



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE – GUAYAQUIL**

FACULTAD DE INGENIERIAS

CARRERA: *INGENIERÍA ELÉCTRICA*

MENCIÓN: *SISTEMAS DE POTENCIA Y DISEÑO DE MAQUINARIAS*

PLAN DE TESIS

Previa a la obtención del Título de: *INGENIERO ELÉCTRICO*

**TEMA: IMPLEMENTACIÓN DE ENERGÍA SOLAR Y
ESTUDIO DE LA ENERGÍA EÓLICA EN PUERTO
ROMA**

**AUTORES: GALARZA VALAREZO GIOVANNY
GORDILLO VERA CARLOS
RIVERA CÁCERES CARLOS**

DIRECTOR DE TESIS: ING. LUIS NEIRA

GUAYAQUIL, Mayo 2012

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, Galarza Valarezo Giovanni portador de la cedula de ciudadanía N°0918280132, Gordillo Vera Carlos portador de la cedula de ciudadanía N°0921266284, Rivera Cáceres Carlos portador de la cedula de ciudadanía N°0921266367, estudiantes de la Universidad Politécnica Salesiana, declaramos que la responsabilidad por el contenido realizado sobre el trabajo de tesis de Grado, nos corresponde de forma exclusiva.

Galarza Valarezo Giovanni

CI: No. 0918280132

Gordillo Vera Carlos

CI: No. 0921266284

Rivera Cáceres Carlos

CI: No. 0921266367

Guayaquil, Mayo 2012

DEDICATORIAS

Dedico este documento a mi padre, hermanos, familiares, profesores y compañeros que han estado siempre conmigo, durante la elaboración de la tesis.

GALARZA VALAREZO GIOVANNY.

Dedico este proyecto de tesis principalmente a Dios, a mis padres, a mi esposa y a mi hijo. A Dios porque ha estado conmigo a cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar. A mis padres quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación, siendo un apoyo en todo momento, depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento en mi inteligencia y capacidad. A mi esposa y a mi hijo quienes llenan de amor y alegría mi vida y me impulsan para seguir adelante. Es por ellos que soy lo que soy ahora.

GORDILLO VERA CARLOS.

Dedico la presente tesis de grado a mis abuelos que me enseñaron que con amor, esfuerzo y dedicación todo se puede. También se lo dedico a mi novia quien en estos últimos años ha sido parte fundamental en la terminación de la carrera, dándome ánimos y apoyo en el desarrollo de este trabajo.

RIVERA CÁCERES CARLOS.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios, por la salud, sabiduría que siempre me ha dado para tomar decisiones importantes en la vida, a mis padres, hermanos y a las personas que estuvieron conmigo en todo esta trayectoria para lograr este objetivo.

GALARZA VALAREZO GIOVANNY.

Este proyecto es el resultado del esfuerzo conjunto de todos los que formamos el grupo de trabajo. Por esto agradezco a nuestro Tutor de Tesis, Ing. Luis Neira, al Ing. Cesar Cáceres, a mis compañeros Giovanni Galarza, Carlos Rivera, quienes a lo largo de este tiempo, han puesto a prueba mi capacidad y conocimiento en el desarrollo de este proyecto para los habitantes de Puerto Roma, el cual ha finalizado llenando todas nuestras expectativas. A mis padres quienes a lo largo de toda mi vida me han apoyado y motivado mi formación académica, los cuales creyeron en mí en todo momento y no dudaron de mis habilidades. A mis profesores a quienes les debo gran parte de mis conocimientos, gracias a su paciencia y enseñanza. Finalmente un eterno agradecimiento a esta prestigiosa Universidad la cual abre sus puertas a jóvenes como nosotros, preparándonos para un futuro competitivo y formándonos como personas de bien.

GORDILLO VERA CARLOS.

Agradezco a Dios, mis padres y maestros por el tiempo y paciencia que dedicaron a mi formación personal y académica. A todas aquellas personas que nos dieron la mano desinteresadamente para poder culminar este trabajo.

RIVERA CÁCERES CARLOS.

ÍNDICE GENERAL

Carátula.....	I
Declaración.....	II
Dedicatorias.....	III
Agradecimientos.....	IV

CAPÍTULO I

Introducción a la energía solar y energía eólica	12
1.1 Introducción.....	12
1.2 Justificación.....	12
1.3 Delimitación.....	12
1.4 Antecedentes.....	13
1.4.1 Objetivo General.....	13
1.4.2 Objetivos Específicos.....	13
1.5 Marco teórico.....	14
1.5.1 Introducción a la energía solar.....	14
1.5.1.1 Definición y conceptos.....	14
1.5.2 Energía solar.....	16
1.5.3 Fundamentos de la energía fotovoltaica.....	17
1.5.4 Datos generales del sistema de generación solar.....	19
1.5.5 Diagrama de bloques de un sistema de generación solar.....	20
1.5.5.1 Panel fotovoltaico.....	20
1.5.5.2 Regulador de voltaje de carga.....	20
1.5.5.3 Inversor.....	21
1.5.5.3.1 Principio de operación de un inversor.....	22
1.6 Introducción a la energía eólica.....	23
1.6.1 Situación de la energía eólica en Ecuador.....	24
1.6.2 Patrones globales de la circulación del viento.....	25

CAPÍTULO II

Estudio Situación de Puerto Roma Para La Implementación de Energía Solar.....	27
2.1 Reseña de la vivencia obtenida durante la ejecución de la tesis en Puerto Roma.....	27
2.1.1 Transporte y movilización.....	27
2.1.2 Comunidad.....	29
2.1.2.1 Educación.....	30
2.1.2.2 Alimentación.....	30
2.1.2.3 Religión.....	30
2.1.2.4 Salud.....	31
2.1.2.5 Planificación familiar.....	31
2.1.2.6 Varios.....	31
2.1.2.7 Servicios básicos.....	32
2.2 Dimensionamiento eléctrico de cargas.....	33
2.2.1 Dimensionamiento de cargas de la familia 1.....	33
2.2.2 Dimensionamiento de las cargas de la familia 2.....	34
2.2.3 Dimensionamiento de las cargas de la familia 3-4.....	35
2.2.4 Dimensionamiento de las cargas de la familia 5.....	36
2.2.5 Dimensionamiento de las cargas de la familia 6.....	37
2.3 La radiación solar y la atmósfera.....	38
2.3.1 Radiación solar del sector Puerto Roma.....	38
2.3.2 Inclinación y orientación del panel fotovoltaico.....	40

CAPÍTULO III

Implementación de los paneles solares y de los equipos.....	42
3.1 Selección de paneles solares y equipamiento.....	42
3.1.1 Nomenclatura.....	42
3.1.2 Selección de equipos para la vivienda 1.....	42
3.1.2.1 Cuadro de registro y datos de dimensionamiento del sistema eléctrico de la familia 1.....	44
3.1.2.1.1 Selección de conductores.....	45

3.1.3 Cuadro de registro y datos de dimensionamiento del sistema eléctrico de la familia 2.....	46
3.1.3.1 Selección de conductores.....	47
3.1.4 Cuadro de registro y datos de dimensionamiento del sistema eléctrico de la familia 3-4.....	48
3.1.4.1 Selección de conductores.....	49
3.1.5 Cuadro de registro y datos de dimensionamiento del sistema eléctrico de la familia 5.....	50
3.1.5.1 Selección de conductores.....	51
3.1.6 Cuadro de registro y datos de dimensionamiento del sistema eléctrico de la familia 6.....	52
3.1.6.1 Selección de conductores.....	53
3.2 Componentes del sistema.....	54
3.2.1 Paneles solares.....	54
3.2.2 Los parámetros de las celdas fotovoltaicas.....	55
3.2.3 Controlador de carga.....	56
3.2.4 Inversor.....	57
3.2.5 Batería tipo gel.....	58
3.2.6 Cargas.....	59
3.2.6.1 Foco DC.....	59
3.2.6.2 Foco incandescente AC.....	60
3.3 Instalación de paneles fotovoltaicos y equipos relacionados.....	61
3.3.1 Evidencia de instalación de paneles solares y de los equipos de la familia 1.....	61
3.3.2 Evidencia de instalación de paneles solares y de los equipos de la familia 2.....	63
3.3.3 Evidencia de instalación de paneles solares y de los equipos de la familia 3-4.....	64
3.3.4 Evidencia de instalación de paneles solares y de los equipos de la familia 5.....	65
3.3.5 Evidencia de instalación de paneles solares y de los equipos de la familia 6.....	66
3.4 Costos.....	67

3.5 Conclusiones de Capítulo.....	67
3.6 Bibliografía.....	68

CAPÍTULO IV

Estudio De La Energía Eólica En La Comuna Puerto Roma.....	69
4.1 Introducción.....	69
4.2 Estudios preliminares.....	72
4.2.1 Viento.....	72
4.3 Variacion del viento con la altura sobre el terreno.....	73
4.4 Instrumentos de estudio - datos técnicos.....	74
4.5 Aerogenerador.....	75
4.6 Partes de un aerogenerador.....	76
4.7 Métodos utilizados para medir la velocidad del viento.....	78
4.7.1 Información del Anemómetro.....	78
4.8 Importancia del estudio de impacto ambiental.....	82
4.9 Marco legal ambiental.....	83
4.10 Ventajas de la energía eólica en el Puerto Roma.....	84
4.11 Inconvenientes de la energía eólica en el Puerto Roma.....	85
4.12 Conclusiones del Capítulo.....	85

ÍNDICE DE GRÁFICOS

CAPÍTULO I

Gráfico 1.1: Lámina Blog de Energía Renovables, Panel Solar, 2008.....	16
Gráfico 1.2: Lámina Mailxmail.com, Energía Solar Fotovoltaica, 2011.....	17
Gráfico 1.3: Lámina Principio Básico de la Tecnología Fotovoltaica, 2010.....	18
Gráfico 1.4: Lámina Los Autores 2011, Energía del sol.....	19
Gráfico 1.5: Lámina Los Autores, 2011, Generación de energía solar.....	20
Gráfico 1.6: Lámina Boylestad, Robert,Electrónica teoría de circ., Reguladores.	21
Gráfico 1.7: Lámina Rashid, Muhammad, Elect. de potencia. Inversor. 1/2 puente.....	22
Gráfico 1.8: Lámina Blog de energías renov., parque eólico 2008,aerogenerador	23
Gráfico 1.9: Lámina Representación del patron global viento,Atlas eólico 1933.	26

CAPÍTULO II

Gráfico 2.1: Foto Los Autores,2011, foto 1.....	27
Gráfico 2.2: Foto Los autores, 2011,foto 2.....	28
Gráfico 2.3: Foto Los autores, 2011,foto 3.....	29
Gráfico 2.4: Foto Los autores, 2011,foto 4.....	29
Gráfico 2.5: Foto Los autores, 2011,foto 5.....	29
Gráfico 2.6: Foto Los autores, 2011,foto 6.....	30
Gráfico 2.8: Foto Los autores, 2011,foto 8.....	31
Gráfico 2.9: Lámina Los autores, 2011,plano eléctrico vivienda 1.....	33
Gráfico 2.10: Lámina Los autores, 2011,plano eléctrico vivienda 2.....	34
Gráfico 2.11: Lámina Los autores, 2011,plano eléctrico vivienda 3.....	35
Gráfico 2.12: Lámina Los autores, 2011,plano eléctrico vivienda 4.....	36
Gráfico 2.13: Lámina Los autores, 2011,plano eléctrico vivienda 5.....	37
Gráfico 2.14: Lámina Calor sun,http://www.calorsun.com,potencial solar.....	38
Gráfico 2.15: Lámina Conelec,Atlas solar para generación eléctrica.....	40

CAPÍTULO III

Gráfico 3.1: Lámina Los Autores 2011,Registro familia 1.....	44
Gráfico 3.2: Lámina Los Autores 2011,Datos consumo familia 1.....	44
Gráfico 3.3: Lámina Los Autores 2011,Selección paneles.....	45
Gráfico 3.4: Lámina Los Autores 2011,Selección de conductores.....	45
Gráfico 3.5: Lámina Los Autores 2011,Registro familia 2.....	46
Gráfico 3.6: Lámina Los Autores 2011,Datos consumo familia 2.....	46
Gráfico 3.7: Lámina Los Autores 2011,Selección paneles.....	47

Gráfico 3.8: Lámina Los Autores 2011,Selección de conductores.....	47
Gráfico 3.9: Lámina Los Autores 2011,Registro familia 3.....	48
Gráfico 3.10: Lámina Los Autores 2011,Registro familia 4.....	48
Gráfico 3.11: Lámina Los Autores 2011,Datos consumo familia 3-4.....	48
Gráfico 3.12: Lámina Los Autores 2011,Selección paneles.....	49
Gráfico 3.13: Lámina Los Autores 2011,Selección de conductores.....	49
Gráfico 3.14: Lámina Los Autores 2011,Registro familia 5.....	50
Gráfico 3.15: Lámina Los Autores 2011,Datos consumo familia 5.....	50
Gráfico 3.16: Lámina Los Autores 2011,Selección paneles.....	51
Gráfico 3.17: Lámina Los Autores 2011,Selección de conductores.....	51
Gráfico 3.18: Lámina Los Autores 2011,Registro familia 6.....	52
Gráfico 3.19: Lámina Los Autores 2011,Datos consumo familia 6.....	52
Gráfico 3.20: Lámina Los Autores 2011,Selección paneles.....	53
Gráfico 3.21: Lámina Los Autores 2011,Selección de conductores.....	53
Gráfico 3.22: Lámina Kyocera,www.kyocera.com 2011, panel solar.....	54
Gráfico 3.23: Lámina Kyocera,www.kyocera.com 2011,características panel.....	55
Gráfico 3.24: Lámina Phocos,www.phocos.com 2011, controlador de carga.....	56
Gráfico 3.25: Lámina Phocos,www.phocos.com 2011, características regulador.....	57
Gráfico 3.26: Lámina EVL,2011,Inversor de voltaje.....	57
Gráfico 3.27: Lámina EVL,2011,Características del inversor.....	58
Gráfico 3.28: Lámina Millenium, Batería tipo Gel, 2011.....	58
Gráfico 3.29: Lámina Millenium,2011,Especificaciones técnicas.....	59
Gráfico 3.30: Lámina Phocos , Foco DC.....	60
Gráfico 3.31: Lámina Phocos , Foco AC.....	60
Gráfico 3.32: Lámina Los Autores 2011, Equipos entregados familia 1.....	61
Gráfico 3.33: Foto Los Autores 2011, foto 9.....	62
Gráfico 3.34: Foto Los Autores 2011, foto 10.....	62
Gráfico 3.35: Lámina Los Autores 2011, Equipos entregados familia 2.....	63
Gráfico 3.36: Foto Los Autores 2011, foto 11.....	63
Gráfico 3.37: Foto Los Autores 2011, foto 12.....	63
Gráfico 3.38: Lámina Los Autores 2011, Equipos entregados familia 3 y 4.....	64
Gráfico 3.39: Foto Los Autores 2011, foto 13.....	64
Gráfico 3.40: Foto Los Autores 2011, foto 14.....	64
Gráfico 3.41: Lámina Los Autores 2011, Equipos entregados familia 5.....	65
Gráfico 3.42: Foto Los Autores 2011, foto 15.....	65
Gráfico 3.43: Foto Los Autores 2011, foto 16.....	65
Gráfico 3.44: Lámina Los Autores 2011, Equipos entregados familia 6.....	66
Gráfico 3.45: Foto Los Autores 2011, foto 17.....	66
Gráfico 3.46: Foto Los Autores 2011, foto 18.....	66
Gráfico 3.47: Lámina Los Autores 2011,Costos proyecto paneles solares.....	67
Gráfico 3.48: Foto Los Autores 2011, foto 19.....	68

