento eléctrico de las celdas solares, módulos y arreglos bajo

luz solar natural y simulada. Esta Norma Mexicana no aplica a los dispositivos de referencia solares para uso bajo luz solar concentrada.

Clave o Código: NMX-J-643/3-ANCE-2011

Título: Dispositivos fotovoltaicos-parte 3: principios de medición para dispositivos solares fotovoltaicos terrestres con datos de referencia para radiación espectral.

Objetivo y campo de aplicación: Esta Norma Mexicana especifica las características de la distribución de irradiación solar espectral, también describe principios de medición básicos para determinar la salida eléctrica de dispositivos PV.

Esta Norma Mexicana aplica a los siguientes dispositivos fotovoltaicos para aplicaciones terrestres:

- a) Celdas solares con o sin una cubierta protectora;
- b) Sub-ensambles de celdas solares;
- c) Módulos, y
- d) Sistemas.

Esta Norma no aplica a celdas solares que se diseñan para operar con luz solar concentrada o en módulos que incorporan concentradores.

Clave o Código: NMX-J-643/5-ANCE-2011

Título: Dispositivos fotovoltaicos-parte 5: determinación de la temperatura equivalente de la celda de dispositivos fotovoltaicos por el método de tensión de circuito abierto.

Objetivo y campo de aplicación: Esta Norma Mexicana especifica el procedimiento para determinar la temperatura de un equivalente de celda (ECT) de dispositivos PV (celdas, módulos y arreglos de un tipo de módulo) para fines de comparar sus características térmicas, determinar NOCT (temperatura nominal de operación de la celda) y trasladar las mediciones de las características I-V a otras temperaturas. Esta Norma Mexicana aplica solamente para dispositivos de silicio cristalino.

Clave o Código: NMX-J-643/7-ANCE-2011

Título: Dispositivos fotovoltaicos-parte 7: cálculo de la corrección del desajuste espectral en las mediciones de dispositivos fotovoltaicos

Objetivo y campo de aplicación: Esta Norma Mexicana establece una guía para corregir las mediciones en la tensión de polarización, debido a la falta de coincidencia entre el espectro de prueba y el espectro de referencia y por la falta de coincidencia entre las respuestas espectrales (SR) de la celda de referencia y del espécimen de prueba.

Esta Norma Mexicana sólo aplica a los dispositivos fotovoltaicos lineales en SR, los cuales se definen en la NMX-J-643/10-ANCE. Esta guía es válida para los dispositivos de unión simple, pero el principio puede extenderse a dispositivos multi-unión.

Clave o Código: NMX-J-643/9-ANCE-2011.

Título: Dispositivos fotovoltaicos-parte 9: requisitos para la realización del simulador solar

Objetivo y campo de aplicación: Esta Norma Mexicana proporciona los medios para determinar las clasificaciones del simulador solar.

Esta Norma Mexicana define las clasificaciones de los simuladores solares para usarse en mediciones en el interior de dispositivos terrestres fotovoltaicos. Los simuladores solares se clasifican como A, B o C, cada una de las categorías se basa en criterios de partido de distribución espectral, irradiancia, falta de uniformidad en el plano de prueba y la inestabilidad temporal. Esta norma proporciona los métodos necesarios para la calificación por un simulador solar en cada una de las categorías.

Los simuladores solares de la presente Norma Mexicana cumplen con los requisitos de clase de CCC, donde la tercera letra se relaciona con la inestabilidad a largo plazo. En el caso de uso para las mediciones de rendimiento FV, la clasificación CBA se exige donde la tercera letra está relacionada con la inestabilidad a corto plazo.

Clave o Código: NMX-J-643/10-ANCE-2011.

Título: Dispositivos fotovoltaicos-parte 10: métodos de mediciones lineales.

Objetivo y campo de aplicación: Esta Norma Mexicana describe los métodos para determinar el grado de linealidad de cualquier parámetro del dispositivo fotovoltaico con respecto a un parámetro de prueba.

Los métodos de medición que se describen en esta Norma aplican a todos los dispositivos FV y se destinan para llevarse a cabo sobre una muestra o en un dispositivo similar que utilice la misma tecnología.

Clave o Código: NMX-J-643/11-ANCE-2011

Título: Dispositivos fotovoltaicos-parte 11: procedimientos para corregir las mediciones de temperatura e irradiación de las características corriente-tensión

Objetivo y campo de aplicación: Esta Norma Mexicana especifica procedimientos a seguir para corregir las mediciones de temperatura e irradiación de las características I-V (corriente-tensión) de los dispositivos fotovoltaicos. También define los procedimientos que se utilizan para determinar los factores relevantes para estas correcciones.

Capítulo III

Metodología

En este capítulo se explica la metodología que se utilizaron para el desarrollo de este proyecto, que pasos se llevaron a cabo para la realización del simulador y que características técnicas son las que se utilizaron para plasmarlas en la aplicación.

3.1 Introducción.

El proceso de la metodología nos ayudo a seleccionar la manera más adecuada para el desarrollar del software simulador que nos servirán para cumplir con los objetivos propuestos para este proyecto.

Como se vio al principio de la lectura la región de Mexicali es una de las más importantes para la generación de energía eléctrica a base de celdas fotovoltaicas, bajo esta premisa cualquier persona puede invertir en la instalación de las celdas fotovoltaicas para su autoabastecimiento eléctrico.

Es importante que cualquier persona pueda saber de antemano que aparatos deberá de adquirir en base a sus propios requerimientos de su vivienda. Es ahí en donde entra este proyecto, que es el desarrollo de un simulador de consumo energético para la instalación de celdas fotovoltaicas en edificios residenciales.

A continuación se describirá la metodología que se utiliza para el desarrollo del software y los parámetros fueron considerados para el desarrollo de la aplicación. Con ello poder cumplir con los objetivos planeados con este proyecto, los cuales son:

- Analizar los parámetros técnicos para las celdas fotovoltaicas.
- Analizar las normas mexicanas que aplican a los sistemas fotovoltaicos.
- Desarrollar una aplicación que realice los cálculos basándose en los parámetros técnicos.

3.2 Sujetos.

Como ya se ha hablado este proyecto está dirigido a los habitantes de la ciudad de Mexicali cabecera municipal de Mexicali en el estado de Baja California. Donde esta región cuenta con una superficie 13,935.61 Km² y una población de 936,826 habitantes (INEGI, 2013). Adicionalmente en el conteo de viviendas realizado por el INEGI en el año 2010 se registro que existen 265,730 viviendas particulares habitadas y un tasa de crecimientos de 3.3% anual.

Aunado a lo anterior, existe el porcentaje de viviendas con electricidad en la región es del 98.9% (INEGI, 2010). Donde esto nos indica que una mayor parte de la población de Mexicali cuenta con energía eléctrica proporcionada por la CFE.

Otros de los datos que son relevantes es la población con vivienda que cuenten con internet en sus viviendas son el 35.4%, pero esto no quiere decir que el porcentaje restante no cuente con acceso a internet en otros lugares (INEGI, 2010). De lo cual el 59.7% que cuenta con internet lo utiliza para obtener información (INEGI, 2012).

Otro dato relevante que puede ser útil es el porcentaje de usuarios de internet por edades, donde las edades de los usuarios de internet con mayoría de edad es de 64.4%, bajo el esquema mexicano ya son económicamente activos (INEGI, 2012).

Pero el dato anterior no quiere decir que las personas menores de edad con acceso a internet no puedan utilizar el simulador, solo para fines porcentuales se segregara. Por lo tanto esta información de la población, ayudara a saber la cantidad de población por probabilidad de uso del simulador de celdas fotovoltaicas.

Tabla 3.1 Población. (INEGI)

	Porcentaje	Viviendas
Mexicali		265730
Electricidad	98.90%	262807
Internet en casa	35.40%	93034
Usuarios de internet económicamente activos	64.40%	59914
Uso de internet para consultar información	59.70%	55541

Basados en los cálculos anteriores el 20.9% de las viviendas cuentan con al menos un usuario con internet, que usa el internet para consultar algún tipo de información y que se encuentran en el sector económico activo de la población.

Para finalizar esta sección se observa que se tiene un gran número de usuarios potenciales usando de internet en la ciudad de Mexicali y donde podrían utilizar el simulador en el caso de que se pueda requerir los parámetros técnicos para la instalación de las celdas fotovoltaicas.

3.3 Procedimiento.

En esta sección se define la metodología que se estará utilizando para escoger el sistema operativo adecuado donde se alojara la aplicación, y adicionalmente se analizarán las plataformas de desarrollo más adecuadas para el simulador.

La metodología que se utilizará para el desarrollo de esta aplicación será basada en el modelo de cascada de Boehm que se desarrolló en 1981 pero sin dejar de lado algunos beneficios que otros modelos brindan para el desarrollo de la aplicación.

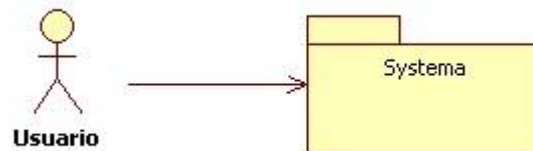
3.3.1 Análisis de Requerimientos.

3.3.1.1 Proceso de Usuario.

Para poder seleccionar la plataforma adecuada donde se instalara el simulador primero deberemos analizar el proceso de usabilidad para el software y así poder definir en qué plataforma se desarrollara. Para ver con más claridad se utilizara el modelo UML visto en el marco teórico.

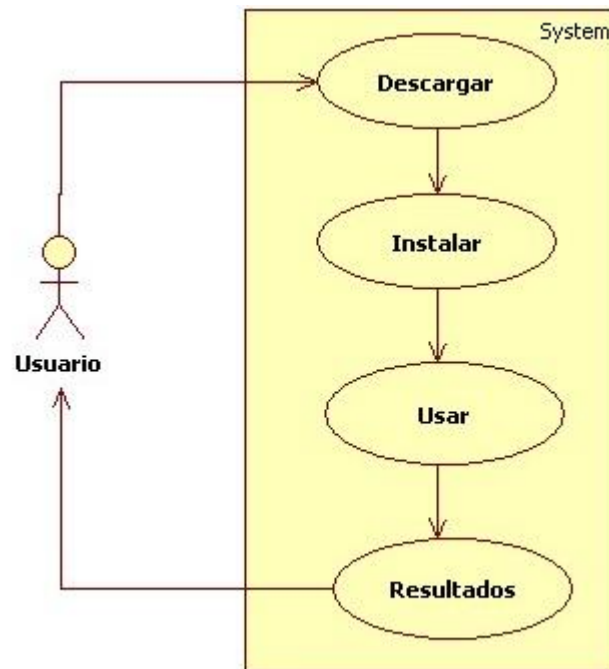
El usuario buscara un programa para calcular si es viable la instalación de celdas fotovoltaicas.

Figura 3.1 Caso usuario - sistema.



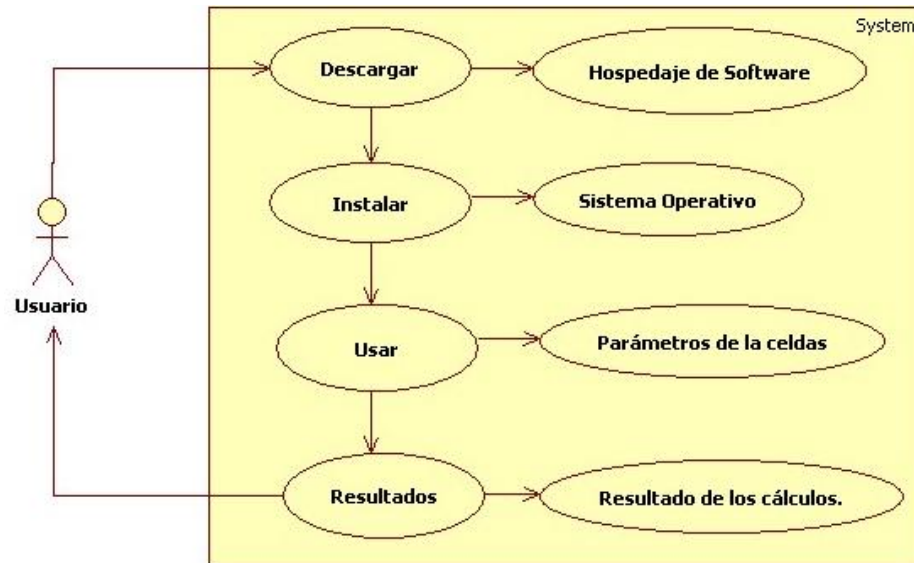
Una vez que el usuario encuentre el programa que le pueda servir para los cálculos de las celdas fotovoltaicas deberá de realizar el siguiente proceso:

Figura 3.2 Proceso de usuario.



Dentro del proceso que el usuario debe de seguir existen características que son transparentes para el usuario, a continuación se describe:

Figura 3.3 Proceso de sistema.