CAPÍTULO IV

Gráfico 4.1: Lámina Resumen proyectos eólicos en Ecuador.....	70
Gráfico 4.2: Lámina Continuación Resumen proyectos eólicos en Ecuador.....	71
Gráfico 4.3: Lámina Escudero López,Manual energía eólica 2008,esc. Beaufort.....	72
Gráfico 4.4: Lámina Atlas del país Vasco, Perfiles de velocidad de viento, 1993.....	73
Gráfico 4.5: Lámina Manual de Medidores Anemómetros, 2011.....	75

Gráfico 4.6: Lámina Parque eólico offshore de Thorntonbank, 2011.....	76
Gráfico 4.7: Lámina Partes de un Aerogenerador, 2009.....	77
Gráfico 4.8: Los Autores, Lámina medición de velocidad viento1.....	78
Gráfico 4.9: Los Autores, Gráfico perfiles velocidad viento.....	78
Gráfico 4.10: Foto Los Autores 2011,Promedio de medición viento 1.....	79
Gráfico 4.11: Los Autores, Lámina medición de velocidad viento 2.....	79
Gráfico 4.12: Los Autores, Gráfico perfiles velocidad viento.....	79
Gráfico 4.13: Foto Los Autores 2011,Promedio de medición viento 2.....	80
Gráfico 4.14: Los Autores, Lámina medición de velocidad viento 3.....	80
Gráfico 4.15: Los Autores, Gráfico perfiles velocidad viento.....	80
Gráfico 4.16: Foto Los Autores 2011,Promedio de medición viento 3.....	81
Gráfico 4.17: Los Autores, Lámina medición de velocidad viento 4.....	81
Gráfico 4.18: Los Autores, Gráfico perfiles velocidad viento.....	81
Gráfico 4.19: Foto Los Autores 2011,Promedio de medición viento 4.....	82
Gráfico 4.20: Lámina Conelec, regulación consumo eléctrico.....	84
Gráfico 4.21: Lámina resumen mediciones de viento.....	85

TEMA DEL PLAN DE TESIS:

IMPLEMENTACIÓN DE ENERGÍA SOLAR Y ESTUDIO DE LA ENERGÍA EÓLICA EN EL PUERTO ROMA.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN A LA ENERGÍA SOLAR Y EÓLICA.

1.1 INTRODUCCIÓN.

Puerto Roma es un recinto de 118 familias con un número aproximado de 480 habitantes, ubicado en el golfo de Guayaquil dentro de la provincia del Guayas en el sector rural, a una distancia de 45 Km desde la ciudad de Guayaquil.

En la actualidad Puerto Roma no cuenta con el servicio de energía eléctrica porque se encuentra en una isla y su situación productiva se basa en la recolección de productos acuícolas.

En Puerto Roma debido a su número reducido de usuarios y el difícil acceso es recomendable utilizar distintas alternativas de energías renovables tales como:

Energía Solar
Energía Eólica
Energía Mareomotriz

1.2 JUSTIFICACIÓN.

La falta de energía eléctrica en forma continua en ciertos lugares del Ecuador como es el caso de Puerto Roma, motivó a realizar un estudio y posteriormente una implementación de energía alternativa para cinco viviendas en este recinto.

El sistema que se ha desarrollado, ayudara a mejorar la calidad de vida de los beneficiados y adicionalmente dará impulso a otros proyectos que serán de utilidad para el incremento de sistemas de energía renovables, los cuales actualmente están en auge.

1.3 DELIMITACIÓN.

El presente tema de Proyecto aplica para la implementación de paneles solares a cinco viviendas ubicadas en el recinto Puerto Roma ubicado dentro del Golfo de Guayaquil en la Provincia del Guayas, con la puesta en marcha de cargas de iluminación dentro de las casas, y un estudio de energía Eólica y la factibilidad de la implementación de equipos aerogeneradores en Puerto Roma.

1.4 ANTECEDENTES.

La Universidad Politécnica Salesiana en su misión de servir a la comunidad, propone como reto a los estudiantes de los últimos cursos a establecer formas y métodos para mejorar la calidad de vida de los menos afortunados. Por esta razón se decidió inicialmente dar iluminación a treinta viviendas del puerto Roma, con un foco por vivienda, centralizando los paneles y bancos de baterías en un área determinada, debido a que anteriormente no poseía suministro de energía eléctrica por su difícil acceso y reducido número de usuarios.

Puerto Roma cuenta con alumbrado muy limitado y por ciertos periodos de horas desde un generador a diesel. El Gobierno Nacional implemento paneles solares a gran parte de las viviendas, pero estos no abastecen a todos los habitantes. A partir de esto se realizo la propuesta de alumbrado por medio de paneles fotovoltaicos, hacia cinco viviendas que no fueron beneficiadas por el Gobierno por estar apartado del centro de la isla.

En las cinco viviendas se implementó un sistema de iluminación alimentado por medio de energía solar. En manera funcional los paneles fotovoltaicos acumulan energía por medio de las baterías, pasando por un inversor de voltaje y con un controlador se realiza la transmisión de la energía eléctrica hasta cada punto donde sea necesario.

Se realizó un estudio de energía eólica para ver si es factible suplir una carga futura el cual tendrá características similares al sistema eléctrico solar.

1.4.1 OBJETIVO GENERAL:

Diseñar, analizar e implementar un sistema de iluminación mediante energía solar y un estudio de factibilidad para expansión de carga mediante energía eólica para los habitantes de Puerto Roma, en el Golfo de Guayaquil, Provincia del Guayas.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- 1.- Analizar la situación actual de Puerto Roma en la adquisición de energía eléctrica o sistema de iluminación del sector.
- 2.- Diseñar un sistema de iluminación mediante energía solar para los habitantes de Puerto Roma.
- 3.- Implementar el diseño del sistema de iluminación mediante energía solar para los habitantes de Puerto Roma.
- 4.- Realizar estudio de factibilidad para expansión de carga mediante energía eólica para los habitantes de Puerto Roma.

1.5 MARCO TEÓRICO.

1.5.1 INTRODUCCIÓN A LA ENERGÍA SOLAR.

En todas las instalaciones eléctricas ya sean de tipo convencional o de paneles solares el concepto principal es el de la energía, en donde salen una gama de términos como son: voltaje, corriente, potencia.

Hoy en día sectores alejados de la energía convencional están siendo conectados de una u otra forma al mundo globalizado con el acceso a energías alternativas como es la energía solar.

1.5.1.1 DEFINICIÓN Y CONCEPTOS.

Batería Gel: Como concepto general hay dos tipos de batería que se usan con más frecuencia en sistemas FV: Plomo-Ácido Regulada por Válvulas (PARV) y Plomo-Ácido Húmeda (PAH). La tecnología PARV incluye baterías de electrolito gelatinoso y baterías de Esponja de Fibra de Vidrio (EFV o AGM por sus siglas en inglés).

Las baterías de Gel también llevan ácido, solamente que al evaporarse, éste es absorbido y transformado en gel (de ahí el nombre) y vuelto a condensar para transformarse nuevamente en ácido.

Conductor: Un conductor eléctrico es un material que ofrece poca resistencia al paso de la electricidad. Generalmente son aleaciones o compuestos con electrones libres que permiten el movimiento de cargas. Para el transporte de energía eléctrica, así como para cualquier instalación de uso doméstico o industrial, los mejores conductores son el oro y la plata, pero debido a su elevado precio, los materiales empleados habitualmente son el cobre (en forma de cables de uno o varios hilos), o el aluminio; metal que si bien tiene una conductividad eléctrica del orden del 60% inferior es, sin embargo, un material tres veces más ligero.

Energía renovable: Las energías de origen renovable, son consideradas como fuentes de energía inagotables, con la característica que suponen un nulo o escaso impacto ambiental.

Celda fotovoltaica: Elemento que transforma la luz solar (fotones) en electricidad. Es el insumo fundamental de los módulos solares fotovoltaicos.

Consumo eléctrico: Número de Vatios hora (WH) o Kilovatios hora (KWH) utilizados para que funcione un aparato eléctrico durante un tiempo. Depende de la potencia del aparato y del tiempo que esté funcionando.

Módulo o panel solar fotovoltaico: Conjunto de celdas solares interconectadas dentro de una unidad sellada.

Potencia eléctrica: Capacidad de los aparatos eléctricos para producir trabajo (la cantidad de trabajo realizado en la unidad de tiempo). La unidad de medida es el Vatio (W), el kilovatio (KW) o el megavatio (MW).

Insolación: Cantidad de energía solar que llega a una superficie, medida en Vatio/hora/metro cuadrado. La Insolación que llega a la superficie terrestre puede ser directa o difusa. Mientras la insolación directa incide sobre cualquier superficie con un único y preciso ángulo de incidencia, la difusa cae en esa superficie con varios ángulos.

Insolación difusa: Radiación proveniente del cielo como resultado de la dispersión de la radiación solar atmósfera (por lo que no llega directamente del sol). La insolación difusa es aquella recibida de la atmósfera como consecuencia de la dispersión de parte de la radiación del sol en la misma.

Insolación Directa: Como su propio nombre indica, la que proviene directamente del sol. Es la que recibimos cuando los rayos solares no se difuminan o se desvían a su paso por la atmósfera terrestre.

Inversor: La función de un inversor es cambiar un voltaje de entrada de corriente continua a un voltaje simétrico de salida de corriente alterna, con la magnitud y frecuencia deseada por el usuario o el diseñador.

Regulador de carga: También llamado unidad de control o controlador de carga. Componente que controla el flujo de corriente hacia la batería y de esta hacia los equipos para protegerla de sobrecargas y sobre descargas.

Tensión eléctrica: Diferencia de potencial eléctrico que tiene que existir entre los bornes de conexión o entre dos partes activas de una instalación, para que la corriente eléctrica circule por dicha instalación. La unidad de medida es el Voltio (V)

Varilla de tierra: Una tierra física se define como un sistema de conexión formado por electrodos y líneas de tierra de una instalación eléctrica. Generalmente el término es usado para hacer referencia a una red o conexión de seguridad que debe instalarse en los centros de trabajo o en cualquier lugar donde se tenga equipo eléctrico o electrónico, ya que de improviso surgen descargas ya sean por fenómenos naturales como los rayos o artificiales como sobre cargas, interferencias o incluso errores humanos, es por eso que una instalación de puesta a tierra tiene como función forzar o drenar al terreno las intensidades de corriente nocivas que se puedan originar.

1.5.2 ENERGÍA SOLAR.

Existen tres formas principales de utilizar la energía solar: La primera como fuente de calor para sistemas solares térmicos, la segunda como fuente de electricidad para sistemas solares fotovoltaicos y la tercera como calor pasivo en forma natural.

En forma básica en la que se captura la luz del sol para convertirla en electricidad se hace a través de paneles solares o fotovoltaicos. Estos paneles están formados por grupos de las llamadas células o también conocidas como celdas solares que son las responsables de transformar la energía luminosa (fotones) en energía eléctrica (electrones).

Gráfico 1.1: Lámina Celda Solar.

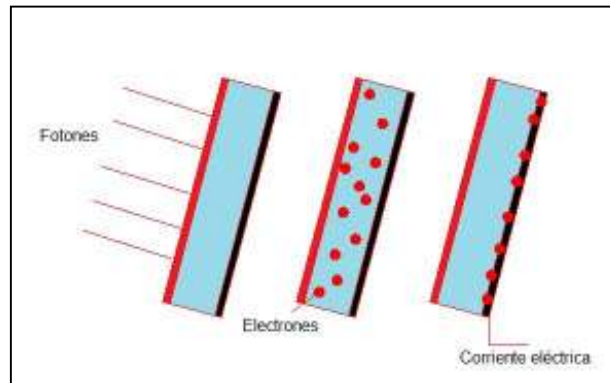


Estas células se conectan entre sí como un circuito en serie para así aumentar la tensión de salida de la electricidad, por ejemplo de 12 Voltios, 24 Voltios ,48 Voltios, etc. Al mismo tiempo varias redes de circuito se conectan en paralelo para aumentar la capacidad de producción de energía eléctrica de cada panel.

Como el tipo de corriente eléctrica que proporcionan los paneles solares es corriente continúa, muchas veces se usa un inversor y/o convertidor de potencia para transformar la corriente continúa en corriente alterna, que es la que utilizamos habitualmente en nuestras casas, trabajos o comercios.

Una célula solar funciona básicamente de la siguiente forma: los fotones, que provienen de la radiación solar, impactan sobre la superficie de la célula y allí son absorbidos por materiales semiconductores, tales como el silicio. Los fotones golpean a los electrones liberándolos de los átomos a los que pertenecían. Así los electrones comienzan a circular por el material, y producen electricidad.

Gráfico 1.2: Lámina Electrones



Fuente: Mailxmail.com, Energía Solar Fotovoltaica, 2011.

Este funcionamiento básico se repite cualquiera que sea el material usado en la célula solar, siempre y cuando tenga propiedades conductoras y absorban la luz.