Una vez que ya se tiene un análisis general del proceso del sistema, se podrán pasar a lo particular. En el caso particular del simulador tenemos lo siguiente:

1. Hospedaje del Software.
2. Sistema Operativo.
3. Parámetros de la Celdas.
4. Resultado final.

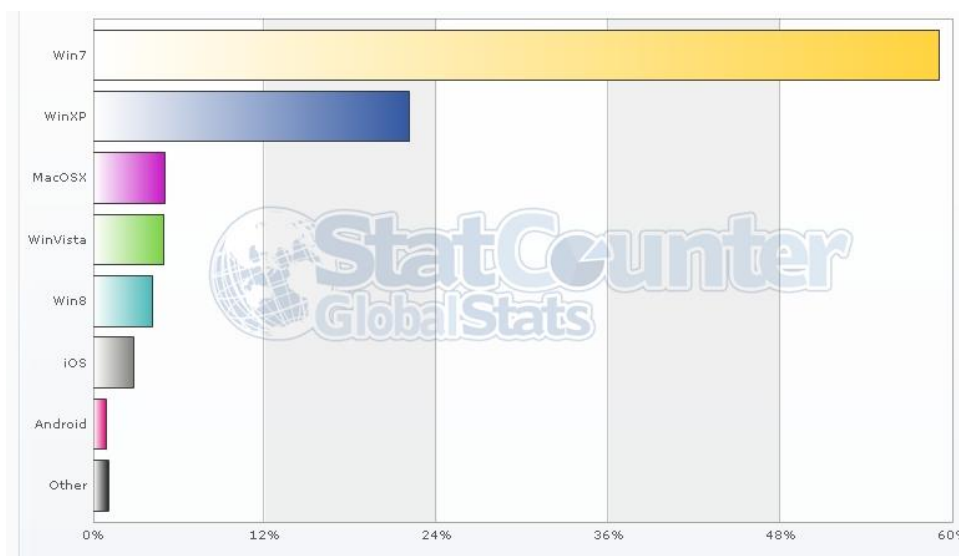
Antes de desarrollar la parte del hospedaje primero deberemos de analizar el sistema operativo donde se instalara el software.

3.3.1.2 Sistema Operativo.

Para poder evaluar un sistema operativo se armaría todo un debate, por las diferentes características de cada uno de ellos, y sobre todo que son mucho para tal evaluación. Tales como *Windows*, *Linux* (en sus diferentes versiones), *Mac OS*, *Unix*, entre otros. Donde estos tienen la característica que son alojados en una computadora o PC. Por otro lado existe otra gama de sistemas operativos que son *Symbian*, *Windows Phone*, *Blackberry*, *iOS*, *Android*, entre otros, donde estos

tiene como característica que están alojados de teléfonos celulares o *Smartphone*. Pero la pregunta es; ¿Cuáles de los sistemas operativos es más usado por los usuarios? Al responder esta pregunta se podrá ir segregando características, ya que el simulador está dirigido a cualquier usuario. Para responder lo anterior se analizara las tendencias de uso de los sistemas operativos actuales. Por el lado de las computadoras tenemos la siguiente grafica que nos ayudara con el análisis.

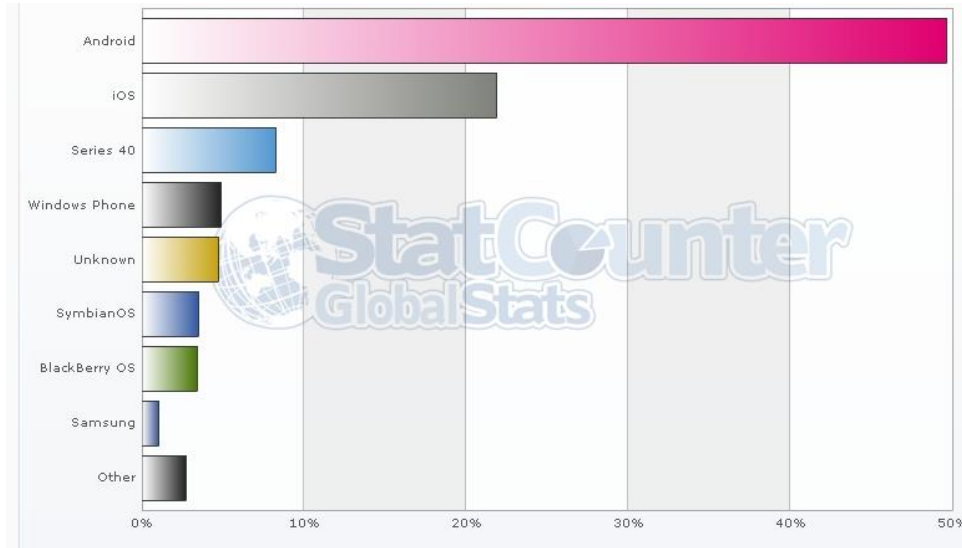
Figura 3.4 El top 7 de los sistemas operativos en México (*Starcounter.com*).



Como se aprecia en la grafica (Figura 3.5) aproximadamente el 90% del mercado en México de las computadoras lo tiene el sistema operativo *Windows*. Esto denota que los usuarios esta mas familiarizados con este sistema operativo comparado con cualquier otro.

Por otro lado analizando los sistemas operativos pero en *Smartphone* usados en México se tiene la siguiente grafica.

Figura 3.8 El top 8 de los sistemas operativo móviles en México (Starcouter.com).

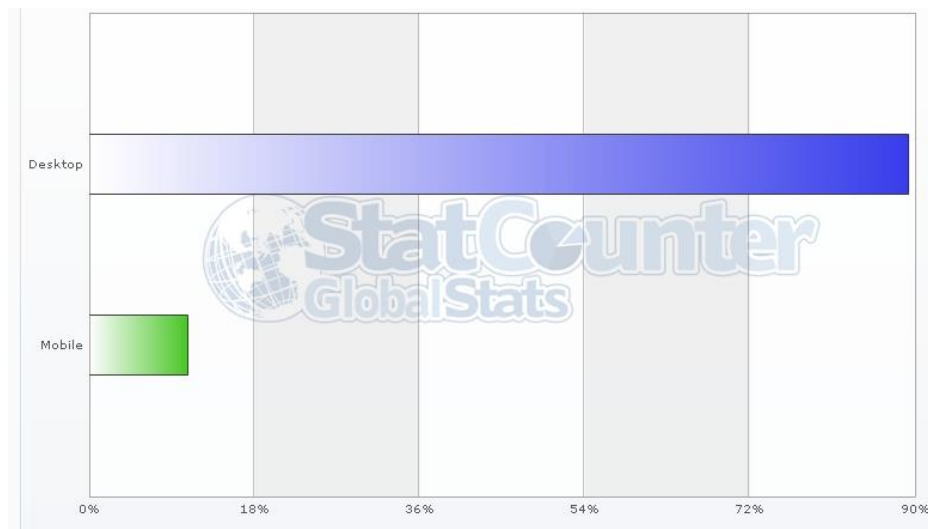


Como se aprecia en la grafica anterior el sistema operativo para *Smartphone* más usado es el *Android* con aproximadamente el 50% de los usuarios.

3.3.1.3 Dispositivos.

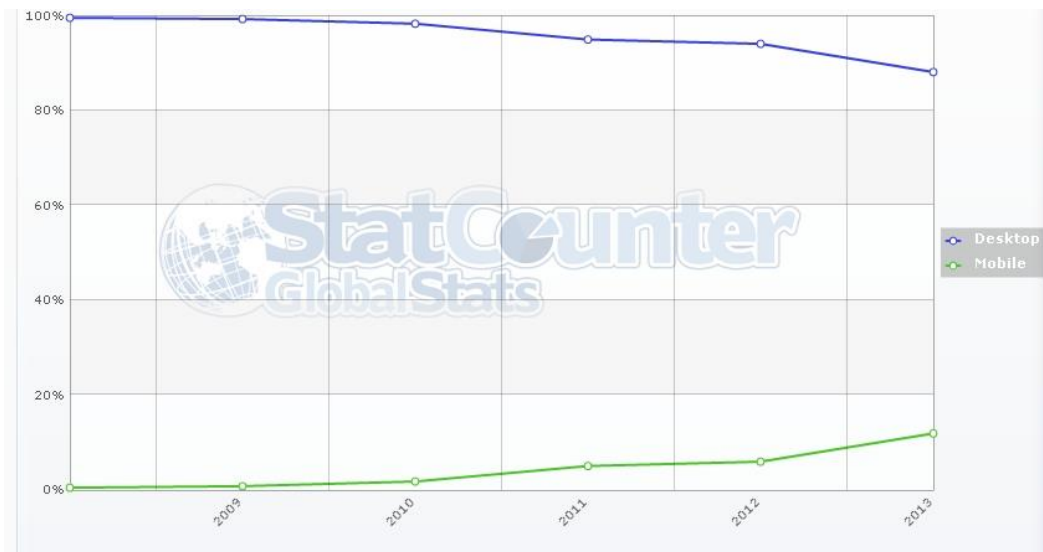
Antes de escoger un sistema operativo deberemos de analizar los dispositivos basándonos en su uso y no en el rendimiento de dispositivo. Por ello se presenta la siguiente grafica de uso del *desktop* y el *Smartphone*.

Figura 3.5 Móviles vs computadores de escritorios 1 (Starcouter.com).



Se puede observar que hay una disparidad entre los 2 dispositivos donde las computadoras tiene un casi 90% del mercado contra un 10% de los *Smartphone*. Pero solo esta grafica tiene una visión global del uso de la computadora donde no nos ayudaría mucho para la investigación porque debemos de recordar que los usuarios son de las viviendas de Mexicali y la grafica denota un universo más grande que nuestra muestra. Pero si se observa desde otro ángulo la misma grafica.

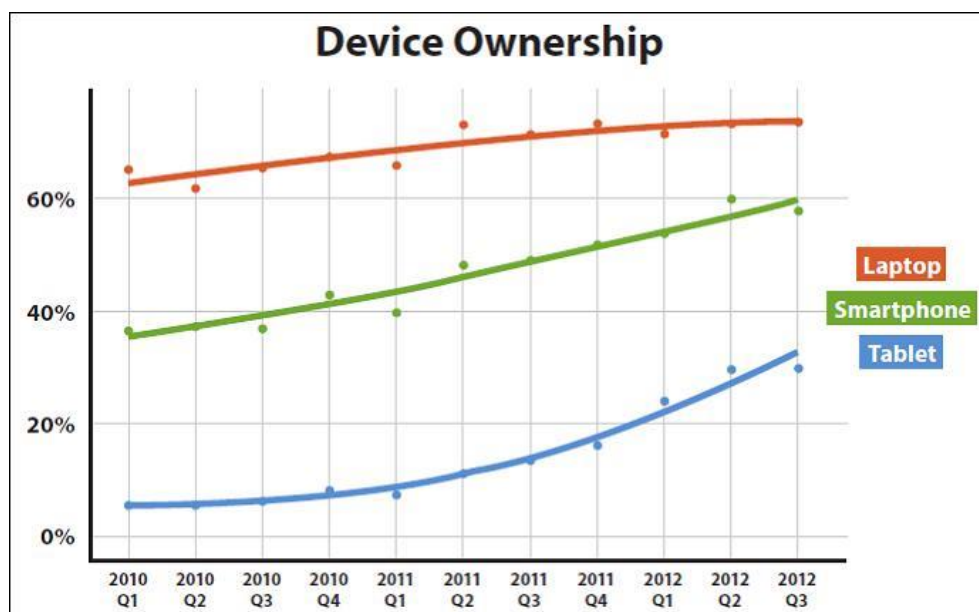
Figura 3.6 Móviles vs computadores de escritorios 2 (Starcouter.com).



Vemos claramente que la tendencia de uso de las computadores está disminuyendo y el uso de *Smartphone* va a la alza.

Con el objetivo de facilitar las cosas al usuario, el sistema operativo debe de ser móvil para que este en tiempo real anotando los parámetros de consumo de su hogar. Por lo tanto se analizara los *Smartphone* contra las laptops que ambas son tecnología móvil. A continuación se mostrara una grafica de tendencias de uso de estos 2 dispositivos móviles, donde esta información fue presentada en el *Mobile World Congress* del 2013.

Figura 3.7 Móviles vs computadores vs tabletas (Starcounter.com).



En la grafica anterior se aprecia claramente que existe un estancamiento de las laptop pero sigue teniendo alrededor del 70% del mercado, pero la tendencia a la alza de los *Smartphone* es visiblemente notoria con un 60% del mercado.

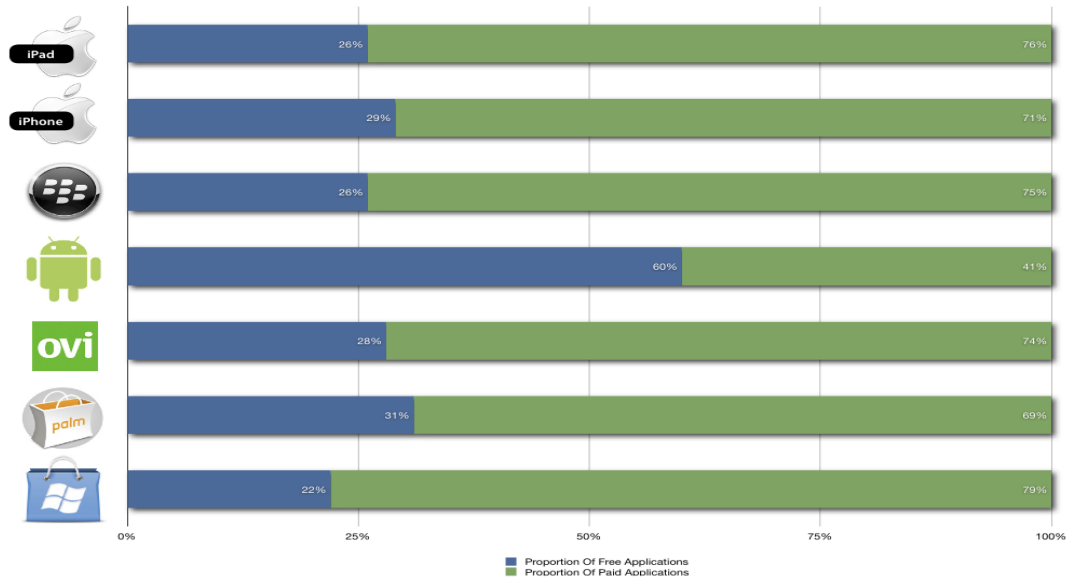
3.3.1.4 Hospedaje del Software.