En la mayoría de paneles solares, la fabricación de las células son hechas con materiales como el cobre, indio, galio, selenio y germanio. Este último da los mejores resultados en eficiencia pero son caros de fabricar, con lo cual su uso queda restringido a entidades como la NASA (*National Aeronautics and Space Administration*).

También se realizan células llamadas doble o triple unión, que usan varios elementos agregados, de capa delgada, con utilización de tecnología sensibilizada por colorante o celda solar Graetzel, materiales híbridos, y nanotecnología.

1.5.3 FUNDAMENTOS DE TECNOLOGIA FOTOVOLTAICA¹.

Es posible convertir directamente energía solar en energía eléctrica por un proceso fotovoltaico. La fotovoltaica es una tecnología basada en semiconductores (Foto= luz, Voltaico =voltage) que convierte energía proveniente de la luz solar directamente en corriente eléctrica, y se puede usar ya sea en forma inmediata o almacenada en una batería por ejemplo, para su uso posterior. El efecto fotovoltaico es la generación de una fuerza electromotriz (f.e.m.) como resultado de la absorción de la radiación ionizante.

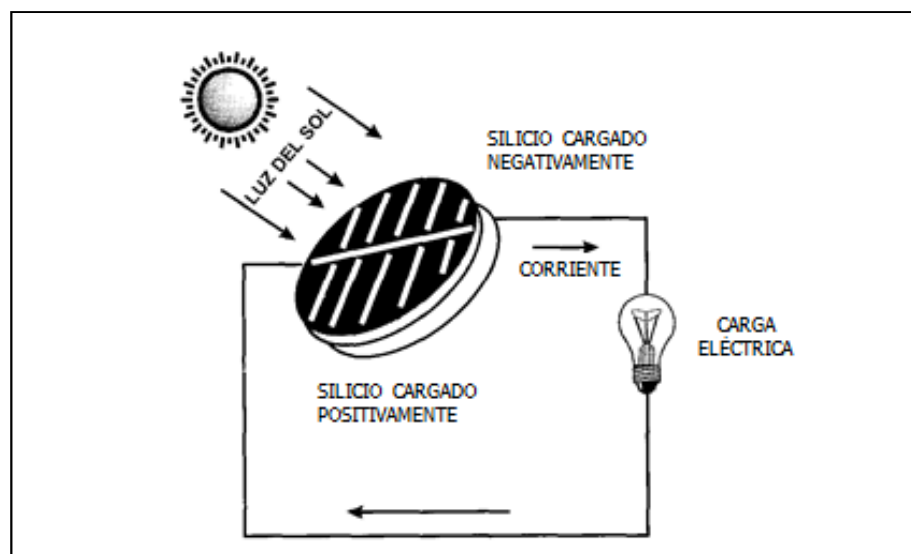
Los dispositivos para conversión de la energía que se usan para cambiar la luz solar en electricidad por efecto fotovoltaico, son conocidos como celdas fotovoltaicas o celdas solares; Es decir, que una celda solar es un transductor que convierte la energía radiante del sol directamente en electricidad y es básicamente un diodo semiconductor capaz de desarrollar un voltaje de 0.5-1.0V y una densidad de corriente de

20-40 mA/cm², dependiendo de los materiales usados y de las condiciones de luz solar.

El efecto fotovoltaico se puede observar en forma natural en una variedad de materiales, pero los que tienen un mejor desempeño en la luz solar son los semiconductores. Cuando los fotones de la luz del sol son absorbidos en un semiconductor, se crean electrones libres (y agujeros) con energías más altas que los electrones que proporcionan la vinculación en la base de cristal. Una vez que estos pares de huecos o agujeros de electrones libres son creados, debe haber un campo eléctrico para inducir estos electrones de energías más altas a fluir fuera del semiconductor para desarrollar un trabajo útil. En una celda solar típica esto se puede hacer mediante el uso de uniones p-n. Es sabido que si un campo eléctrico existe a través de una unión p-n, este campo recoge a los electrones en una dirección y a los agujeros en otra.

Las celdas fotovoltaicas están hechas de materiales semiconductores, usualmente silicio, para las celdas solares se tienen una especie de obleas delgadas de semiconductor especialmente tratadas para formar un campo eléctrico positivo de un lado y negativo del otro. En el siguiente gráfico, se muestra el funcionamiento básico de celda.

Gráfico 1.3: Lámina Silicio



Fuente: HARPER Enríquez, Principio Básico de Trabajo de la Tecnología Fotovoltaica, 2010.

La corriente producida por la celda fotovoltaica es una corriente directa (C.D.), la cual se puede convertir cuando es necesario en corriente alterna (C.A.) con la ayuda de un equipo apropiado (inversor). La principal diferencia entre el sistema fotovoltaico y otros tipos de energía solar es

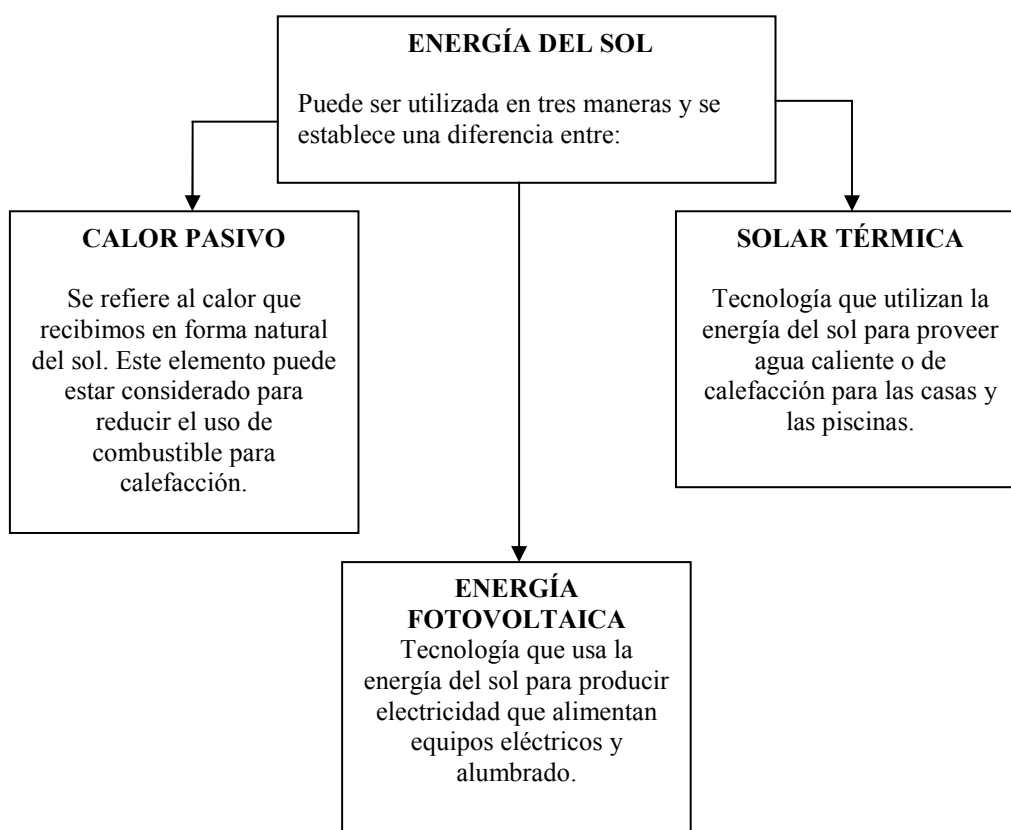
que el fotovoltaico usa la energía del sol directamente en la forma de luz solar, en tanto que otras tecnologías solares usan el calor del sol; las celdas fotovoltaicas tienen un mantenimiento bajo y una larga vida, no tienen partes en movimiento y sus componentes son de electrónica del estado sólido, esto hace posible usar los sistemas fotovoltaicos en sitios remotos en donde los recursos son escasos.

En general, el costo de la energía fotovoltaica es relativamente alto, sin importar que existan ciertas aplicaciones para las cuales la tecnología fotovoltaica es más barata y que en ciertos casos esta tecnología es preferida sobre otras debido a sus beneficios de mínimo impacto ambiental para generar electricidad sin contaminar el ambiente o producir ruido.

1.5.4 DATOS GENERALES DEL SISTEMA DE GENERACIÓN SOLAR.

El sol es una energía gratuita y utilizable en distintas formas, a continuación se muestra un cuadro sinóptico donde se divide la manera de aprovechar la energía del sol:

Gráfico 1.4: Lámina Energía del Sol

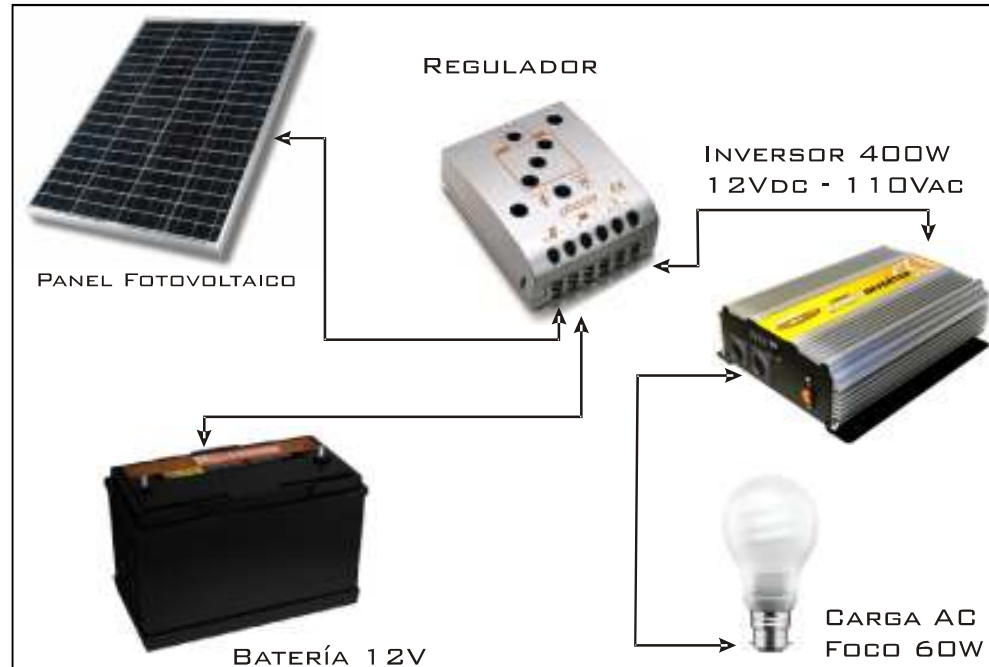


Fuente: Los Autores, 2011.

¹ HARPER, Enríquez, *Libro Instalaciones Eléctricas domésticas convencionales y solares*, 1era. Edición, Editorial LIMUSA, México 2010, p. 327, 328

1.5.5 DIAGRAMA DE BLOQUES DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN SOLAR.

Gráfico 1.5: Lámina Generación Energía Solar.



Fuente: Los Autores, 2011.

Un sistema de generación solar está formado por:

1.5.5.1 Panel Fotovoltaico: El cual ya se definió anteriormente.

1.5.5.2 Regulador de Voltaje de Carga: Este dispositivo protege de sobrevoltajes o sobrecorrientes tanto al panel solar como a la carga regulando su nivel de voltaje o desconectándola.

A continuación se describirá el principio de funcionamiento de un regulador de voltaje.

Regulador de Voltaje².

Las características de un regulador de voltaje pueden mejorarse ampliamente empleando dispositivos activos tales como el transistor. El regulador de voltaje más simple del tipo de transistores en serie aparece en el gráfico 6a. En esta configuración el transistor se comporta como un simple resistor variable cuya resistencia se determina mediante las condiciones de operación. La operación básica del regulador se describe mejor empleando el circuito del gráfico 6b, en la que el transistor se ha sustituido por un resistor variable R_t . Para variaciones de R_l , si V_l debe permanecer constante, la proporción entre R_l y R_t debe permanecer fija. Aplicando la regla del divisor de voltaje se obtiene:

$$V_L = (R_L / (R_L + R_t)) * V_i$$

$$R_L/R_t = k_1 \text{ o } R_L = k_1 R_t$$

$$R_L/R_L + R_t = k_1 R_t / k_1 R_t + R_t = k_1 / k_1 + 1 = k \text{ (constante como se requiere)}$$

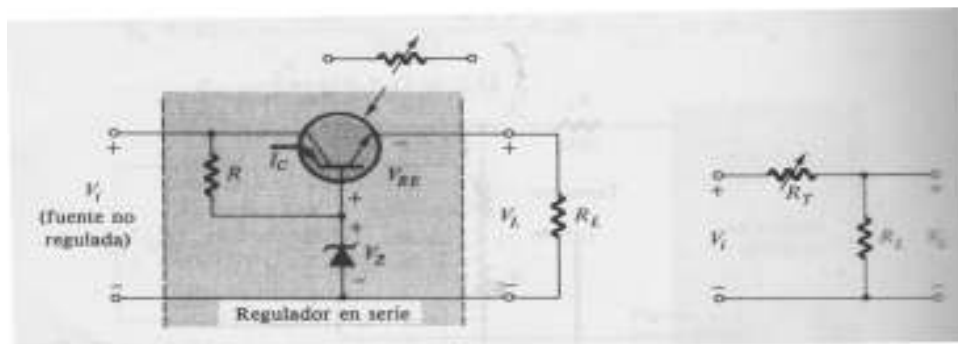
En resumen, para una carga creciente o decreciente (R_L), R_t debe cambiar en la misma forma y a la misma velocidad para mantener la misma división de voltaje.

Recuerdese que la regulación de voltaje se determina observando las variaciones en el voltaje terminal frente a la demanda de corriente de carga. En este circuito una demanda creciente de corriente asociada con una disminución de R_L producirá la tendencia en la parte de V_L para decrecer también en magnitud. Sin embargo, si aplicamos la ley de voltaje de Kirchoff alrededor del circuito de salida de la figura

$$V_{be} = V_Z - V_L$$

La disminución en V_L producirá un incremento en V_{be} . Este efecto, a su vez, incrementará el nivel de conducción del transistor, produciéndose una reducción en la resistencia de sus terminales (colector a emisor). Esto es, como se describió en párrafos anteriores de esta sección, el efecto deseado para mantener V_L a un nivel fijo.

Gráfico 1.6: Lámina Regulador:



Fuente: BOYLESTAD, Robert, Electrónica Teoría de Circuitos, Reguladores, Prentice Hall, Cuarta edición, pág. 728.

1.5.5.3 Inversor³.

Los convertidores de corriente directa (cd) a corriente alterna (ca) se conocen como inversores. La función de un inversor es cambiar un voltaje de entrada cd a un voltaje simétrico de salida en ca, con una magnitud y frecuencia deseada. Tanto el voltaje de salida como la frecuencia pueden ser fijos o variables. Si se modifica el voltaje de entrada en cd y la ganancia del inversor se mantiene constante, es posible obtener un voltaje variable de salida. Por otra parte, si el voltaje de entrada en cd es fijo y no es controlable, se puede obtener un voltaje de salida variable si se varía la ganancia del inversor; esto por lo general se hace controlando la modulación de ancho de pulso (PWM) dentro del inversor. La ganancia de inversor se puede definir como la relación entre el voltaje de salida en ca y el voltaje de entrada en cd.

² BOYLESTAD, Robert, Electrónica Teoría de Circuitos, Reguladores, Prentice Hall, Cuarta edición, pág. 728.

En los inversores ideales, las formas de onda del voltaje de salida deberían ser senoidales. Sin embargo, en los inversores reales no son senoidales y contienen ciertas armónicas. Para aplicaciones de mediana y baja potencia, se pueden aceptar los voltajes de onda cuadrada o casi cuadrada; para aplicaciones de alta potencia, son necesarias las formas de ondas senoidales de baja distorsión. Dada la disponibilidad de los dispositivos semiconductores de potencia de alta velocidad, es posible minimizar o reducir significativamente el contenido armónico del voltaje de salida mediante las técnicas de conmutación.

El uso de los inversores es muy común en aplicaciones industriales tales como la propulsión de motores de ca de velocidad variable, la calefacción por inducción, las fuentes de respaldo y las de poder, alimentaciones ininterrumpibles de potencia.

1.5.5.3.1 Principio de operación de un inversor.

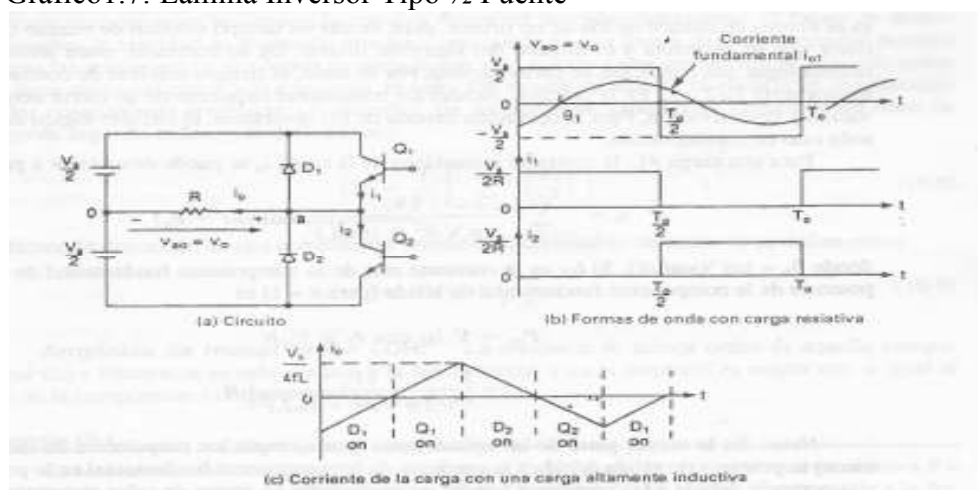
Mediante la figura (a) se puede explicar el principio de funcionamiento de los inversores monofásicos.

El circuito inversor esta formado por dos pulsadores.

Cuando solo el transistor Q1 está activo durante el tiempo $T_0/2$, el voltaje instantáneo a través de la carga v_o es $V_s/2$. Si solo el transistor Q2 está activo durante el tiempo $T_0/2$, aparece el voltaje $-V_s/2$ a través de la carga. El circuito lógico debe diseñarse de tal forma que Q1 y Q2 no estén activos simultáneamente. La figura (b) se muestra las formas de onda para los voltajes de salida y las corrientes de los transistores en el caso de una carga resistiva. Este inversor requiere de una fuente de cd de tres conductores, cuando el transistor está inactivo, su voltaje inverso es V_s , en ves de $V_s/2$. Este inversor se conoce como inversor de medio puente.

El voltaje RMS de salida es $V_s/2$. Si la carga fuera altamente inductiva, la gráfica de la carga seria (c).

Gráfico1.7: Lámina Inversor Tipo ½ Puente



Fuente: RASHID, Muhammad, Electrónica de Potencia, Inversores, Pearson Educación, Segunda Edición, pág. 357.

³ RASHID, Muhammad, Electrónica de Potencia, Inversores, Pearson Educación, Segunda Edición, pág. 357.

1.6 INTRODUCCIÓN A LA ENERGÍA EÓLICA.

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

El término *eólico* viene del latín *Aeolicus*, además la palabra Eolo significa Dios de los vientos en la mitología griega. La energía eólica ha sido aprovechada desde la antigüedad para mover los barcos impulsados por velas o hacer funcionar la maquinaria de molinos al mover sus aspas.

La energía eólica es un tipo de energía renovable donde la fuente es la fuerza del viento. La forma típica de aprovechar esta energía es a través de la utilización de aerogeneradores o turbinas de viento.

Como mecanismo directo y principal de los actuales aerogeneradores son los viejos molinos de viento, que incluso hoy en día se siguen utilizando para extraer agua o moler grano.

Un molino es una máquina posee aspas o palas unidas a un eje común, que comienza a girar cuando el viento sopla. Este eje giratorio esta unido a distintos tipos de maquinaria, por ejemplo maquinaria para moler grano o producir electricidad.

Para obtener electricidad, el movimiento de las aspas o paletas acciona un generador eléctrico que convierte la energía mecánica de la rotación en energía eléctrica. La electricidad puede almacenarse en baterías o ser vertida directamente a la red. El funcionamiento es bastante simple, y lo que se va complejizando es la construcción de aerogeneradores que sean cada vez más eficientes.

Los aerogeneradores pueden ser de eje horizontal, que son los más comunes hoy en día, o también los hay de eje vertical.

Uno de los problemas más frecuentes que presentan los aerogeneradores su gran tamaño así como las vibraciones y ruido que provocan. Por esta razón suelen ubicarse en zonas alejadas de viviendas. Sin embargo empresas y científicos de todo el mundo siguen trabajando para construir aerogeneradores más pequeños, o silenciosos que puedan ubicarse en zonas urbanas.

Gráfico 1.8: Lámina Aerogeneradores



Fuente: Blog de Energía Renovables, Parque Eólico, 2008, <http://erenovable.com>

La energía del viento está relacionada con el movimiento de las masas de aire que se desplazan de áreas de alta presión atmosférica hacia áreas adyacentes de baja presión, con velocidades proporcionales al gradiente de presión.

Los vientos son generados a causa del calentamiento no uniforme de la superficie terrestre por parte de la radiación solar, entre el 1 y 2% de la energía proveniente del sol se convierte en viento. De día, las masas de aire sobre los océanos, los mares y los lagos se mantienen frías con relación a las áreas vecinas situadas sobre las masas continentales.

1.6.1 SITUACIÓN DE LA ENERGÍA EÓLICA EN ECUADOR⁴.

Primero hay que hacer una revisión de la situación actual de la energía eólica en nuestro país por lo que se pone a disposición información encontrada en la prensa escrita para ver como se ha llevado este proceso en el Ecuador. Se conoce que en octubre de 2007, inició su operación la Central Eólica Galápagos, ubicada en la isla San Cristóbal, con una potencia instalada de 2,4 MW y una producción anual estimada de 3,2 GWh, único parque en funcionamiento hasta la fecha en Ecuador. Este nuevo complejo energético tuvo un costo aproximado de 10 millones de dólares financiado en un 80% por organismos internacionales, el G8 y el programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (UNDP), y en un 20% por Elecgalapagos y el municipio de San Cristóbal, con lo que se reducirá casi en un 50 por ciento el consumo de combustibles en el archipiélago⁵.

Este complejo de energía limpia cuenta con tres aerogeneradores de 80 metros de alto, y están ubicados en una parte elevada de la isla San Cristóbal, y fue presentado a las autoridades de las islas junto a representantes de la comunidad internacional, que resaltaron el beneficio ecológico que representa para las Islas Galápagos⁵.

Actualmente se están desarrollando dos proyectos para instalar otros parques eólicos, en la provincia de Loja, en un emplazamiento con una velocidad promedio del viento de 12 m/s, se está desarrollando el Proyecto Eólico Villonaco, de 15 MW. En la provincia de Imbabura existe un proyecto para instalar un parque eólico en la parroquia Salinas, con el respaldo de la Empresa Eléctrica Regional Norte y la empresa operadora Electrovento, quienes ya cuentan con los estudios de viabilidad, conexión eléctrica e impacto ambiental definitivo. El proyecto supondrá una inversión de 22 millones de dólares americanos y tendrá una potencia inicial entorno a 10 MW.

La capacidad eólica instalada en Ecuador para 2010, debió llegar como mínimo a 27,4 MW, superando en un alto porcentaje a algunos países latinoamericanos. El objetivo principal es conseguir llegar a los 200 MW en un plazo no mayor a los 5 años.

⁴ EL UNIVERSO, Se inauguró primer parque de energía eólica en Ecuador, 2008, <http://www.eluniverso.com/>.

1.6.2 PATRONES GLOBALES DE CIRCULACIÓN DEL VIENTO⁵.

El viento es aire en movimiento y es una forma indirecta de la energía solar. Este movimiento de las masas de aire se origina por diferencias de temperatura causada por la radiación solar sobre la superficie terrestre, que junto a la rotación de la tierra, crean entonces los, llamados, patrones globales de circulación.

El flujo de energía solar total absorbido por la tierra es del orden de 10^{17} vatios, lo cual es aproximadamente 10,000 veces la tasa total mundial del consumo energético. Una pequeña porción del flujo total solar (aproximadamente 1% o 10^{15} vatios) se convierte en movimiento atmosférico o viento.

En una escala global las regiones alrededor del ecuador reciben una ganancia neta de energía mientras que en las regiones polares hay una pérdida neta de energía por radiación. Esto implica un mecanismo por el cual la energía recibida en las regiones ecuatoriales sea transportada a los polos.

Las masas de aire caliente en la región ecuatorial ascienden (causando la formación de nubes y de relámpagos) en una banda delgada de alrededor 100 Km. de ancho, llamada la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT). Esta zona se ubica más o menos paralela al ecuador alrededor de la tierra (Ver Gráfico 2.1). En la parte superior de la atmósfera estas masas de aire se dividen en dos, una alejándose del ecuador hacia el norte y otra alejándose hacia el sur. Al alejarse del ecuador, el aire se enfría y se vuelve más pesado. A aproximadamente 30° de latitud Norte y Sur, este aire empieza a descender, causando un clima seco y sin nubes. En estas latitudes es donde se encuentran los grandes desiertos alrededor del mundo.

A nivel de superficie terrestre, los vientos se devuelven hacia el ecuador como vientos alisios. Debido a la rotación de la tierra su dirección se desvía hacia el oeste en los dos hemisferios norte y sur. Por esto la dirección de los vientos alisios es NE y SE (la dirección se determina por la dirección de donde viene el viento y no hacia donde se dirige).

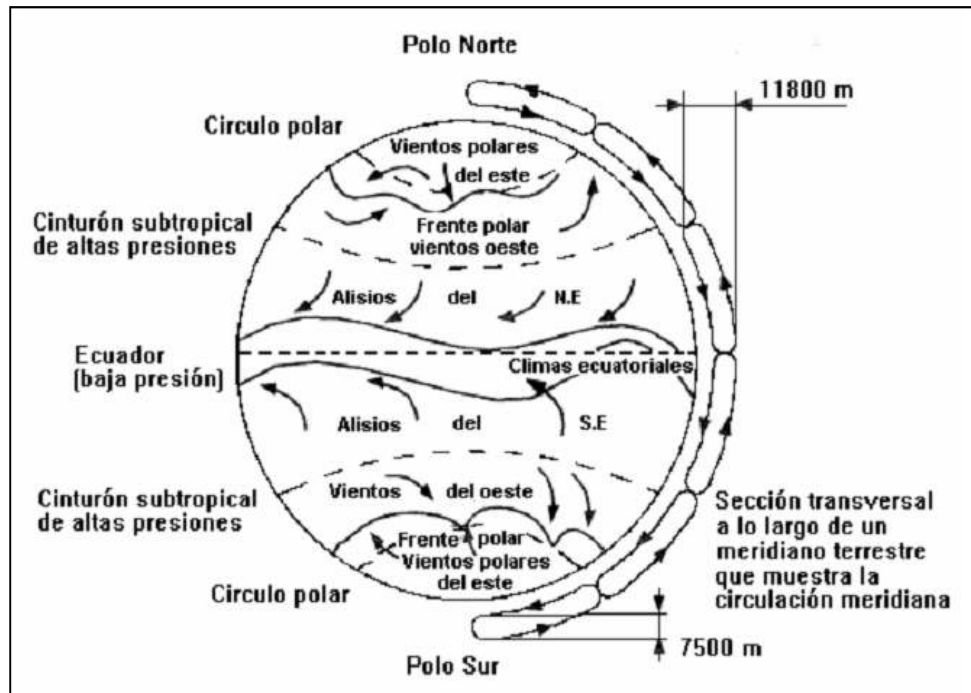
La Zona de Convergencia Intertropical se desplaza hacia al norte del ecuador durante el verano del hemisferio norte y hacia el sur en el invierno. Es muy estable y por esto los vientos alisios son permanentes. Dentro de esta zona, se encuentran vientos de baja intensidad, interrumpidos por un alto nivel de tormentas eléctricas. Al tiempo, se pueden experimentar largos períodos de calma de viento.

En el exterior de la circulación entre los trópicos, vientos del oeste son predominantes. Esta circulación es más bien inestable y se caracteriza por una estructura ondulada y formación de depresiones atmosféricas moviéndose del oeste hacia el este.

Desviaciones del patrón general de circulación de aire en movimiento ocurren debido a la distribución no homogénea de masas de tierra sobre el globo. En promedio, mayor concentración de masas de tierra se encuentra en el hemisferio norte que en el hemisferio sur.