Otros de los puntos que hay que analizar es donde se colocara el software una vez terminado, esto es muy importante dado que el simulador deberá ser compartido para cualquier usuario de la región de Mexicali.

En el caso de *Windows 7* o versiones anteriores no existe un repositorio de aplicación especializado para los sistemas, existen proveedores que almacenan las aplicaciones donde en algunos casos cobra y en otros es gratis. Para la versión de *Windows 8* ya existe un repositorio llamada *Windows Phone Marketplace*, donde aquí se puede alojar aplicación gratuitas o con cobro. Para las aplicaciones de *Android* un repositorio llamado *Google Play* donde ahí se puede alojar aplicaciones gratuitas o con cobro.

Para el caso de este proyecto deberá de ser gratuita y para ello analizaremos las tendencias.

Figura 3.8 Grafica de aplicación gratis vs de paga (Starcouter.com).



Como se puede observar en el sistema operativo Android cuenta con más aplicación gratuitas alojadas en el repositorio de *Google Play* en proporción a los demás sistemas.

Google Play (antes *Android Market*), es una tienda de software en línea desarrollada por Google para los dispositivos con sistema operativo *Android*. Es una aplicación que está preinstalada en la mayoría de los dispositivos *Android* y que permite a los usuarios buscar, obtener información y descargar aplicaciones publicadas por desarrolladores terceros (*Google Play*, 2013).

Figura 3.9 *Google play* (Google).



3.3.1.5 Parámetros de los Sistemas Solares.

En esta sección se analizará que parámetros son los adecuados para calcular el consumo energético de las viviendas. Como recordatorio un sistema fotovoltaico se trata de un sistema autoabastecedor, ya que aprovecha la irradiación solar para generar la energía eléctrica necesaria en el suministro de una instalación eléctrica en el hogar. Donde un sistema fotovoltaico está formado por el generador fotovoltaico (Panel Solar), batería, regulador y suministro (Harper, 2010).

3.3.1.5.1 Consumo eléctrico en el hogar.

Una de las primeras cosas que hay que realizar antes de instalar o comprar un sistema fotovoltaico es revisar el consumo eléctrico del hogar. El consumo eléctrico está basado en la demanda de potencia durante un cierto periodo de tiempo. Las cargas de los aparatos raramente operan en forma continúa, de modo que se debe determinar el tiempo de operación de cada aparato eléctrico. Para determinar el tiempo de operación de cada aparato eléctrico se deberá de seguir los siguientes pasos:

1. Listado: hacer una lista de los aparatos eléctricos que quieres conectar en el circuito fotovoltaico.
2. Cantidad: Especificar la cantidad de aparatos del mismo tipo (Por ejemplo: 2 focos).
3. Potencia normal: Especificar la cantidad de watts que el aparato eléctrico necesita para su operación. Para determinar esto es importante revisar la etiqueta del fabricante o con un aparato que mida la corriente que utiliza al ser encendido (Es importante que las cargas sean corriente alterne).
4. Tiempo de operación: Es el tiempo que se mantiene en uso el aparato eléctrico.

Para entender con claridad los pasos anteriores se mostrara en forma de tabla un ejemplo:

Tabla 3.2 Consumo total de energía (Harper, 2010).

Descripción de la carga	Cantidad	Potencia Nominal (w)	Tiempo de Operación (h/día)	Consumo de energía (wh/día)
Refrigerador	1	200	10	2000
Horno de microondas	1	1200	0.5	600
Tostador	1	1000	0.05	50
Cafetera	1	600	0.25	150
Lavadora de ropa	1	800	0.20	160
Computadora	1	100	3	300
Contactos para carga	1	180	1	180
Lámparas Fluorescentes	4	15	6	360
Lámparas Fluorescentes	4	30	4	480
Bomba de agua	1	400	0.30	120
Consumo total de energía				4400 w/h

3.3.1.5.2 El factor de eficiencia.

La eficiencia es el porcentaje de potencia convertida en energía eléctrica de la luz solar total absorbida por un panel, cuando una célula solar está conectada a un circuito eléctrico. Este factor de eficiencia se representa con la formula:

$$n = \frac{Pm}{E \cdot S} = \frac{w}{w/m^2 \cdot m^2}$$

$$n = \frac{Pm}{1000 \cdot S}$$

Por ejemplo:

Se tiene un panel solar de 40 W con una superficie de 360 cm², calcular la eficiencia del panel.

La eficiencia es:

$$n = \frac{P_m}{1000 \cdot S} = \frac{40}{1000 \times 0.36} = 0.11$$

Es decir, que este panel tiene un rendimiento (superficie total) de 11% bajo 1000 w/m², pero hay que recordar que la irradiación de 1000 w/m² es muy elevada y no representa todas las situaciones encontradas.

3.3.1.5.3 Área de instalación.

Una vez calculado el consumo eléctrico es importante medir el área donde se desea instalar las celdas fotovoltaicas. Para ello se deberá de usar la formula que ayudara a medir el área con respecto a los watts que se sacaron en el cálculo del consumo eléctrico. La formula es la siguiente:

$$A = \frac{P_{PM}}{nm}$$

Ejemplo:

Calcule el tamaño estimado de un arreglo fotovoltaico que usa módulos con una eficiencia de 14% y que debe producir aproximadamente 6 Kw al valor pico del sol. El área estimada se calcula como:

$$A = \frac{P_{PM}}{nm} = \frac{6 \text{ kw}}{0.14} \cong 43m^2$$

3.3.1.5.4 Inversor.

Un inversor fotovoltaico es un convertidor que convierte la energía de corriente continua procedente del generador fotovoltaico en corriente alterna. Para ver claramente veremos un ejemplo:

Si el análisis de la carga para una instalación determina que se requieren 1000 Wh/día para la carga en C.A. y 250 Wh/día para las cargas en C.D., y se considera una eficiencia del inversor del 90%, la energía total en C.D. (proporcionada por los paneles solares) por día es:

$$E_{scd} = \frac{E_{CA}}{n_{inv}} + E_{cd} = \frac{1000}{0.90} + 250 = 1361.11 \text{ wh/dia}$$

3.3.1.5.5 Baterías.

Las baterías en un sistema fotovoltaico ayuda a acumular el excedente de energía generada por las celdas, donde únicamente se utilizaran en los sistemas fotovoltaicos aislados. La fórmula que se utilizara para calcular la batería es la siguiente:

$$B_{salida} = \frac{E_{crit} \times ta}{V_{scd}}$$

Ejemplo:

Considérese en sistema que requiere 400 Wh de energía por día durante el mes crítico de diseño y el voltaje nominal del sistema en C.D. es 24v. Si el sistema requiere 3 días de autónoma, calcular la capacidad requerida para el banco de baterías.

$$B_{salida} = \frac{E_{crit} \times ta}{V_{scd}} = \frac{400 \times 3}{24} = 50 A - h$$

El banco de baterías requerirá alimentar 50 A-h a las cargas del sistema, pero los datos de placa del banco deben ser mayores que esto, ya que la capacidad útil de la batería es menor que la nominal.

3.3.1.5.6 Resultado Final.

Los resultados que se mostraran son los siguientes:

- La cantidad de paneles solares que necesitaras para satisfacer su necesidad emergentica.
- El tamaño de inversor.
- El tamaño de la barrería.

3.3.2 Diseño.

En esta etapa del software se analizara los siguientes procesos:

1. Nombre de Software.
2. Pantallas para software.
3. Proceso de software.

3.3.2.1 Nombre de Software.

En esta sección se analizara que nombre seria más adecuado para nombrar al software y que se pueda encontrar con facilidad y rapidez. Para ellos se utilizara un servicio que tiene *Google* llamada *Google Trends*. Esta es una herramienta de graficas donde representan con cuánta frecuencia se realiza una búsqueda particular en varias regiones del mundo y en varios idiomas. También permite al usuario comparar el volumen de búsquedas entre dos o más términos.

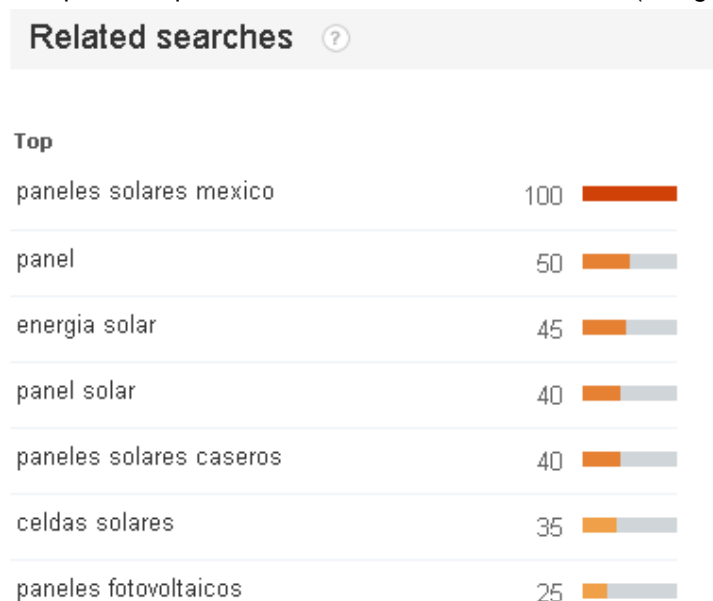
Figura 3.10 *Google trends (Google)*.



3.3.2.1.1 Opciones.

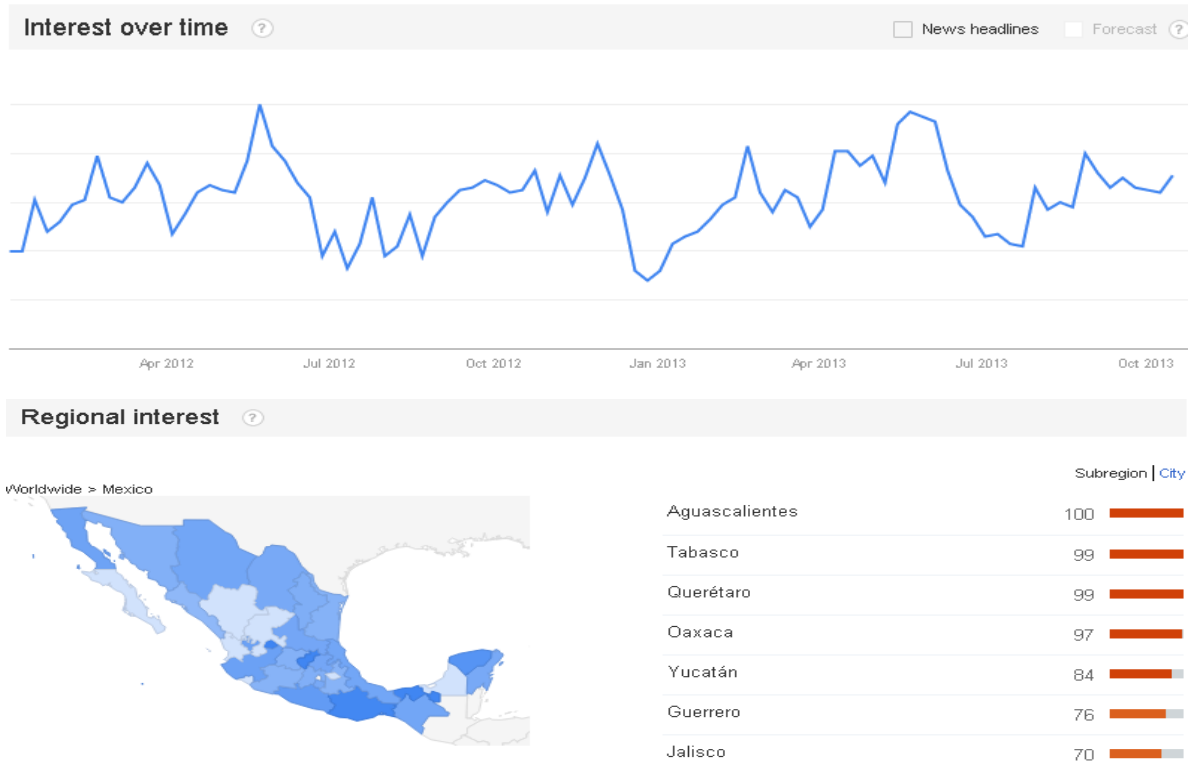
Se analizara varias opciones de nombre tentativos basándonos en las búsquedas de los usuarios en los últimos 2 años utilizando la herramienta de *Google Trends*. A continuación se enumeraran los nombres tentativos. En la siguiente grafica se demuestra las tendencias de búsqueda relacionadas a las celdas fotovoltaicas.

Figura 3.11 Top de búsquedas referidos a celdas fotovoltaicas (*Google trends*).



- Paneles Solares:

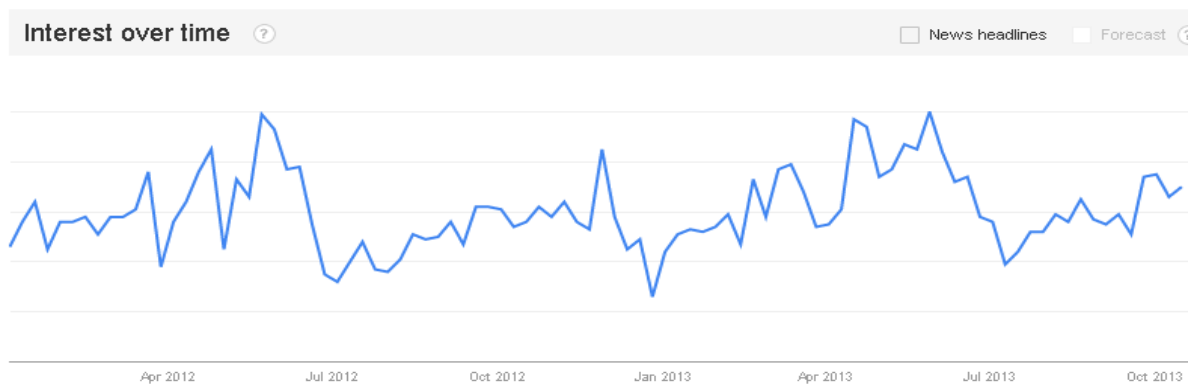
Figura 3.12 búsquedas con paneles solares (*Google trends*).



Basados en la tendencia de búsqueda de este nombre la mayor búsqueda se realiza en Baja California. Donde este nombre es una buena opción para el simulador.

- Panel Solar:

Figura 3.13 búsquedas con panel solar (*Google trends*).



Regional interest ?

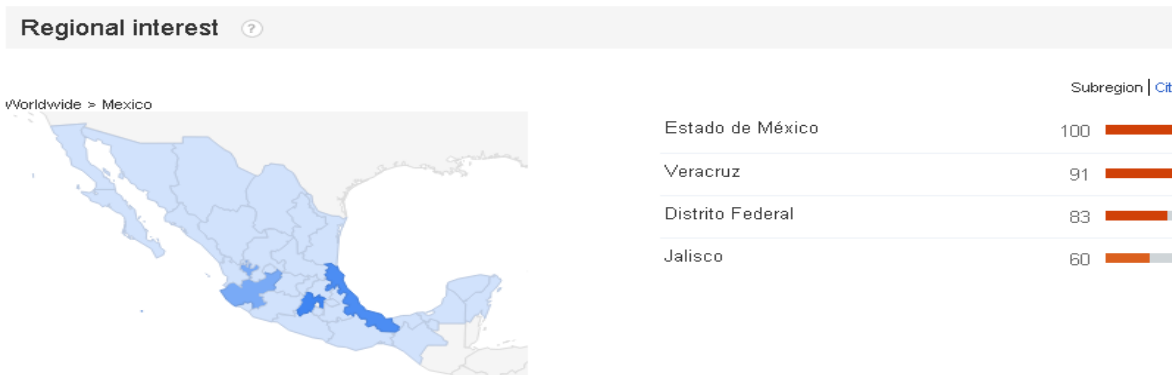
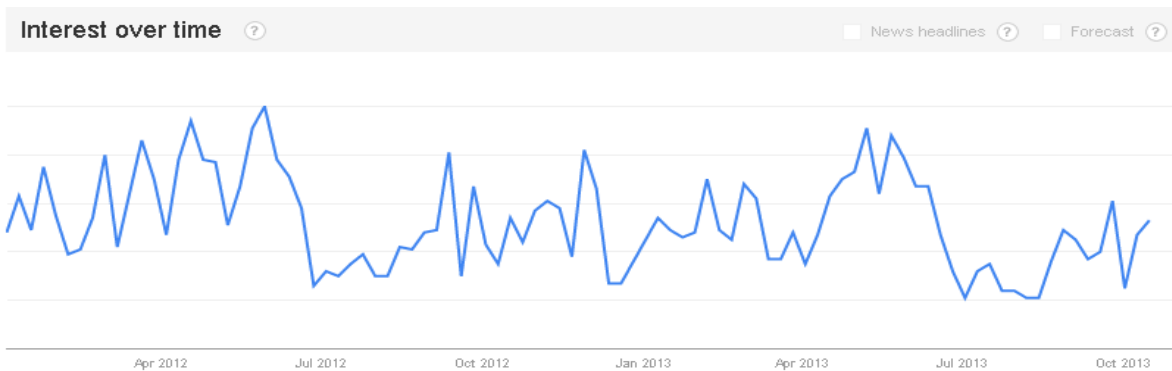
Worldwide > Mexico



Subregion	City
Baja California	100
Querétaro	94
Yucatán	94
Coahuila	85
Chihuahua	83
Sonora	79
Veracruz	78

- Celda Solar

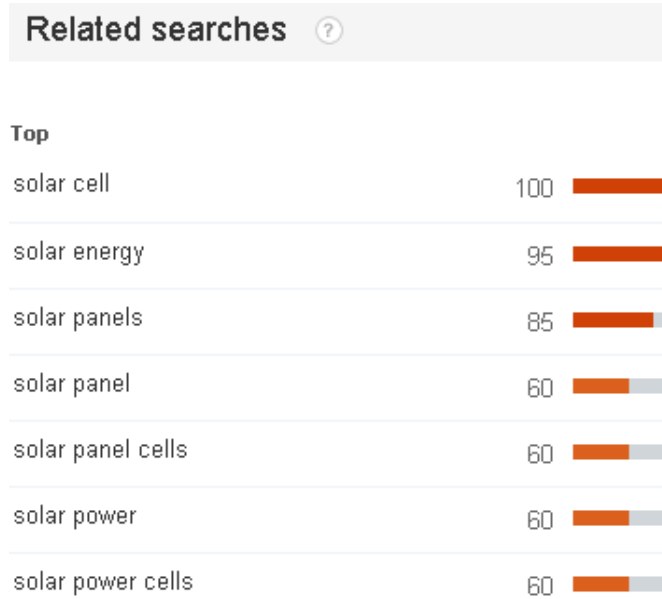
Figura 3.14 búsquedas con celda solar (*Google trends*).



Subregion	City
Estado de México	100
Veracruz	91
Distrito Federal	83
Jalisco	60

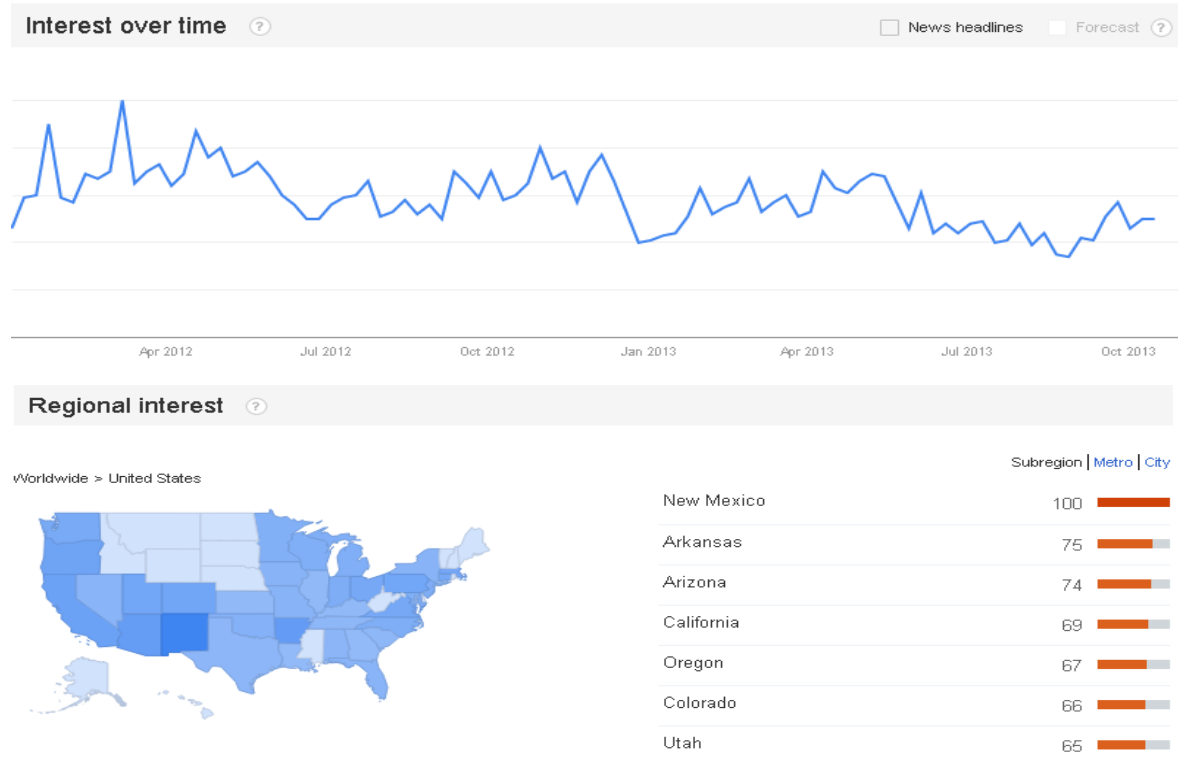
En el caso del idioma Inglés se analizaran otras opciones.

Figura 3.15 Top de búsquedas referidos a celdas fotovoltaicas en ingles (*Google trends*).



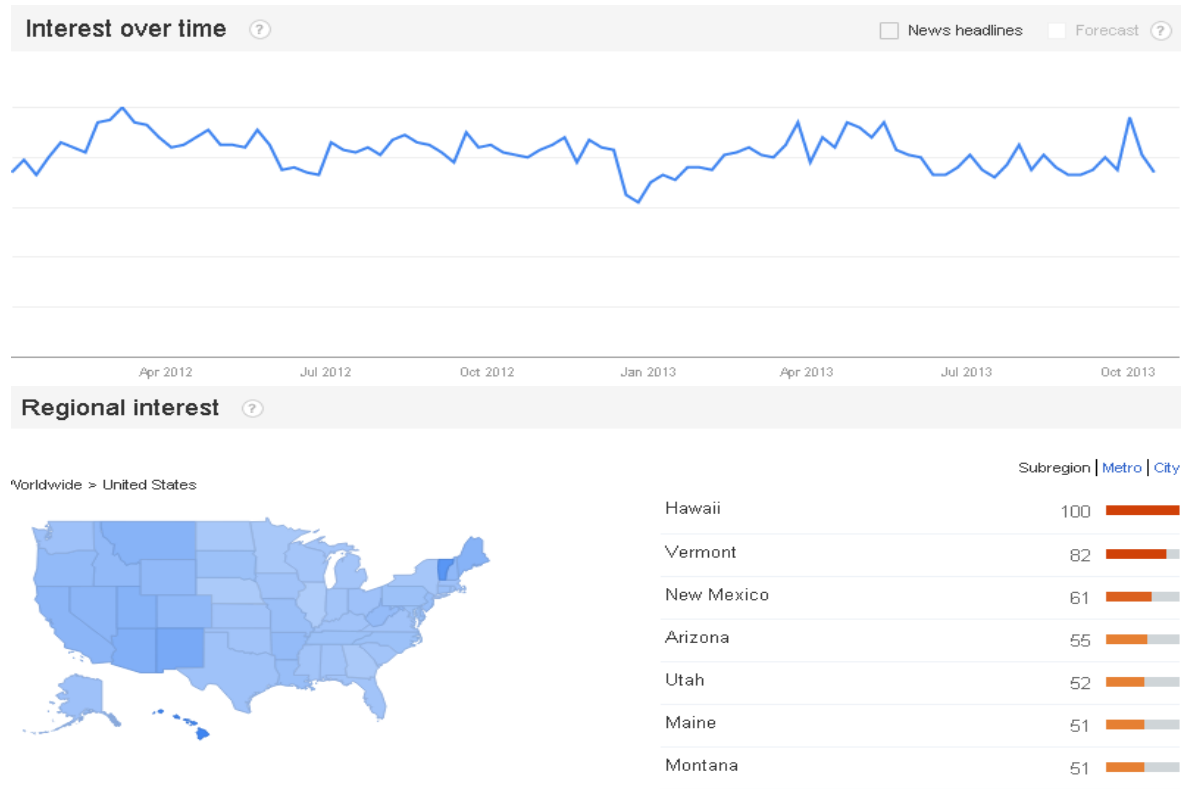
- Solar Cell.

Figura 3.16 búsquedas con *solar cell* (*Google trends*).



- Solar Panels.

Figura 3.17 búsquedas con *solar panels* (Google trends).



3.3.2.2 Pantallas del software.

En esta sección se presentaran de forma grafica todas las pantallas que se utilizaran en el software. A continuación se describirán:

- Pantalla de bienvenida (Figura 3.18): El usuario podrá visualizar de que se trata el software.
- Pantalla de opciones (Figura 3.19): En la pantalla de opcionales el usuario podrá ver que podrá realizar con el software. Donde las opciones serían las siguientes:
 - Seleccionar los aparatos eléctricos del hogar (Figura 3.20).
 - Colocar la cantidad de consumo eléctrico que quiere abarcar con las celdas solares.
 - Colocar la cantidad de área que se desee abarcar de celdas solares
 - Pantalla de recomendaciones del sistema (Figura 3.23).
- Pantallas de resultados de cada una de las opciones (Figura 3.21 y 3.22).

Figura 3.18 Pantallas de Bienvenida.



Figura 3.19 Pantallas de opciones.

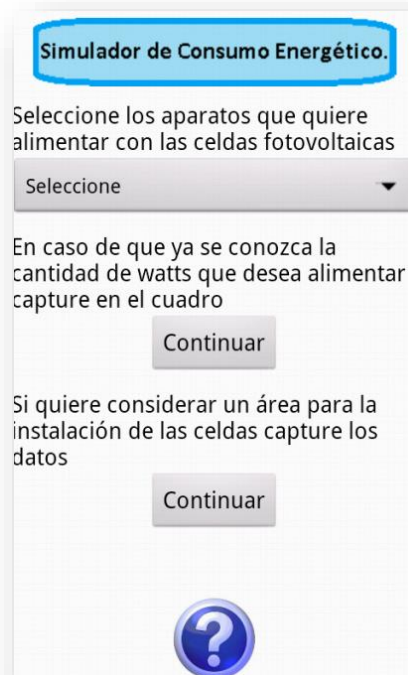


Figura 3.20 Selección de artículos.