Dado que la masa de tierra se calienta más fácilmente por el sol, que los océanos, la posición promedio de la ZCIT es 5° Norte del ecuador.

Gráfico 1.9: Lámina Patrón Global



Fuente: Representación del patrón global de circulación de vientos, Atlas eólico del país Vasco, 1933.

⁵ PINILLA, Alvaro, *Manual de energía eólica*, 1ª Edición, INEA, Bogotá – Colombia 1997 pág.5, 6.

CAPÍTULO II

ESTUDIO DE LA SITUACIÓN ELÉCTRICA DE LA COMUNA PUERTO ROMA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE ENERGÍA SOLAR.

Antes de describir el estudio realizado para la implementación de paneles solares en Puerto Roma, es importante relatar las vivencias que se tuvieron desde el momento en que llegó a ese sitio. La razón de esta descripción es también para recordar una de las misiones que tiene la Universidad Politécnica Salesiana la cual es la vinculación con la colectividad y especialmente con los más necesitados.

2.1 RESEÑA DE LA VIVENCIA OBTENIDA DURANTE LA EJECUCIÓN DEL PLAN DE TESIS EN PUERTO ROMA.

Cuando se decidió tomar este tema de tesis, nuestra visión fue desde un comienzo de ayudar a una comunidad muy necesitada de servicios básicos. Al principio no teníamos información precisa sobre Puerto Roma, su ubicación, estilo de vida, solo se conocía que pertenecía al Golfo de Guayaquil.

Al implementar el proyecto se conoció con más detalle el estilo de vida dentro de la comunidad.

Para poder explicar un poco de las anécdotas dividimos esta reseña en dos partes: Transporte y Comunidad.

2.1.1 TRANSPORTE Y MOVILIZACIÓN.

Puerto Roma se encuentra aproximadamente a una hora partiendo desde el mercado “Caraguay” de la ciudad de Guayaquil.

Gráfico 2.1: Foto 1



Fuente: Los Autores, 2011.

Para llegar al recinto Puerto Roma hay dos opciones más accesibles.

La primera es el alquiler una lancha de propiedad de los comuneros de Puerto Roma donde los costos de ida y vuelta están alrededor de los \$100 debido a que el servicio es personalizado.

La segunda opción que encontramos y fue la que más se utilizó es la lancha llamada “La Manaba”, la cual presta servicio de transporte desde el mercado Caraguay hasta orillas de Puerto Roma saliendo entre las 8:00 y 9:00AM, retornando a Guayaquil entre las 14:00 y 15:00PM durante los siete días de la semana a excepción de época de la veda de los cangrejos. Los costos del pasaje oscilan entre \$2 y \$3 por persona. Los pasajeros deben compartir el viaje con los víveres, aves para su consumo diario y demás insumos como se muestra en la foto 1 – 2. En el retorno se debe compartir la lancha con los cangrejos que serán para la venta en el mercado.

Gráfico 2.2: Foto 2.



Fuente: Los Autores, 2011.

Es importante indicar que los niveles de inseguridad en este medio de transporte es muy alto, principalmente por los llamados “piratas” que operan cerca de estas costas, persiguiendo embarcaciones como las que se utilizaron , obligándolas a detenerse y mediante amenazas realizar asaltos. Posteriormente los piratas suelen obligar a los usuarios a que se tiren al mar para luego llevarse el medio de transporte con todo.

Aunque existen guardias de la Marina, estos delincuentes se esconden entre los manglares para no ser detectados.

Como se mencionó anteriormente Puerto Roma no consta con un muelle apropiado. Actualmente son pedazos de troncos con una serie de tablas no ajustadas, tan solo con caminar sobre este muelle se mueve, dando la impresión de que esta por caer (Foto 3 y 4). Cuentan los moradores que si se han construido muelles pero efectos de la naturaleza siempre se deterioran de una manera acelerada por no ser elaborados con una manera adecuada.

Gráfico 2.3: Foto 3.



Fuente: Los Autores, 2011.

Gráfico 2.4: Foto 4.



Fuente: Los Autores, 2011.

2.1.2 COMUNIDAD.

Para el proyecto de los paneles solares, al inicio el contacto para el financiamiento era la Reina de Guayaquil del año 2010 bajo el respaldo de la Fundación Reina De Guayaquil, por ser una entidad pública. Al final no se tuvo buena acogida con este contacto. Posteriormente el contacto fue directamente con el líder de la asociación de cangrejeros del Puerto Roma representado por el señor Máximo Carpio y sus familiares, ver foto 5.

Ellos dieron todas las facilidades para conocer, entrar, y ayudar las familias beneficiadas.

Gráfico 2.5: Foto 5.



Fuente: Los Autores, 2011.

Es importante indicar que el señor Máximo Carpio, Presidente de la organización de Cangrejeros, junto con su familia, se encargan de la logística de la agrupación de

personas que se dedican a este tipo de actividad. Ellos nos explicaron como son las condiciones de vida actuales y se dan a conocer en los siguientes ítems:

2.1.2.1 EDUCACIÓN.

En Puerto Roma sólo existe la educación básica, suministrada por el Gobierno Nacional. Existe una escuela fiscal, que cada año la están tratando de readecuar. Por ser zona de escasos recursos, las aulas y bancas se encuentran en mal estado. Por ser escuela rural solo posee un profesor para todos los estudiantes. Los padres dan una cuota para los gastos varios que el profesor necesite para la escuela. Los baños son anti-higiénicos lo cual obliga a los estudiantes a hacer sus necesidades en el perímetro de la escuela, manteniendo un grado de insalubridad bien alto.

Gráfico 2.6: Foto 6.



Fuente: Los Autores, 2011.

2.1.2.2. ALIMENTACIÓN.

También notamos que la alimentación es limitada, (ver foto 6) existe poca variedad de alimentos. Su alimentación básica son mariscos por ser zona costera, ya que otros tipos como es la carne de res, pollo, etc. es costosa por ser traída desde Guayaquil, por esta razón encontramos en las tiendas locales productos básicos con un precio elevado.

2.1.2.3 RELIGIÓN.

La mayoría de las personas son Católicas, devotas del Santo Jacinto y participan en las fiestas patronales pero no cuentan con una iglesia adecuada. Al parecer no existe un párroco y el más cercano es el que se encuentra en la isla Puna.

2.1.2.4 SALUD.

Ellos no cuentan con dispensarios médicos, ni con un doctor permanente, por tal motivo no existen farmacias. Para las enfermedades típicas por ejemplo dolor de cabeza, fiebre, o dolores causados por cambios climáticos o de temporada, utilizan medicina natural a base de aguas aromáticas. Para enfermedades graves no tienen recursos, solo la detectan cuando ya están avanzadas y tienen que acudir a un especialista en Guayaquil.

2.1.2.5 PLANIFICACIÓN FAMILIAR.

Aunque en nuestra cultura aún no se lleva un régimen de planificación familiar, en Puerto Roma no sigue los esquemas tradicionales al momento de hacer una familia. A temprana edad (desde los 12 años) los adolescentes ya sean hombres o mujeres, empiezan a tener relaciones sexuales y por no existir una planificación familiar, se observan chicas de 13 años ya embarazadas. Esto se lo ve normal dentro de la comunidad. No tienen una mira al progreso personal ni a una formación académica adecuada para poder llevar a cabo una responsabilidad tan grande como es la de traer un nuevo ser al mundo.

Se puede observar muchos niños jugando en las calles entre llenas de lodo, sin zapatos como se ve en la foto 7.

Gráfico 2.7: Foto 7.



Fuente: Los Autores, 2011.

2.1.2.6 VARIOS.

Poseen lugares de distracción donde hay billares, allí asisten personas donde se divierten luego de sus jornadas de trabajo.

Los funerales son llevados a la Isla Puna donde existe el cementerio general para esta comunidad.

Los animales domésticos como perros, gatos, gallinas, etc. están en las calles sin control de natalidad en conjunto con los cerdos habiendo un descontrol en la salubridad de las personas, motivando la proliferación de roedores que existen en el lugar.

La basura se encuentra en las calles y en el estero, es decir no hay conciencia de reciclaje.

Estos temas fueron tratados dentro del Centro de Escucha con el Padre Salesiano Iván Segarra, que dio su opinión y recalco que todo parte de la educación, en especial de la mujer, puesto que es un pilar estratégico para cambiar una sociedad y que el Gobierno es la principal fuente para generar cambios. Nosotros no vemos limitados al conocer estos problemas y de no poder ayudar en manera considerable.

2.1.2.7 SERVICIOS BÁSICOS.

En Puerto Roma, no cuentan con agua potable. Ellos reciben agua de la que sobra cuando se lleva a las piscinas de las camaroneras encontradas en la Isla Puna. Un grupo de personas se encargan de comprar este sobrante y distribuirla en tanques y baldes a las diferentes familias del Recinto. Hay que considerar que esta agua no es 100% potable.

La comunicación solo es a través de telefonía móvil, actualmente existe cobertura en ciertos lugares, aunque a veces la señal de conectividad es baja.

En cuanto a la electricidad ellos cuentan con una distribución desde un Generador de Diesel que solo se enciende por unas pocas horas en las noches. Para acceder a esta energía también se debe pagar una cuota para la compra del combustible. En ocasiones cuando el generador entra en mantenimiento o reparación, pasan muchos días sin este servicio. Otra alternativa que ya poseen es de los paneles solares que el Gobierno implementó en el Puerto Roma, pero estos no abastecen a todos los habitantes. A partir de esto se realizó la propuesta de alumbrado por medio de paneles fotovoltaicos, hacia cinco viviendas que no fueron beneficiadas por el Gobierno por estar apartado del centro de la isla.

Es por esta razón que el grupo de alumnos procedió a trabajar en el proyecto de implementar la dotación de energía eléctrica alternativa a cinco familias con la utilización de paneles solares y para esto se inició con el dimensionamiento de cargas que se muestra a continuación:

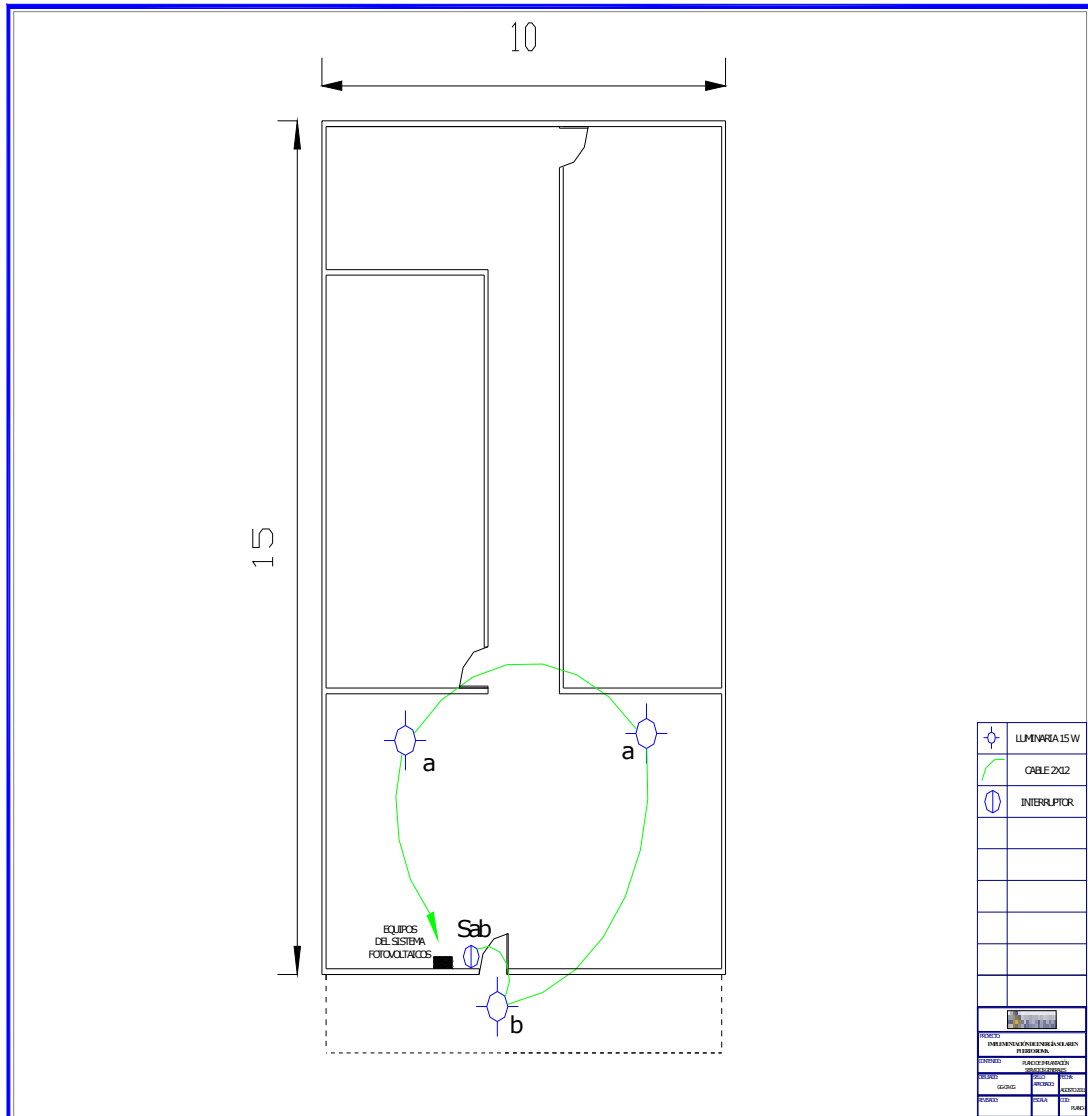
2.2 DIMENSIONAMIENTO ELÉCTRICO DE CARGAS.

Para determinar las cargas eléctricas que serán alimentadas con el sistema alternativo solar, se tuvieron reuniones con los usuarios, definiendo posteriormente los más básicos.

Como son cinco viviendas en donde se instalará los paneles solares, las vamos a definir como Familias 1, 2, 3-4, 5 y 6.

2.2.1 DIMENSIONAMIENTO ELÉCTRICO DE CARGAS FAMILIA 1.

Gráfico 2.9: Lámina plano eléctrico de la vivienda de la familia 1.