A screenshot of a selection menu with a white background and a grey border. It contains six items, each with a checkbox to its right. At the bottom, there are two buttons: 'OK' and 'Cancel'.

Aire acondicionado central	<input type="checkbox"/>
Aire acondicionado para habitacion	<input type="checkbox"/>
Aspiradora casera	<input type="checkbox"/>
Aspiradora mini	<input type="checkbox"/>
Cafetera	<input type="checkbox"/>
Cafetera - solo calentador	<input type="checkbox"/>

OK Cancel

Figura 3.21 Opción uno y dos - Resultados.

A screenshot of an energy consumption simulator interface. The title 'Simulador de Consumo Energético.' is highlighted in a blue box. The interface shows input fields for 'Watts' (1000) and '4000Wh', a slider for 'Tiempo de operacion de aparatos' (4.0Hrs), and another slider for 'Eficiencia' (24.0%). Below these are several rows of data: 'Cantidad de Paneles: 10', 'Area total de paneles 16Mts', 'Inversor: 4800Wh', and 'Bateria: 400Ah'. A 'Refresh' button is located at the bottom.

Simulador de Consumo Energético.

Watts: 1000 4000Wh

Tiempo de operacion de aparatos

4.0Hrs

Eficiencia

24.0%

Cantidad de Paneles: 10

Area total de paneles 16Mts

Inversor: 4800Wh

Bateria: 400Ah

Refresh

Figura 3.22 Opción tres - Resultado.



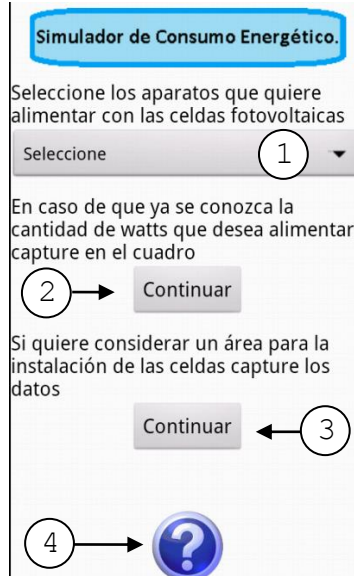
Recomendación y uso.

Recomendaciones antes de Instalar Sistemas Fotovoltaicos.

1. El sistema fotovoltaico NO sustituye la electricidad provista por la CFE.
2. Tener conciencia del consumo de energía eléctrica ahorra más que la instalación de sistemas fotovoltaicos.
3. Este sistema es solo un simulador, que sirve para calcular el consumo eléctrico, pero NO sustituye a un experto electricista de paneles solares.

Uso

Figura 3.23 Opciones - ayuda.



1. Se mostraran un listado con distintos aparatos eléctricos que pueden ser alimentados por los paneles solares.

2. Si usted ya cuenta con la cantidad de Watts de sus aparatos podrá teclearla.
3. Esta función es solo si quieres calcular un promedio de watts que te pueda dar un área.

Opción uno.

Figura 3.24 Selección de artículos - ayuda.

Aire acondicionado central	<input type="checkbox"/>
Aire acondicionado para habitacion	<input type="checkbox"/>
Aspiradora casera	<input type="checkbox"/>
Aspiradora mini	<input type="checkbox"/>
Cafetera	<input type="checkbox"/>
Cafetera - solo calentador	<input type="checkbox"/>
<input type="button" value="OK"/> <input type="button" value="Cancel"/>	

Seleccione los aparatos que quisiera meter dentro del sistema fotovoltaico.

Figura 3.25 Opción uno - ayuda.

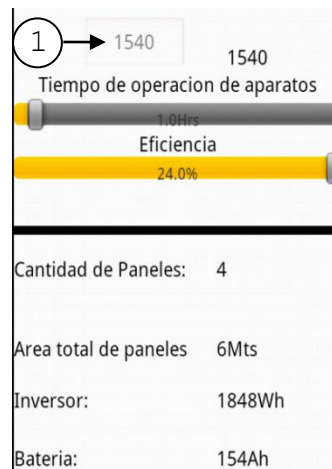
1	→ 1540	1540 ←	2
Tiempo de operacion de aparatos			
		1.0hrs	3
Eficiencia			
4		24.0%	
Cantidad de Paneles: 4 ←			
Area total de paneles 6Mts ←			
Inversor: 1848Wh			
Bateria: 154Ah			

- 1.- Suma de los watts de los aparatos.
- 2.- Total de watts de los aparatos por el tiempo de operación.
- 3.- El tiempo que duran los aparatos encendidos.
- 4.- Eficiencia del panel este porcentaje es proporcionado por el fabricante de los paneles y denota la conversión de la energía solar a energía eléctrica. Entre más eficiencia tenga un panel mas electricidad producirá.

Seleccione los aparados que quiera meter dentro del sistema fotovoltaico.

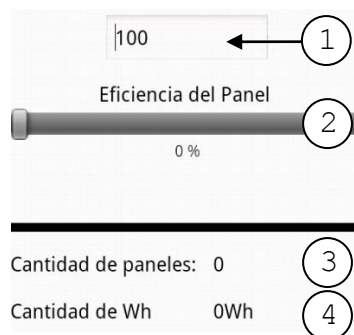
- 5.- Cantidad de paneles solares que tendría que adquirir con respecto a los watts proporcionados.
- 6.- Área que podría llegar a ocupar con respecto a la cantidad de paneles.
- 7.- El inversor requerido con respecto a la cantidad de watts.
- 8.- La batería requerida con respecto a la cantidad de watts (para ver esto con más detalle deberá de acudir con un profesional).

Figura 3.26 Opción dos - ayuda.



- 1.- Inserta los watts.
- 2.- Los otros datos son iguales que la opción 1.

Figura 3.27 Opción tres - ayuda.

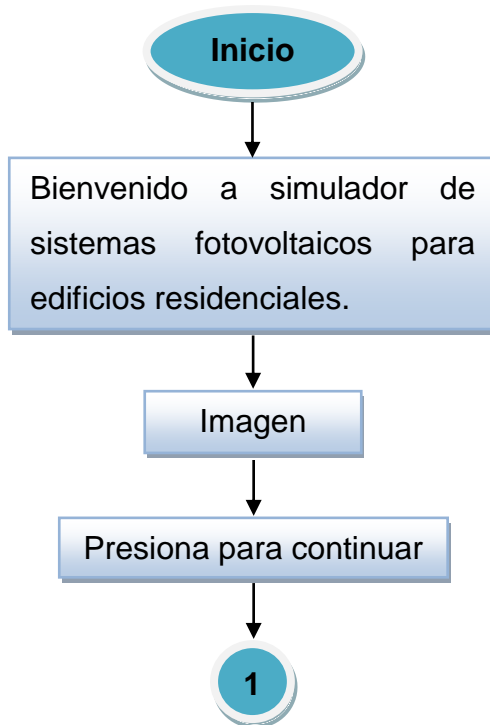


- 1.- Ingrese el área que quiere calcular.
- 2.- Ingrese la Eficiencia del panel
- 3.- Cantidad de paneles aproximados que se ocuparan para esta área.
- 4.- Cantidad de Watts/hora aproximado que podría tener.

3.3.2.3 Proceso del Software.

En esta sección se describe el proceso de desarrollo de software que se utiliza en este proyecto. Se utilizarán diagramas de flujo para la representación del proceso del software. Este proceso de software se presentara en el orden de aparición de las pantallas.

La pantalla de bienvenida se representa con el siguiente diagrama de flujo:

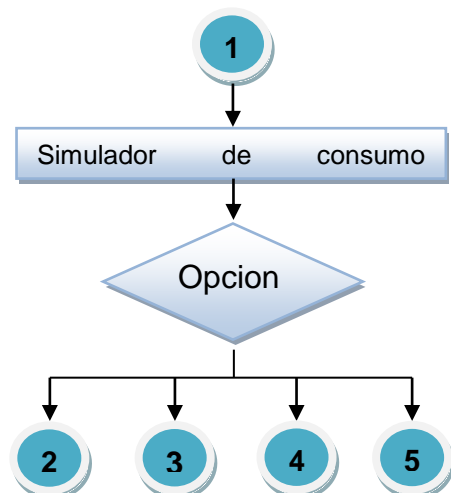


1. Se Muestra un escrito de bienvenida y expresando de que se trata el simulador.

2. Se muestra una imagen de una celda solar que representa hacia dónde va dirigido el simulador.

3. Una instrucción para seguir con el software.

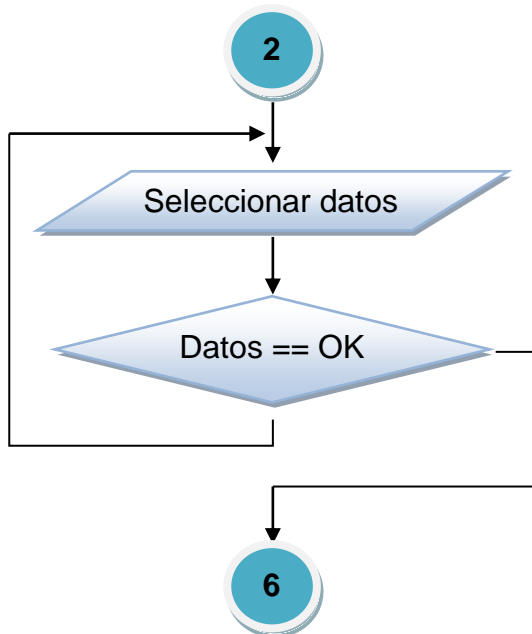
La pantalla de opciones se representa con el siguiente diagrama de flujo.



1. Texto de simulador de consumo energético.

2. Opciones de uso.

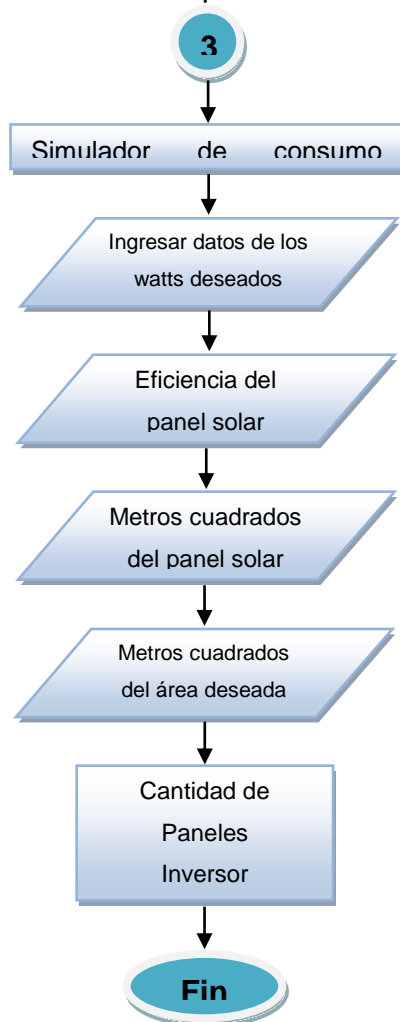
La opción uno se representa con el siguiente diagrama de flujo:



1. Selección de los aparatos eléctricos.

2. Opciones de uso.

La opción dos se representa con el siguiente diagrama de flujo:



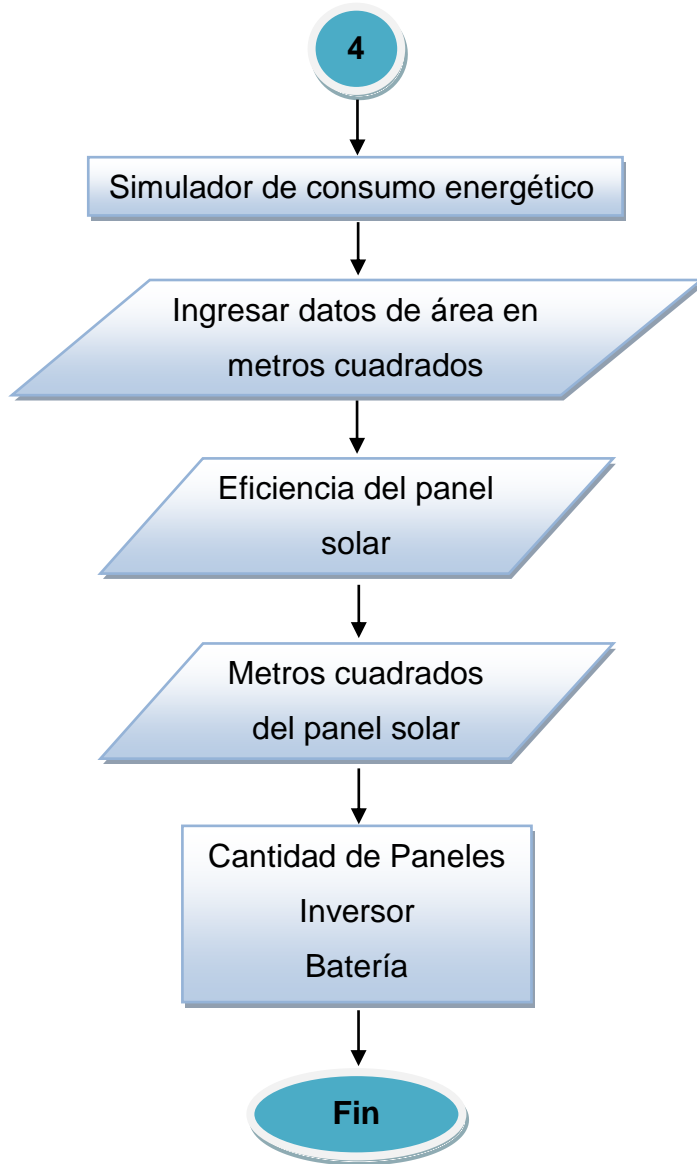
1. Ingresar el dato de los Watts.