Fuente: Los Autores, 2011.

Se determinó instalar tres luminarias para la vivienda de la familia 1. La ubicación de las lámparas se indica en el Plano 1.

Cargas básicas de la Vivienda 1

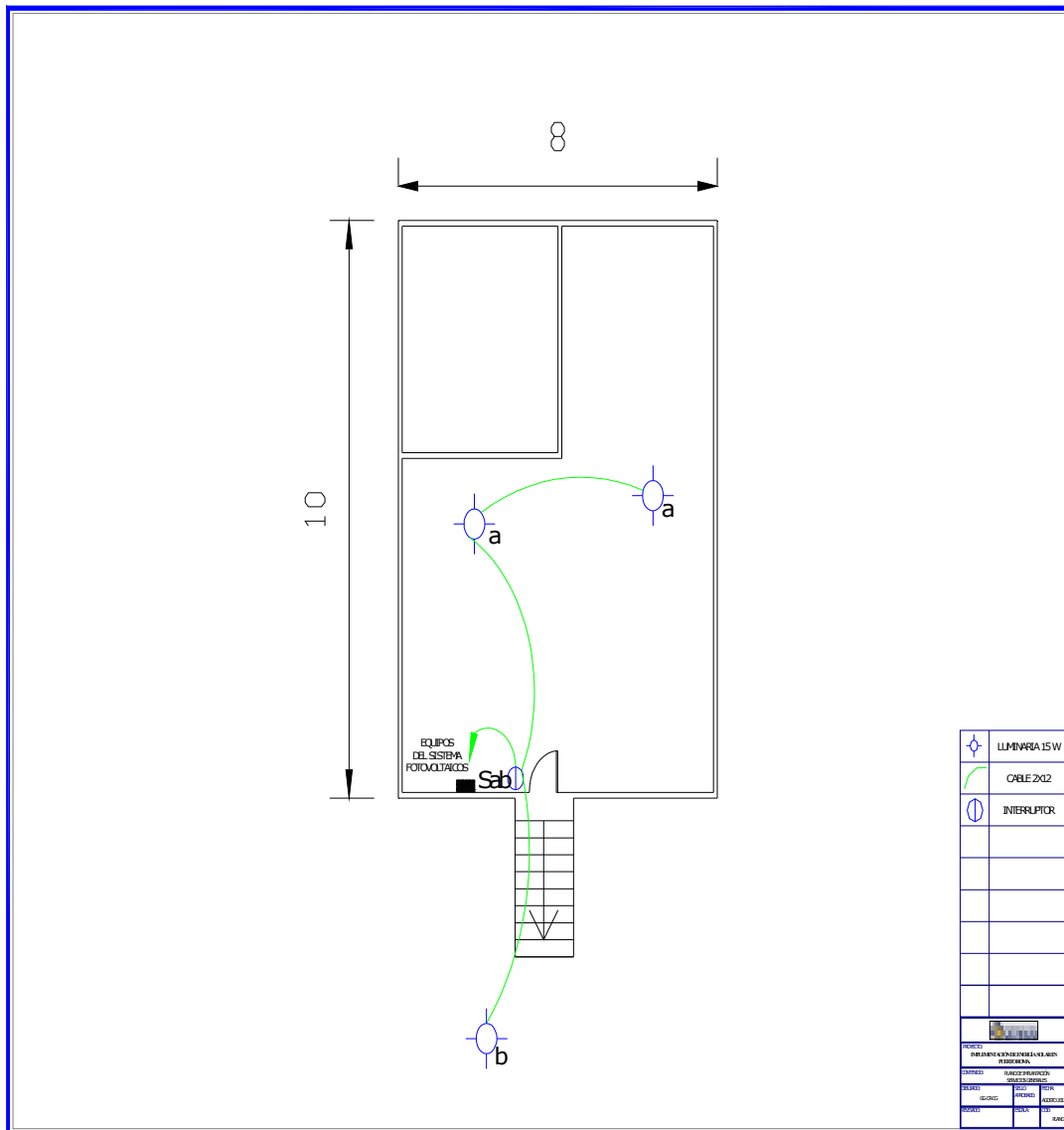
Tres focos incandescentes de 60 W: $3 \times 60 = 180$ Watts

Dos cargadores de celulares de 5 W: $5 \times 2 = 10$ Watts

Total carga Familia 1 = 190 Watts

2.2.2 DIMENSIONAMIENTO ELÉCTRICO DE CARGAS FAMILIA 2.

Gráfico 2.10: Lámina plano eléctrico de la vivienda de la familia 2.



Fuente: Los Autores, Plano 2, 2011.

Se determinó instalar tres luminarias para la vivienda de la familia 2. La ubicación de las lámparas se indica en el Plano 2.

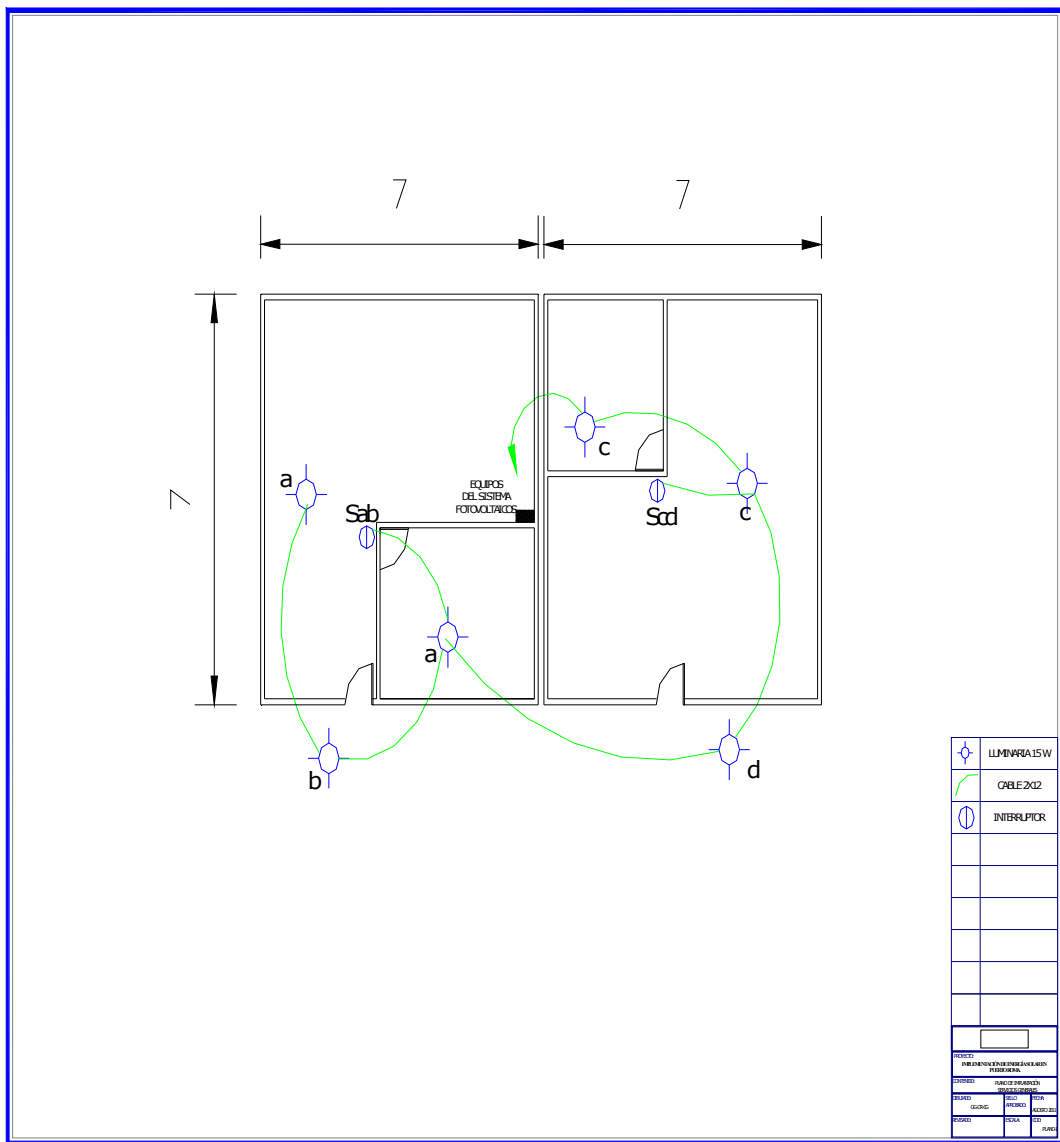
Cargas básicas de la Vivienda 2

Cuatro focos Ahorradores de 11 W: $4 \times 11 = 44$ Watts
 1 cargador de celular de 5 W: = 5 Watts
 Equipo de audio de 40 W: = 40 Watts

Total carga Vivienda 2 = 105 Watts

2.2.3 DIMENSIONAMIENTO ELÉCTRICO DE CARGA FAMILIA 3-4.

Gráfico 2.11: Lámina plano eléctrico de la vivienda 3 de la familia 3-4.



Fuente: Los Autores, Plano 3, 2011.

Se determinó instalar seis luminarias para la vivienda de la familia 3-4. La ubicación de las lámparas se indica en el Plano 3.

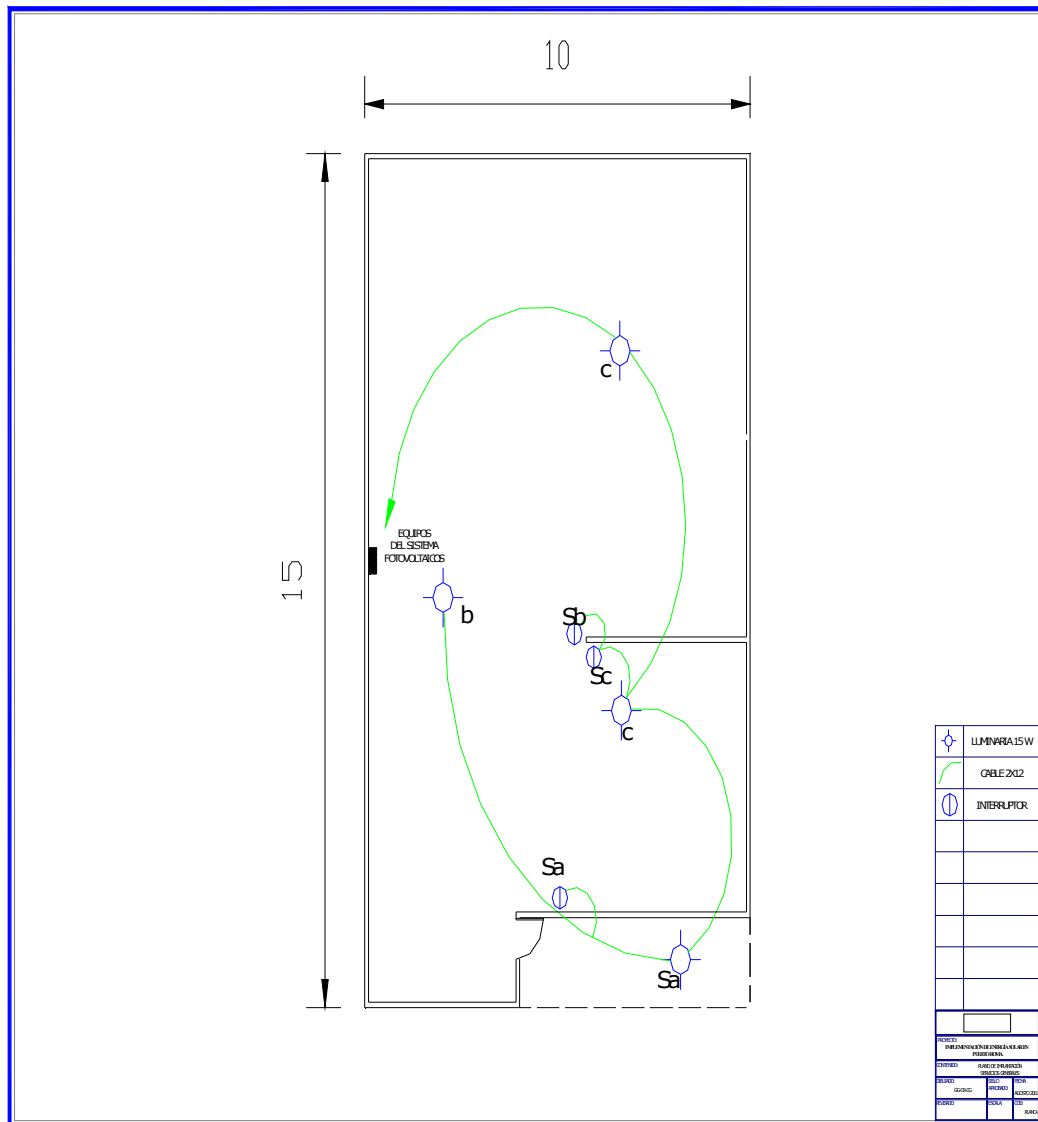
Cargas básicas de la Vivienda 3

Seis focos incandescentes de 40 W: $6 \times 40 = 240$ Watts
 Dos cargadores de celulares de 5 W: $5 \times 2 = 10$ Watts

Total carga Vivienda 3 = 250 Watts

2.2.4 DIMENSIONAMIENTO ELÉCTRICO DE CARGAS FAMILIA 5.

Gráfico 2.12: Lámina plano eléctrico de la vivienda 4 de la familia 5.



Fuente: Los Autores, Plano 4, 2011.

Se determinó instalar tres luminarias para la vivienda de la familia 4. La ubicación de las lámparas se indica en el Plano 4.

Cargas básicas de la Vivienda 4

Cuatro focos incandescentes de 60 W: $4 \times 60 = 240$ Watts
 Dos cargadores de celulares de 5 W: $5 \times 2 = 10$ Watts

Total carga Vivienda 4 = 250 Watts

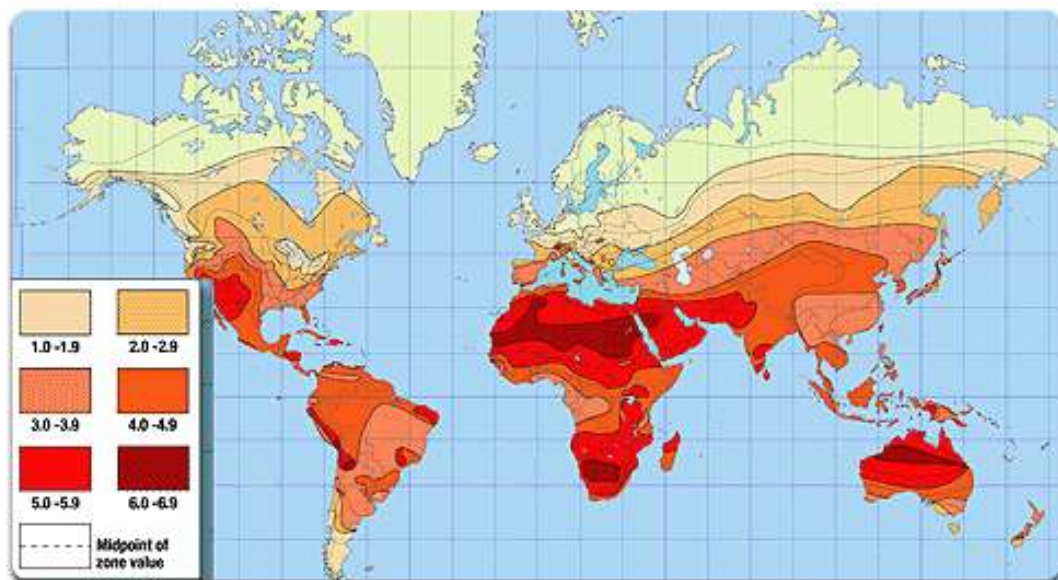
2.3 LA RADIACIÓN SOLAR Y LA ATMÓSFERA.

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 más de 300 000 Km/seg. Los rayos solares nos alcanzan en alrededor de 8 min.

La Constante Solar es la densidad de la energía solar que alcanza la frontera externa de la atmósfera, su valor es comúnmente casi igual a 1360 w/m², aun cuando puede cambiar cualquier porcentaje durante el año a causa de las ligeras variaciones de la distancia tierra- sol entre otros factores.

El watt por m² (w/m²) es la unidad más empleada para cuantificar la radiación solar, es un flujo, una potencia por unidad de superficie 1 w/m² es también igual a 1 joule por segundo y por m², por lo tanto - , aquí la energía es electromagnética pero las unidades son las mismas que para la energía eléctrica.

Gráfico 2.14: Lámina Calor del Sol



s
[ad.htm](#).

2.3.1 RADIACIÓN SOLAR DEL SECTOR PUERTO ROMA.

Como referencia de información el Consejo Nacional de Electricidad CONELEC en sentido a la necesidad de impulsar el uso masivo de la energía solar como fuente energética es lo que ha motivado a presentar el “Atlas Solar del Ecuador con fines de Generación Eléctrica”, el cual ha sido elaborado por la Corporación para la Investigación Energética, CIE. Este Atlas Solar del Ecuador se encuentra en la página oficial de CONELC de donde todos tenemos acceso, reconociendo que el Ecuador es un país con características muy variadas con respecto a la diversidad climática donde es factible y dable las energías renovables.

En base de esta información podemos rescatar los siguientes párrafos:

La información base que se utilizó para el desarrollo del Atlas Solar del Ecuador con Fines de Generación Eléctrica, fue generada por el National Renewable Energy Laboratory - NREL de los Estados Unidos, cuyas acciones están orientadas a la investigación y desarrollo de energías renovables y eficiencia energética¹.

Dentro de este marco, el NREL desarrolló el modelo CRS (Climatological Solar Radiation Model), que permite conocer la insolación diaria total sobre una superficie horizontal en celdas de aproximadamente 40 km x 40 km alrededor del mundo y cuyos resultados han sido validados a través de la medición de datos efectuados por estaciones, estableciéndose que el error de los datos es del 10%. Utiliza información sobre traza de gases, vapor de agua atmosférico, nubosidad, cantidad de aerosoles (Gráfico 1). El NREL publica, en forma periódica, los valores de insolación promedio, para una locación dada usando colectores fijos con cinco ángulos de inclinación: horizontal: (0°), latitud del lugar menos 15°, latitud, latitud más 15°, y vertical (90°). Estos datos son complementados con mediciones tomadas usando superficies colectoras móviles, las que son montadas en aparatos que, automáticamente, siguen la trayectoria del sol¹.

La información disponible, corresponde al período entre el 1 de Enero de 1985 y el 31 de Diciembre de 1991, y fue publicado en Julio del 2006. Los datos representan la energía solar promedio mensual y anual de los valores diarios la insolación total (directa y difusa) e insolación global sobre una superficie horizontal y contiene los promedios mensuales (dentro del período mencionado) de cada una de ellas, expresados en Wh/m²/día¹.

El Atlas, contiene treinta y nueve mapas del Ecuador continental divididos en:

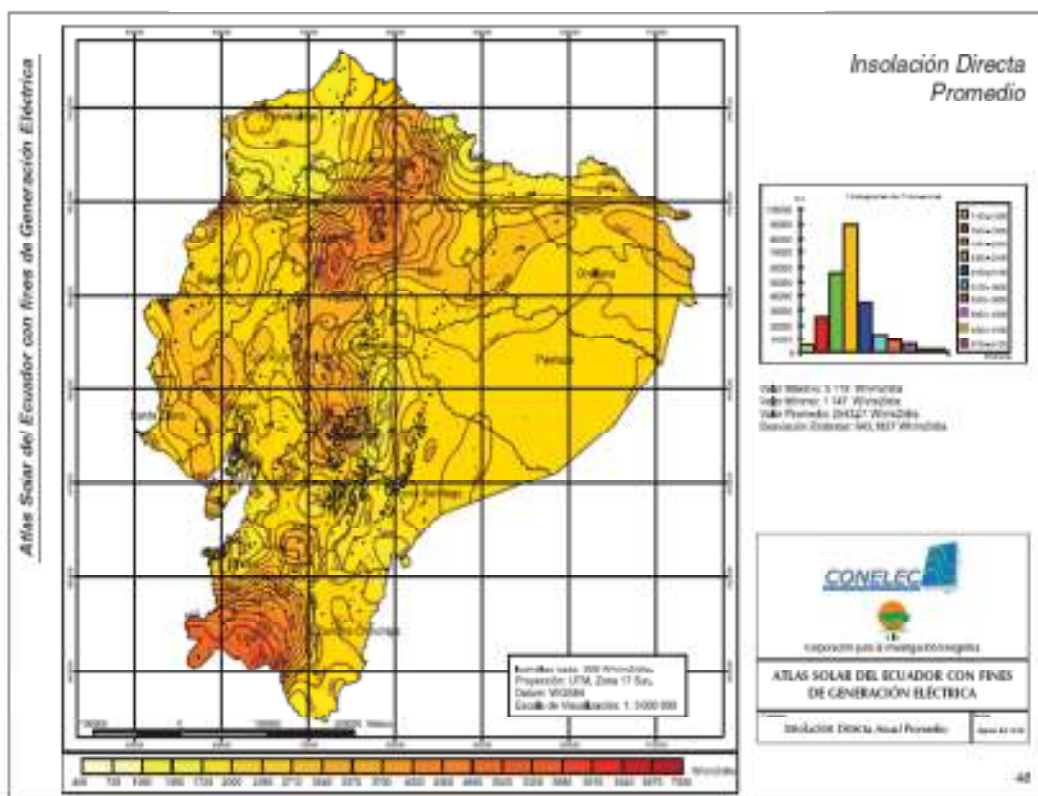
- 12 mapas con los valores de insolación difusa (enero a diciembre).
- 12 mapas con los valores de insolación directa (enero a diciembre).
- 12 mapas con los valores de insolación global (enero a diciembre).
- 3 mapas con los valores promedio de insolación difusa, directa y global.

Como conclusión Puerto Roma se encuentra dentro del Golfo de Guayaquil dentro del Ecuador y nuestro país por estar situado sobre la línea ecuatorial tiene un potencial solar, se sitúa en niveles muy importantes. Los datos de radiación solar en Ecuador promedio de insolación directa es 300 Wh/m²/día.

Del gráfico 13 podemos obtener que el factor de soleación diaria que se utilizará en cálculos posteriores es de **5.90**.

¹ CONELEC, Atlas Solar del Ecuador con fines de Generación Eléctrica, 2008, http://www.conelec.gob.ec/archivos_articulo/Atlas.pdf, pág.5.

Gráfico 2.15: Lámina Atlas Solar del Ecuador.



Fuente: CONELEC, Atlas Solar del Ecuador con fines de Generación Eléctrica.

2.3.2 INCLINACIÓN Y ORIENTACIÓN DEL PANEL FOTOVOLTAICO.

Como información complementaria el manual de instalación de los paneles solares nos indica que hay que tener en consideración el ángulo de inclinación que nos sirve para capturar la máxima cantidad de radiación solar durante un año, el panel solar debe estar inclinada en un ángulo aproximadamente igual a la latitud de un sitio, y se enfrentan dentro de los 15° de sur.

Para optimizar el rendimiento de invierno, el panel solar se puede inclinar 15° más que el ángulo de latitud, y para optimizar el rendimiento de verano, 15° menor que el ángulo de latitud.

En un momento dado, el conjunto potencia de salida máxima disponible cuando se apunta directamente al sol.

Para comparar la producción de energía de la matriz para el valor óptimo, tendrá que saber la latitud del sitio, y el ángulo de inclinación real de la matriz, que puede ser la inclinación de su tejado si la matriz está empotrada. Si la inclinación de paneles solares es de 15° el ángulo de latitud, se puede esperar una reducción del 5% o menos en la producción de su sistema de energía anual. Si la inclinación de paneles solares es mayor de 15° fuera del ángulo de la latitud, la reducción en la producción de su sistema de energía anual podría caer hasta en un 15% de su valor máximo disponible. Durante los meses de invierno en latitudes más altas, la reducción será mayor.

El fabricante nos indica sobre un ángulo horizontal y ángulo de declinación magnética, si un tejado orientado al sur no está disponible, o el panel solar total es mayor que el área de una sección del techo al sur, una al este o al oeste hacia la superficie es la mejor opción.

Tenga en cuenta que la producción de energía solar disminuye proporcionalmente con un ángulo horizontal, o "azimut", mayores de 15 ° desde el sur. La disminución de la producción anual de electricidad a partir de una latitud al este-inclinada o que mira al oeste matriz puede ser tanto como 15% o más en las latitudes más bajas, o hasta en un 25% o más en las latitudes más altas de los Estados Unidos. Evite dirigir sus paneles solares inclinados al noroeste, norte o noreste, ya que obtendrá la potencia de salida poco.

Declinación magnética, la diferencia de ángulo entre el sur magnético y verdadero sur solar, también debe tenerse en cuenta al determinar la orientación correcta de paneles solares. Si una brújula magnética sólo se utiliza para determinar hacia dónde apuntar la matriz, no puede capturar la máxima cantidad de radiación solar.

CAPÍTULO III

IMPLEMENTACIÓN DE LOS PANELES SOLARES Y DE LOS EQUIPOS.

3.1 SELECCIÓN DE PANELES SOLARES Y EQUIPAMIENTO.

Para los realizar la selección de los paneles solares y baterías para el sistema se necesitan hacer el siguiente análisis:

3.1.1 NOMENCLATURA:

Cantidad	A
Equipo	B
Potencia (W)	C
Subtotal Potencia	$D (D = A \times C)$
Horas utilizadas en un día	E
Energía (Wh/día)	$F (F = D \times E)$
Potencia del panel solar	G
Factor de soleación diaria	H
Cantidad de energía de un panel	$I (I = G \times H)$
Número de paneles	$J (J = F / I)$
Tensión del sistema	K
Cantidad de amperios-horas	$L (L = F / K)$
Capacidad de la batería	M
Número de baterías sin reserva	$N = L / M$
Factor de reserva 1 día	O
Número de baterías con reserva	$P = N \times O$
Factor de reserva 2 días	Q
Número de baterías con reserva	$R (R = N \times Q)$

3.1.2 SELECCIÓN DE EQUIPOS PARA LA VIVIENDA 1.

Para seleccionar los equipos, se realizan los cálculos para la vivienda 1. Para los otros casos, se lo resumirá en tablas.

La información de las cargas es tomada de los datos del Capítulo II desde la pág. 31.

Carga 1

Cantidad (A): 3

Equipo (B): Foco

Potencia (C): 60 W

Subtotal Potencia (D): $D = A \times C = 3 \times 60 \text{ W} = 180 \text{ W}$

Horas/ Días uso (E): 4 h

Energía (F): Wh/día = $F = D \times E = 180 \text{ W} \times 4 \text{ h} = 720 \text{ Wh/día}$

Carga 2

Cantidad (A): 2

Equipo (B): Cargadores de celulares

Potencia (C): 5 W

Subtotal Potencia (D): $D = A \times C = 2 \times 5 \text{ W} = 10 \text{ W}$

Horas/ Días uso (E): 4 h

Energía (F): $\text{Wh/día} = F = D \times E = 10 \text{ W} \times 4 \text{ h} = 40 \text{ Wh/día}$

Total de Energía Vivienda 1 (F): Carga 1 + Carga 2 = 720 Wh/día + 40 Wh/día
F= 760 Wh/día

Utilizando el factor de soleación diaria **H = 5.90** (Ver pág. 36), tenemos:

Número de paneles (J): $J = F / I$, pero como se quiere trabajar con un solo panel

Entonces $J = 1$ y $F = I$.

$I = G \times H$, entonces $F = G \times H$. Despejando G nos queda: $G = F/H$

$G = 760 \text{ Wh/día} / 5.9$

G = 128.81 Watts

Buscando con esta potencia el panel fotovoltaico más próximo en la marca Kyocera tenemos el de 130 Watts.

Selección de la Batería:

Tensión del sistema (K) = 12 Voltios

Cantidad de amperios horas requeridas (L) $L = F/K = 760 \text{ Wh/día}/12 \text{ V}$

L = 63.33 Amperios

Buscando con este amperaje en la marca Millenium, Batería tipo Gel a un tiempo estándar, la capacidad más próxima corresponde de 98 Amperios a 5 horas.

Con referencia a los equipos seleccionados para el sistema de energía solar se adjuntan las tablas con los registros de los integrantes de cada familia y los cálculos para la selección de los paneles y baterías.

3.1.2.1 CUADRO DE REGISTRO Y DATOS DE DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA FAMILIA 1.

Gráfico 3.1: Lámina Registro Familia 1.