2. Ingresar la eficiencia del panel.

3. Ingresar los metros cuadrados del panel.

4. Ingresar metros cuadrados del área.

5. Resultado de los cálculos.

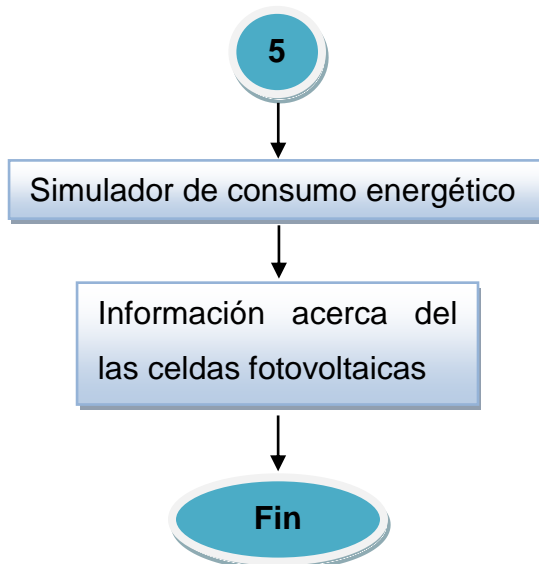


1. Ingresar metros cuadrados del área.

2. Ingresar la eficiencia del panel.

3. Ingresar los metros cuadrados del panel.

4. Resultado de los cálculos.



1. Información acerca del software

3.3.3 Prueba.

3.3.3.1 Pruebas con distintos dispositivos.

Se realizaron pruebas en diferentes dispositivos móviles que tienen el sistema operativo *Android* con la finalidad es verificar si el simulador funciona adecuadamente en diferentes versiones y resoluciones de los dispositivos móviles.

Prueba 1.

Marca de dispositivo: *Samsung Galaxy ACE*

Versión de Android: *2.3.5 - Gingerbread*

API level: 10

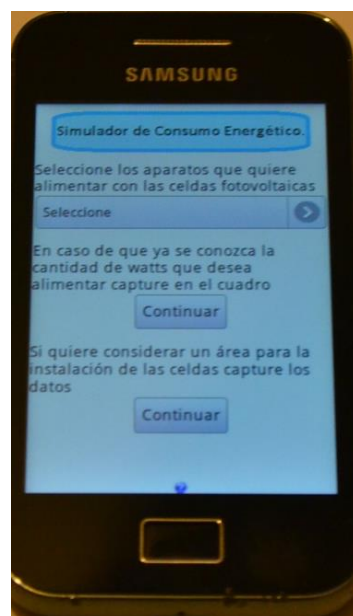
Resolución: HVGA (320 x 480 píxeles)

Tamaño de pantalla: 3.5 pulgadas

Descripción de la prueba:

Se cargo la aplicación en el dispositivo con éxito posteriormente se instalo en el dispositivo y se probó cada una de las opciones que se muestran. A continuación se muestra la imagen de la prueba que se realiza a esta versión del *Android*.

Figura 3.28 *Samsung Galaxy ACE*.



Prueba 2.

Marca de dispositivo: *Samsung Infuse*

Versión de Android: 2.3.6 - Gingerbread

API level: 10

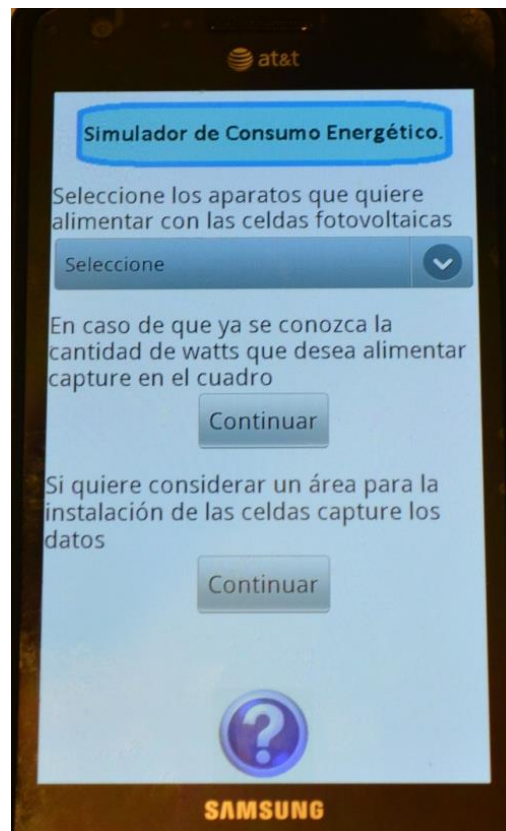
Resolución: WVGA (480 x 800 píxeles)

Tamaño de pantalla: 4.5 pulgadas

Descripción de la prueba:

Se cargo la aplicación en el dispositivo con éxito posteriormente se instalo en el dispositivo y se probó cada una de las opciones que se muestran. A continuación se muestra la imagen de la prueba que se realiza a esta versión del *Android*.

Figura 3.29 *Samsung Infuse*.



Prueba 3.

Marca de dispositivo: Samsung Galaxy Tablet

Versión de Android: 4.2.2 *Jelly Bean*

API level: 17

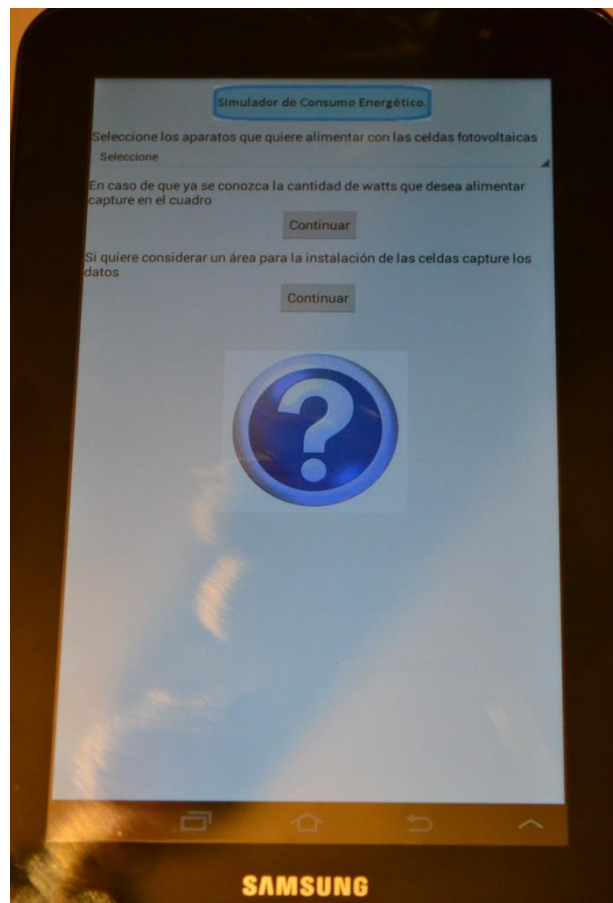
Resolución: WSVGA (600 x 1024 píxeles)

Tamaño de pantalla: 7 pulgadas

Descripción de la prueba:

Se cargo la aplicación en el dispositivo con éxito posteriormente se instalo en el dispositivo y se probó cada una de las opciones que se muestran. A continuación se muestra la imagen de la prueba que se realiza a esta versión del *Android*.

Figura 3.30 Samsung Galaxy Tablet



Prueba 3.

Marca de dispositivo: LG (*Lucky Goldstar*) Nexus 4

Versión de Android: 4.3 *Jelly Bean*

API level: 18

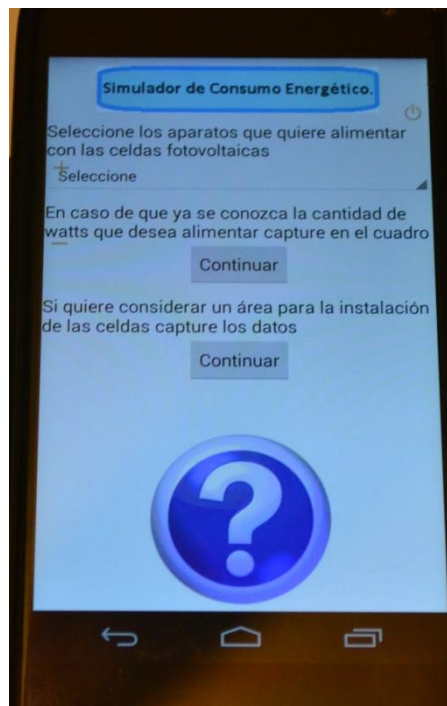
Resolución: WXGA (768 x 1280 píxeles)

Tamaño de pantalla: 4.7 pulgadas

Descripción de la prueba:

Se cargo la aplicación en el dispositivo con éxito posteriormente se instalo en el dispositivo y se probó cada uno de las opciones que se muestran. A continuación se muestra la imagen de la prueba que se realiza a esta versión del *Android*.

Figura 3.31 LG Nexus 4.



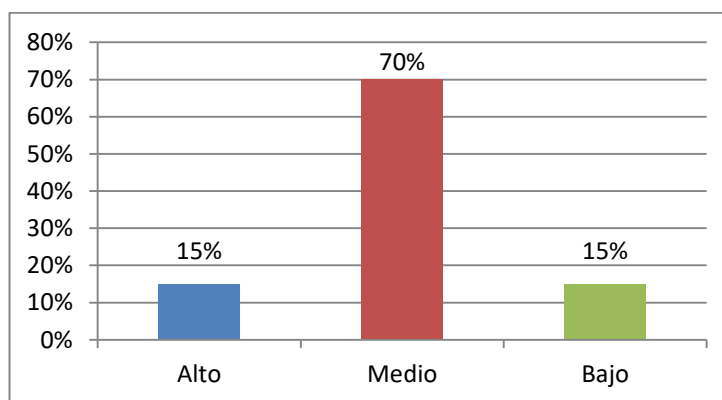
3.3.3.2 Pruebas con usuarios.

Las pruebas del software se realizaron a personas aleatorias dentro del universo ya antes mencionado, donde utilizaron el sistema sin tener el conocimiento del software y sin tener conocimientos de sistemas fotovoltaicos. Posteriormente se entregó un cuestionario con un total de 9 preguntas relacionadas a la usabilidad del software.

Los usuarios que se seleccionaron para probar el simulador fueron escogidos aleatoriamente, con un total de 20 participantes dentro de la facultad de ciencias administrativas de la Universidad Autónoma de la Baja California (UABC), con el fin de que las personas que probaron el simulador tuvieran el mismo nivel académico y no hubiera disparidad en ese sentido. Adicionalmente se consulto si tenían el conocimiento acerca del sistema operativo *Android*, con el fin de que cada participante contara con los conocimientos necesarios para utilizar una aplicación en *Android*. A continuación se mostrara algunas de las respuestas del cuestionario que se le aplico a los encuestados el total de cuestionario se encuentra en el capítulo de anexos.

Unas de las cuestiones que se hicieron es si se consideraban con el conocimiento adecuado para usar las tecnologías de la información.

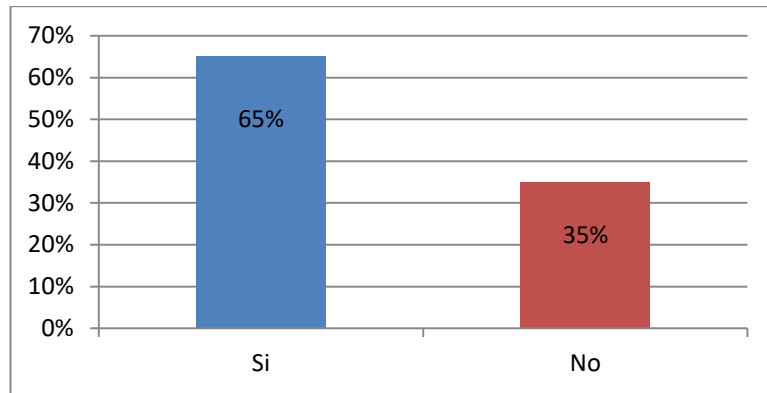
Figura 3.32 Pruebas - encuesta 1.



En la grafica 3.32 se observa que el 85% de los encuestados tiene los conocimientos necesarios para participantes en la prueba del simulador y el 15% no se consideran con tantos conocimientos pero pueden probar el simulador porque han utilizado las tecnologías de la información.

Una de las primeras preguntas de la encuesta es si los usuarios puedan entender el contenido ya sea con el texto o con imágenes de qué trata el simulador. Esta pregunta ayudara a ver si es entendible el contenido mostrado, en caso contrario se modificará para su mejor entendimiento.

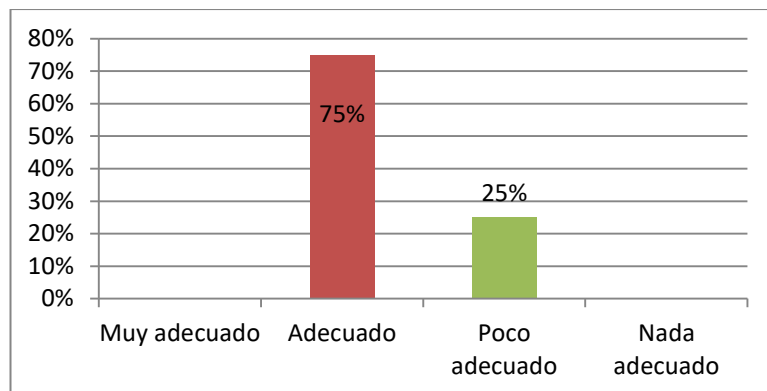
Figura 3.33 Pruebas - encuesta 2.



Se ve en la grafica que el 65% de los encuestados entendieron que trata el simulador pero el 35% sigue sin el conocimiento previo, solo con los elementos que se muestran en la pantalla principal o las siguientes de que trata el simulador. Donde sigue como un punto a mejorar.

Se les pregunto si los contenidos escogidos para la aplicación fueron los adecuados esto fue los que se contesto (figura 3.34):

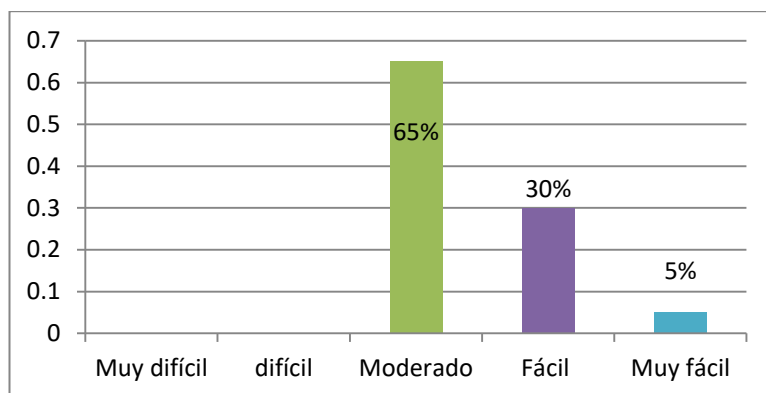
Figura 3.34 Pruebas - encuesta 3.



Se ve que el 75% de los usuarios que probaron el sistema se les hizo adecuado y el 25% que fue poco adecuado, donde podemos ver que puede ser un punto a mejorar dentro del simulador.

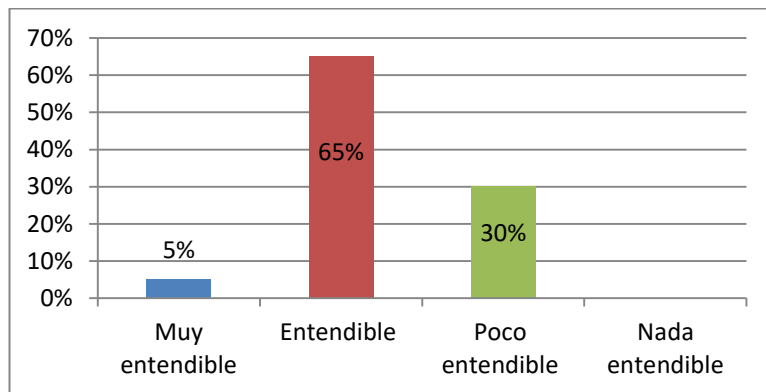
Con respecto a la usabilidad del simulador los encuestados contestaron lo siguiente (figura 3.35).

Figura 3.35 Pruebas - encuesta 4.



Se puede apreciar que el 65% de los encuestados opinan que es moderado el nivel de uso del simulador y el 30% considera que cae en lo fácil e intuitivo. Se les preguntó si se entendió los resultados mostrados por el simulador y esto fue lo que respondieron (figura 3.36).

Figura 3.36 Pruebas - encuesta 5.



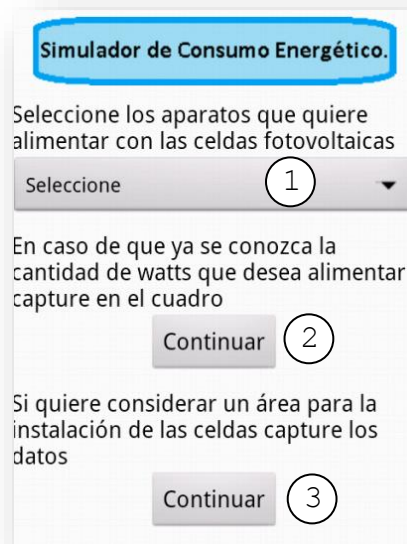
El 70% de los encuestados mencionaron que si se entendió los resultados que se arrojaron y el 30% está en el rango de que no se entendieron los resultados. Es muy importante esta pregunta porque es algo relevante para aquellas personas que quiere instalar algún sistema fotovoltaico.

Capítulo IV

Resultados

El desarrollo de este proyecto, está basado en las necesidades planteadas en el primer capítulo de esta investigación, para ello fue necesario establecer las relaciones entre cada elemento involucrado en este proyecto. Como primer paso fue necesario establecer los parámetros que se necesitan para la instalación de las celdas fotovoltaicas, los cuales nos permitieron establecer las funciones que se colocaron en el simulador. Estos parámetros ya fueron mencionados en el capítulo 3 de este proyecto. Para el caso del simulador se escogieron 3 maneras de simular la instalación del sistema fotovoltaico esto se ve en la figura 4.1.

Figura 4.1 Pantallas de opciones.

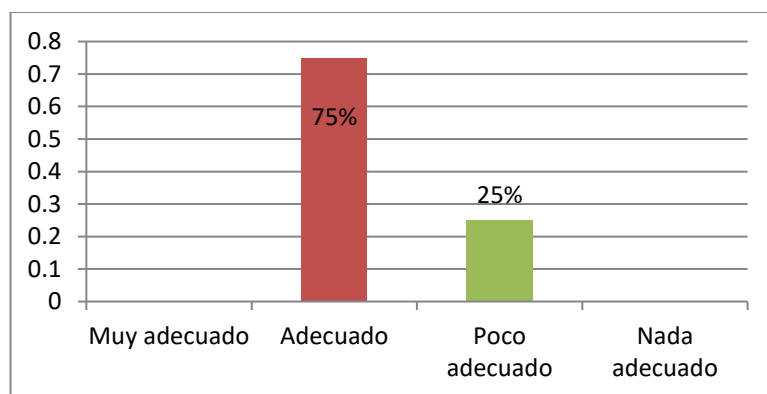


1. La opción 1 se optó por colocar todos aquellos aparatos eléctricos y electrónicos que pueden ser usados en un edificio residencial, lo cual permite al usuario calcular un estimado del voltaje que podrían consumir estos aparatos.
2. En la opción 2 se optó por que el usuario teclee la carga eléctrica que quisiera cubrir con las celdas fotovoltaicas.
3. La opción 3 nos ofrece un panorama distinto al anterior, aquí se podrá agregar un área en metros cuadrados donde podría instalarse las celdas y así poder ver cuánta energía eléctrica podrá generar.

Estas opciones fueron seleccionadas tomando como referencia a Harper (2010) en su libro Instalaciones eléctricas domesticas convencionales y solares fotovoltaicas donde menciona que el primer paso para la instalación de las celdas es hacer el cálculo de las cargas eléctricas que maneja su vivienda o edificio residencial. Donde posteriormente ya podemos ver qué es lo que se ocupara para la instalación del sistema fotovoltaico.

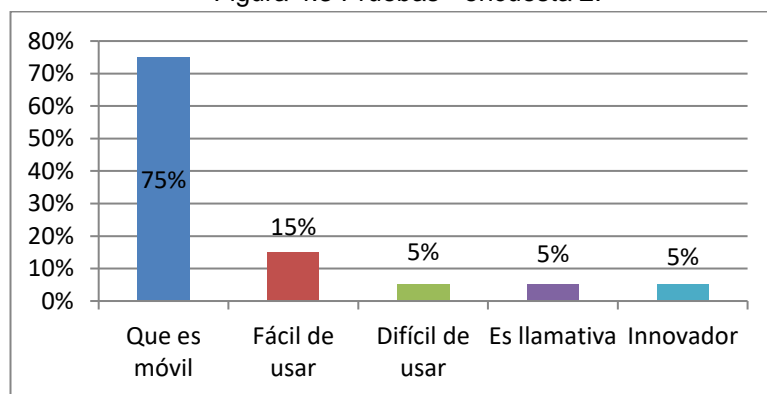
Basados en la encuesta aplicada la selección del contenido fue adecuada por los usuarios que probaron el simulador donde esto se ve en la figura 4.2.

Figura 4.2 Pruebas - encuesta 1.



El simulador fue desarrollado para el sistema operativo Android donde los argumentos de selección se ven en el capítulo 3. También fueron muy aceptados por los encuestados ya que la mayoría mencionaron que lo que más les llamo la atención fue que se podría usar en dispositivos móviles. Esto lo vemos en la figura 4.3

Figura 4.3 Pruebas - encuesta 2.



Capítulo V

Conclusiones y Recomendaciones

El resultado de esta investigación consolida lo visto en los últimos 2 años que duro esta proyecto concluyo con el desarrollo del software simulador.

El simulador es una herramienta de apoyo para aquellos usuarios que deseen instalar sistemas fotovoltaicos, pero el hecho que se tenga la iniciativa de la instalación es para la reducción de costos de los energéticos, mas sin embargo, este tipo de sistemas funcionan como complemento a la energía provista por la CFE.

El simulador ayudara a los usuarios a ver la cantidad de energía que consumen en sus hogares para posteriormente analizas si es factible la instalación de dicho sistema, pero el verdadero análisis no es en si la instalación del sistema, es tener conciencia de cuanta energía eléctrica se consume en sus hogares sin necesidad de usarla.

El software es solo un simulador, donde este solo realizara cálculos del consumo eléctrico de sus hogares, y ayudara a los usuarios a analizar si es factible la instalación de los sistemas, pero el software no sustituirá a una especialista en instalaciones de sistemas fotovoltaicos.

Este proyecto ha tenido la finalidad de mostrar los beneficios otorgados al simular el consumo eléctrico, para futuras modificación es importante agregar un campo de costos de energético, para que los usuarios puedan darse cuenta cuánto gasta en cada aparato eléctrico.

Capítulo VI

Referencias Bibliográfico

Casas José Manuel, Javaloyesma Esmeralda, S.F., *La Educación Medioambiental, Editorial Club, Universitario, San Vicente (Alicante), España.*

Martínez Fabiana y Miralles Lorena, 2011, Análisis del comportamiento mundial de la incorporación de energías renovables baja un esquema de 'venta a spot' y su viabilidad en Chile,
Recuperado de: <http://web.ing.puc.cl/~power/alumno13/ventaspot/Descripcion%20ERNC%20.html>

Labouret Anne, Viloz Michel, 2008, Energía solar fotovoltaica manual práctico, AMV, Ediciones, Madrid España.

PV magazine, 2010, Complejo Eléctrico fotovoltaico en Nevada, USA,
Recuperado de http://www.pv-magazine.com/news/details/beitrag/sempra-generation-completes-48-mw-pv-power-plant_100001700/#axzz2jFEssPZ5 2010

Calderas Enrique, S/F, Parámetro Mundial de la Energía,

Harper Enrique, 2012, Instalaciones eléctricas domésticas convencionales y solares fotovoltaicas, México, Limusa.

Greenpeace en Español, 2010, La energía solar puede dar electricidad limpia a más de 4.000 millones de personas para 2030,
Recuperado de <http://www.greenpeace.org/espana/es/news/2010/November/la-energ-a-solar-puede-dar-ele/>

Conermex, 2011, Sistemas Fotovoltaicos Baja California,
Recuperado de <http://www.conermex.com.mx/proyectos/sistemas-fotovoltaicos-baja-california,-mexicali.html>

Pressman Roger S., 2002, Ingeniería del software, un enfoque practico, McGraw-Hill, Madrid España.

Braude Eric J., 2003, Ingeniería de software una perspectiva orientada a objetos, Alfaomega.

Piattini, 1996.

Sigwart Charles D., Van Meer Gretchen L., Hansen John C. (1990), Software Engineering: A Project Oriented Approach (The Computer Scientist Series)

Stevens Perdita, Pooley Rob, Utilización de UML en ingeniería de software con objetos y componentes, Addison Wesley, Madrid, España, 2002.

Canchala Fernández Luis Armando, S/F

Recuperado de <http://msdn.microsoft.com/es-es/library/bb972214.aspx>

Ganttchart.com, S/F, Ejemplo de grafica de Grantt

Recuperado de <http://www.ganttchart.com/BasicGanttExample.html>

Capítulo VII

Anexos

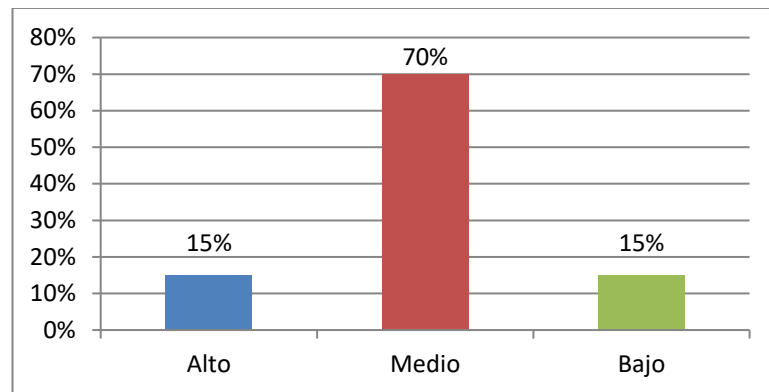
Anexo 1.

A continuación se mostrara la encuesta realizada a los usuarios que utilizaron el simulador de sistemas fotovoltaicos.

1.- ¿Cuánto considera su nivel de conocimiento con respecto al uso de las tecnologías de la información?

Con esta pregunta se busca si en realidad los encuestados se consideran aptos para utilizar las tecnologías de la información.

Figura 7.1 Pruebas - encuesta - pregunta 1

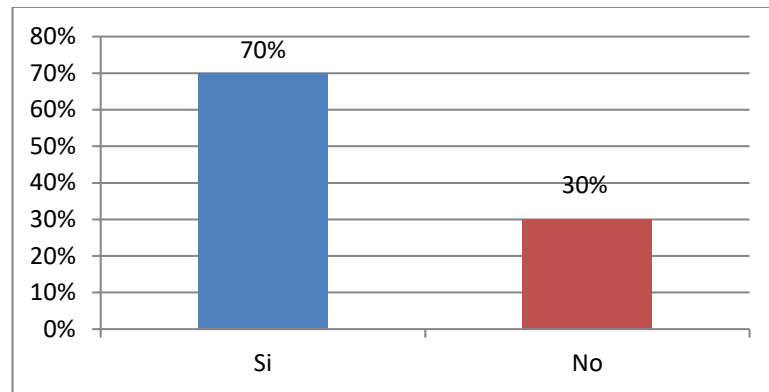


En la grafica se observa que el 85% de los encanastados tiene los conocimientos necesarios para participantes en la prueba del simulador y el 15% no se consideran con tantos conocimientos pero pueden probar el simulador porque han utilizado las tecnologías de la información.

2.- ¿Con la información que muestra la pantalla principal, es posible saber de qué se trata la aplicación?

Con esta pregunta se busca conocer si es relevante lo que se expresa en la pantalla principal para que los usuarios sepan en que les ayuda el simulador.

Figura 7.2 Pruebas - encuesta - pregunta 2

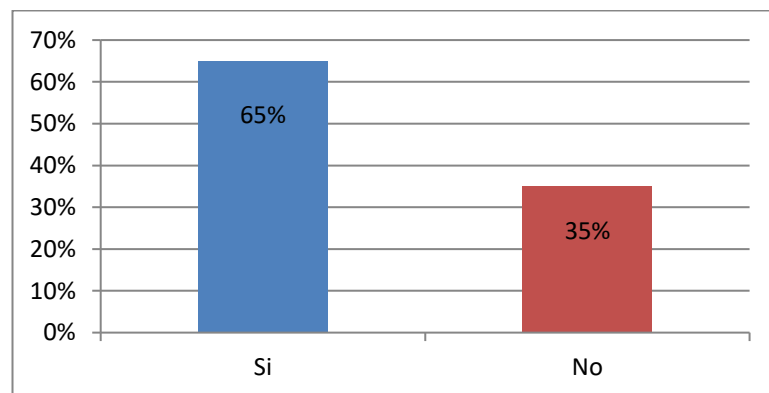


Se observa que el 70% de los encuestados si comprendieron de que se trataba con el contenido de la pantalla principal. Lo que es relevante aquí es que el 30% de los encuestados no supieron de qué se trataba, lo que puede ser una mejora al sistema.

3.- ¿Hay algún elemento gráfico o de texto que le haya ayudado a entender claramente la aplicación?

Esta pregunta está muy relacionada a la anterior donde se quiere conocer si se entiende perfectamente de que se trata el simulador.

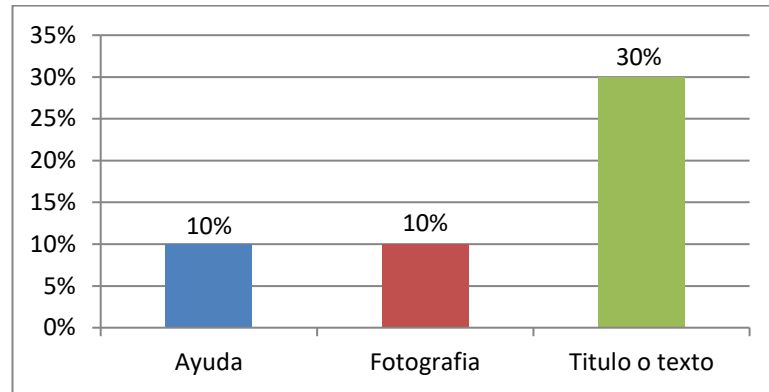
Figura 7.3 Pruebas - encuesta - pregunta 3



Se ve en la grafica que el 65% de los encuestados entendieron de que trata el simulador pero el 35% sigue sin conocer con los elementos que se muestran en pantalla ya sea la principal o las siguientes de que trata el simulador. Donde sigue como un punto a mejorar.

A continuación se muestra una grafica de que elementos le ayudo a comprender de qué se trata el simulador y fue la siguiente:

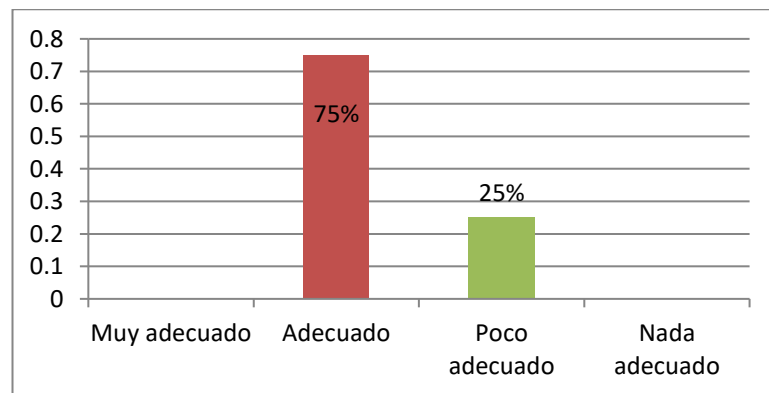
Figura 7.4 Pruebas - encuesta - pregunta 3.1



4.- ¿Qué tan adecuado le pareció la selección del contenido de cada sección para comprender la aplicación?

Con esta pregunta se quiere buscar si el contenido fue adecuado para el entendimiento del simulador.

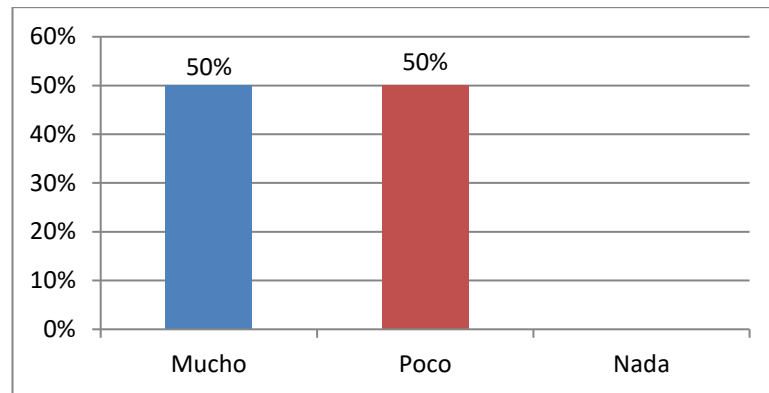
Figura 7.5 Pruebas - encuesta - pregunta 4



Se ve que el 75% de los usuarios que probaron el sistema se les hizo adecuado y el 25% que fue poco adecuado, donde podemos ver que puede ser un punto a mejorar dentro del simulador.

5.- ¿Qué tanto la aplicación le ayudo a medir el consumo eléctrico de su hogar?
Esta pregunta puede llegar a ser un poco vaga porque las pruebas que hicieron los usuarios no fueron en sus casas, si no fue algo hipotético, pero me sirve para ver si estos usuarios les puede llegar a servir en un caso real.

Figura 7.6 Pruebas - encuesta - pregunta 5

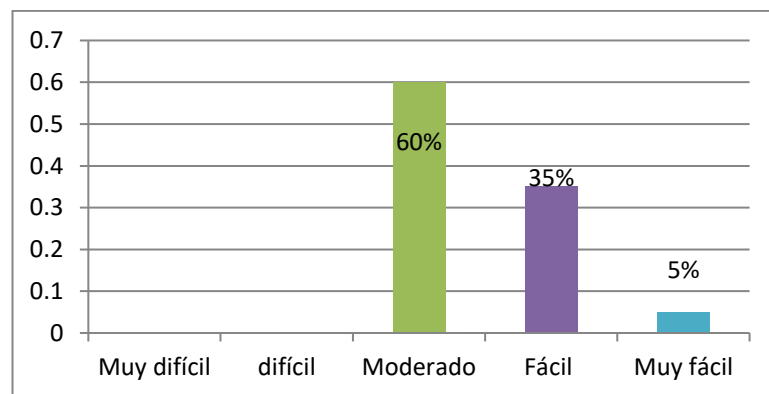


Como se ve, el 50% de los encuestados si les servirá el simulador para la medición del consumo eléctrico, pero si es muy notorio que el otro 50% pensó que no le podría servir.

6.- ¿Qué tan amigable considera la aplicación?

En esta pregunta se busca conocer que tan intuitivo o amigable es la aplicación.

Figura 7.7 Pruebas - encuesta - pregunta 6

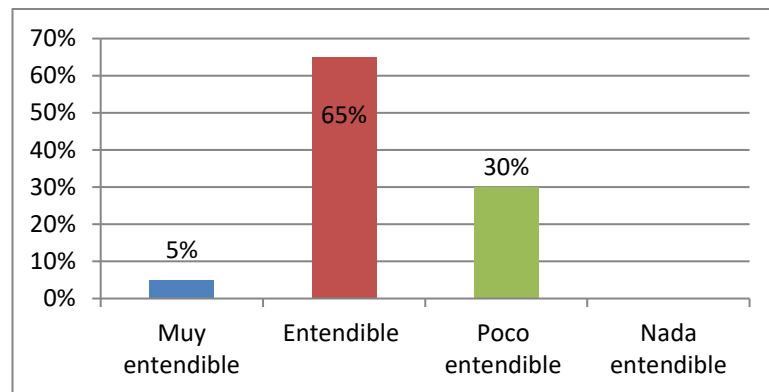


Se puede apreciar que el 65% de los encuestados opinan que es moderado el nivel de uso del simulador y el 35% considera que cae en lo fácil e intuitivo.

7.- ¿Cómo calificaría los resultados que arroja la aplicación?

Esta pregunta responderá a que tan adecuado son los resultados que se muestran en las pantallas de opciones, si se entendieron o no.

Figura 7.8 Pruebas - encuesta - pregunta 7

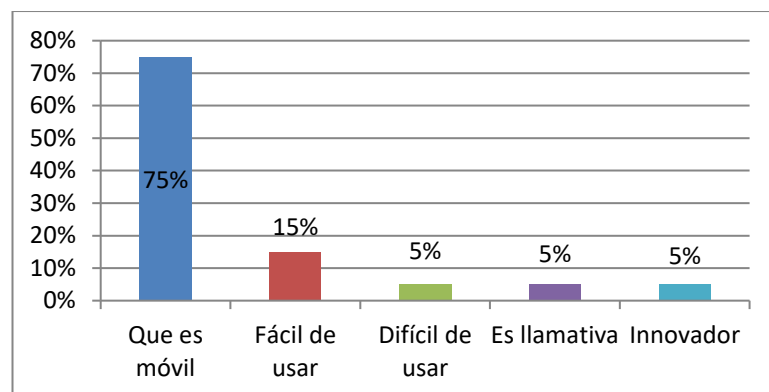


El 70% de los encuestados mencionaron que si se entendió los resultados que se arrojaron y el 30% está en el rango de que no se entendieron los resultados. Es muy importante esta pregunta porque es algo relevante para aquellas personas que quiere instalar algún sistema fotovoltaico.

8.- ¿Qué le llamó la atención de la aplicación?

Esta pregunta responde a que parte del simulador les llamo más la atención.

Figura 7.9 Pruebas - encuesta - pregunta 8

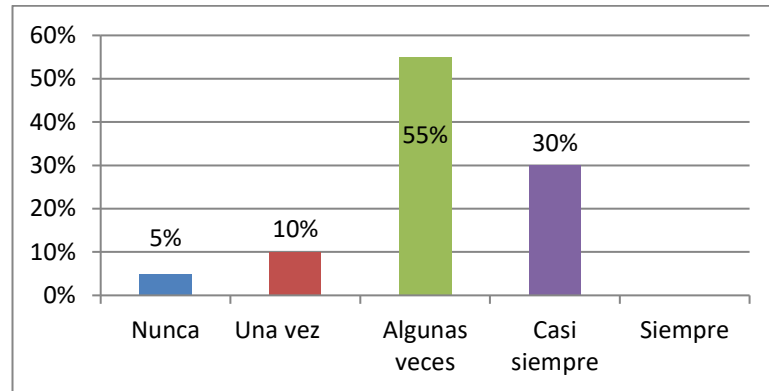


La mayoría de los encuestados (75%) considero que lo más atractivo fue que es móvil la aplicación.

9.- ¿Con que frecuencia podría usar la aplicación?

Esta pregunta solo se quería conocer cuantas veces podría usar la aplicación

Figura 7.10 Pruebas - encuesta - pregunta 9



Lo anterior fueron las preguntas con el total de respuestas provistas por las personas que probaron la aplicación, adicionalmente se dejó un espacio para comentarios adicionales a las preguntas con el fin de conocer algún punto de vista relevante para la modificación del simulador.

A continuación se muestran algunos comentarios relevantes:

- No se especifica si la medición del consumo es para paneles ya instalados o que se quieran instalar.
- Cambiar los cuadros que señalan que aparatos seleccionaste porque parece que todo está seleccionado.
- Le porcentaje de las barras no son muy visibles.
- Una pantalla inicial que explique brevemente el objetivo y forma de usar la aplicación.
- Le faltó el boiler eléctrico de todos los tamaños.
- No sé si mis electrodomésticos entran en las especificaciones de los que se muestran en la aplicación.