Registro de Familia #1 Beneficiada			
Integrantes de la Familia Baquerizo Condoy			
	Nombres	Apellido	Parentesco
1	Juan	Baquerizo	Padre
2	Ana	Condoy	Madre
3	Juan francisco	Baquerizo Condoy	Hijo 1
4	Francisco Antonio	Baquerizo Condoy	Hijo 2
5	Angel Miguel	Baquerizo Condoy	Hijo 3
6	Jose Angel	Baquerizo Condoy	Hijo 4
7	Elizabeth Mercedes	Baquerizo Condoy	Hijo 5
8	Cinthia Reina	Jordan Baquerizo	Nuera 1
9	Reina Nuria	Vera Jordan	Nuera 2
10	Nayeli Maria	Baquerizo Jordan	Hijo 1-1
11	Nathali Andreina	Baquerizo Vera	Hijo 1-2

Fuente: Los Autores, Registro de Familia Beneficiada #1, 2011.

Gráfico 3.2: Lámina Datos de Consumo Eléctrico Familia 1.

Cantidad A	Equipo B	Potencia w C	Potencia w subtotal D=(AxC)	Horas / días uso E	Energía w/h F=(DxE)
3	Foco	60	180	4	720
2	Cargadores	5	10	4	40
				Total = Wh/día	760

Fuente: Los Autores, Consumo de Familia Beneficiada #1, 2011.

Gráfico 3.3: Lámina Selección de paneles solares y baterías.

Descripción		Cantidad	Unidad
Consumo Diario	F	760,00	Wh/día
Potencia de panel solar	G	130,00	Watt
Factor de soleación diaria promedio (constante)	H	5,9	h sol /día
Cantidad de energía de un panel	$I=G \times H$	767,00	Wh/día
Número de paneles	$J=F/I$	0,99	Unidad
Tensión del sistema	K	12,00	Vdc
Cantidad de amperios-horas requeridas para el sistema 12V	$L=F/K$	60,00	Ah
Capacidad de la batería	M	98,00	Amperios en 5 horas
Número de baterías sin reserva	$N=L/M$	0,61	Unidad
Factor de reserva 1 día	O	2,00	
Número de baterías con reserva	$P=N \times O$	1,22	Unidad
Factor de reserva 2 día	Q	3,00	
Número de baterías con reserva	$R=N \times Q$	1,84	Unidad

Fuente: Los Autores, Cálculo para cantidad de paneles solares y baterías en la Familia Beneficiada #1, 2011.

2.1.2.1.1 SELECCIÓN DE CONDUCTORES.

Gráfico 3.4: Lámina Selección de conductores familia 1.

Planilla De Cálculo De Demanda						
Ítem	Descripción	Servicio	Potencia (kw)	Voltaje (V)	Corriente (A)	Conductor
1	AL-1	Focos Ahorradores + cargadores	0.19	120	1,50	2x14
Total			0,19			
Demanda						
Carga instalada (KW)			0,19	V= Diferencia de Potencial (V) Voltaje I= Corriente Eléctrica (A) Ampere R= Resistencia (Ω) Ohm P= Potencia V.I (W) Watts T= Tiempo (s) E= Consumo P.t (Kw/h) R= Rendimiento $E_v/E_1 < 1$		
Factor de demanda			0,75			
Demanda máxima (KW)			0,14			
Factor de potencia			0,85			
Demanda máxima (KVA)			0,16			
Corriente máxima			0,42			
Disyuntor			20A-1P			
Alimentador			3x12			

Fuente: Los Autores, Planilla 1, 2011.

3.1.3 CUADRO DE REGISTRO Y DATOS DE DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA FAMILIA 2.

Gráfico 3.5: Lámina Registro familia 2.

Registro De Familia #2 Beneficiada			
Integrantes de la Familia Choez Baquerizo			
	Nombres	Apellido	Parentesco
1	Humberto Justiniano	Choez Cabo	Padre
2	Alberta Manuela	Baquerizo Rodriguez	Madre
3	Marilin Estefania	Choez Baquerizo	Hijo 1
4	Monica Lady	Choez Baquerizo	Hijo 2

Fuente: Los Autores, Registro de Familia Beneficiada #2, 2011.

Gráfico 3.6: Lámina Datos de consumo eléctrico familia 2.

Cantidad A	Equipo B	Potencia w C	Potencia w subtotal D=(AxC)	Horas / días uso E	Energía w/h F=(DxE)
4	Foco Ahorrador	11	44	4	176
1	Cargador	5	5	4	20
1	Equipo Audio	40	40	4	160
				TOTAL = Wh/día	356

Fuente: Los Autores, Consumo de Familia Beneficiada #2, 2011.

Gráfico 3.7: Lámina Selección de paneles solares y baterías familia 2.

Descripción		Cantidad	Unidad
Consumo Diario	F	356	Wh/día
Potencia de panel solar	G	130,00	Watt
Factor de soleación diaria promedio (constante)	H	5.9	h sol /día
Cantidad de energía de un panel	$I=G \times H$	767	Wh/día
Número de paneles	$J=F/I$	0.46	Unidad
Tensión del sistema	K	12,00	Vdc
Cantidad de amperios-horas requeridas para el sistema 12V	$L=F/K$	18,33	Ah
Capacidad de la batería	M	98,00	Amperios en 5 horas
Número de baterías sin reserva	$N=L/M$	0,19	Unidad
Factor de reserva 1 día	O	2,00	
Número de baterías con reserva	$P=N \times O$	0,37	Unidad
Factor de reserva 2 día	Q	3,00	
Número de baterías con reserva	$R=N \times Q$	0,56	Unidad

Fuente: Los Autores, Cálculo para cantidad de paneles solares y baterías en la Familia Beneficiada #2, 2011.

3.1.3.1 SELECCIÓN DE CONDUCTORES.

Gráfico 3.8: Lámina Selección de conductores familia 2.

Planilla De Cálculo De Demanda						
Ítem	Descripción	Servicio	Potencia (kw)	Voltaje (V)	Corriente (A)	Conductor
1	AL-1	Focos Ahorradores + Audio + cargadores	0,105	120	1,50	2x14
Total			0,105			
Demanda				V= Diferencia de Potencial (V)		
Carga instalada (KW)			0,105	Voltaje		
Factor de demanda			0,75	I= Corriente Eléctrica (A)		
Demanda máxima (KW)			0,14	Ampere		
Factor de potencia			0,85	R= Resistencia (Ω) Ohm		
Demanda máxima (KVA)			0,16	P= Potencia V.I (W) Watts		
Corriente máxima			0,42	T= Tiempo (s)		
Disyuntor			20A-1P	E= Consumo P.t (Kw/h)		
Alimentador			3x12	R= Rendimiento $E_v/E_1 < 1$		

Tabla 8. Fuente: Los Autores, Planilla 2, 2011.

3.1.4 CUADRO DE REGISTRO Y DATOS DE DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE LAS FAMILIAS 3 – 4.

Gráfico 3.9: Lámina Registro familia 3.

Registro De Familia #3 Beneficiada			
Integrantes De La Familia Ramírez Chalen			
	Nombres	Apellido	Parentesco
1	Roberto	Ramírez	Padre
2	Marisela	Chalen	Madre
3	Lady (6)	Ramírez Chalen	Hijo 1
4	Melany (4)	Ramírez Chalen	Hijo 2
5	Daniela (2)	Ramírez Chalen	Hijo 3

Fuente: Los Autores, Registro de Familia Beneficiada #3, 2011.

Gráfico 3.10: Lámina Registro familia 4.

Registro De Familia #4 Beneficiada			
Integrantes De La Familia Jordán Chalen			
	Nombres	Apellido	Parentesco
1	Roberto Marcos	Jordán	Padre
2	Silvia Alexandra	Chalen	Madre
3	Moisés (7)	Jordán Chalen	Hijo 1
4	Noemí (3)	Jordán Chalen	Hijo 2
5	Selena (2)	Jordán Chalen	Hijo 3

Tabla 10. Fuente: Los Autores, Registro de Familia Beneficiada #4 2011.

Gráfico 3.11: Lámina Datos de consumo eléctrico familia 3-4.

Cantidad A	Equipo B	Potencia w C	Potencia w subtotal D=(AxC)	Horas / días uso E	Energía w/h F=(DxE)
6	Foco	40	240	3	720
2	Cargadores	5	10	3	30
				Total = Wh/día	750

Fuente: Los Autores, Consumo de Familia Beneficiada #3-4, 2011.

Gráfico 3.12: Lámina Selección de paneles solares y baterías familia 3-4.

Descripción		Cantidad	Unidad
Consumo Diario	F	750,00	Wh/día
Potencia de panel solar	G	130,00	Watt
Factor de soleación diaria promedio (constante)	H	5,90	h sol /día
Cantidad de energía de un panel	$I=G \times H$	767,00	Wh/día
Número de paneles	$J=F/I$	0,97	Unidad
Tensión del sistema	K	12,00	Vdc
Cantidad de amperios-horas requeridas para el sistema 12V	$L=F/K$	90,00	Ah
Capacidad de la batería	M	98,00	Amperios en 5 horas
Número de baterías sin reserva	$N=L/M$	0,92	Unidad
Factor de reserva 1 día	O	2,00	
Número de baterías con reserva	$P=N \times O$	1,84	Unidad
Factor de reserva 2 día	Q	3,00	
Número de baterías con reserva	$R=N \times Q$	2,76	Unidad

Fuente: Los Autores, Cálculo para cantidad de paneles solares y baterías en la Familia Beneficiada #3-4, 2011.

3.1.4.1 SELECCIÓN DE CONDUCTORES.

Gráfico 3.13: Lámina Selección de conductores familia 3-4.

Planilla De Cálculo De Demanda						
Ítem	Descripción	Servicio	Potencia (kw)	Voltaje (V)	Corriente (A)	Conductor
1	AL-1	Focos incand.+carg.	0,25	120	1,50	2x14
Total			0,25			
Demanda				V= Diferencia de Potencial (V) Voltaje I= Corriente Eléctrica (A) Ampere R= Resistencia (Ω) Ohm P= Potencia V.I (W) Watts T= Tiempo (s) E= Consumo P.t (Kw/h) R= Rendimiento $E_v/E_1 < 1$		
Carga instalada (KW)		0,18				
Factor de demanda		0,75				
Demanda máxima (KW)		0,14				
Factor de potencia		0,85				
Demanda máxima (KVA)		0,16				
Corriente máxima		0,42				
Disyuntor		20A-1P				
Alimentador		3x12				

Fuente: Los Autores, Planilla 3, 2011.

3.1.5 CUADRO DE REGISTRO Y DATOS DE DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA FAMILIA 5.

Gráfico 3.14: Lámina Registro familia 5.

Registro De Familia #5 Beneficiada			
Integrantes De La Familia Jordán Baquerizo			
	Nombres	Apellido	Parentesco
1	Bernal	Jordán	Padre
2	Rosalía	Baquerizo	Madre
3	Eleidy	Jordán Baquerizo	Hijo 1
4	Anabela	Jordán Baquerizo	Hijo 2
5	Rosario	Jordán Baquerizo	Hijo 3

Tabla 14. Fuente: Los Autores, Registro de Familia Beneficiada #5, 2011.

Gráfico 3.15: Lámina Datos de consumo eléctrico familia 5.

Cantidad A	Equipo B	Potencia w C	Potencia w subtotal D=(AxC)	Horas / días uso E	Energía w/h F=(DxE)
3	Foco	60	180	4	720
2	Cargadores	5	10	4	40
				Total = Wh/día	760

Fuente: Los Autores, Consumo de Familia Beneficiada #5, 2011.

Gráfico 3.16: Lámina Selección de paneles solares y baterías familia 5.

Descripción		Cantidad	Unidad
Consumo Diario	F	760,00	Wh/día
Potencia de panel solar	G	130,00	Watt
Factor de soleación diaria promedio (constante)	H	5,9	h sol /día
Cantidad de energía de un panel	$I=G \times H$	767,00	Wh/día
Número de paneles	$J=F/I$	0,99	Unidad
Tensión del sistema	K	12,00	Vdc
Cantidad de amperios-horas requeridas para el sistema 12V	$L=F/K$	60,00	Ah
Capacidad de la batería	M	98,00	Amperios en 5 horas
Número de baterías sin reserva	$N=L/M$	0,61	Unidad
Factor de reserva 1 día	O	2,00	
Número de baterías con reserva	$P=N \times O$	1,22	Unidad
Factor de reserva 2 día	Q	3,00	
Número de baterías con reserva	$R=N \times Q$	1,84	Unidad

Fuente: Los Autores, Cálculo para cantidad de paneles solares y baterías en la Familia Beneficiada #5, 2011.

3.1.5.1 SELECCIÓN DE CONDUCTORES.

Gráfico 3.17: Lámina Selección de conductores familia 5.

Planilla De Cálculo De Demanda						
Ítem	Descripción	Servicio	Potencia (kw)	Voltaje (V)	Corriente (A)	Conductor
1	AL-1	Focos incandescentes	0,25	120	1,50	2x14
TOTAL			0,25			
DEMANDA						
Carga instalada (KW)			0,25	V= Diferencia de Potencial (V) Voltaje I= Corriente Eléctrica (A) Ampere R= Resistencia (Ω) Ohm P= Potencia V.I (W) Watts T= Tiempo (s) E= Consumo P.t (Kw/h) R= Rendimiento $E_v/E_1 < 1$		
Factor de demanda			0,75			
Demanda máxima (KW)			0,14			
Factor de potencia			0,85			
Demanda máxima (KVA)			0,16			
Corriente máxima			0,42			
Disyuntor			20A-1P			
Alimentador			3x12			

Fuente: Los Autores, Planilla 4, 2011.

3.1.6 CUADRO DE REGISTRO Y DATOS DE DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA FAMILIA 6.

Gráfico 3.18: Lámina Registro familia 6.

Registro De Familia #6 Beneficiada			
Integrantes De La Familia			
	Nombres	Apellido	Parentesco
1	Carlos	Carpio	Padre
2	Nathaly	Baquerizo	Madre
3	Carlos	Carpio Baquerizo	Hijo 1
4	Betto	Carpio Baquerizo	Hijo 2

Fuente: Los Autores, Registro de Familia Beneficiada #6, 2011.

Gráfico 3.19: Lámina Datos de consumo eléctrico familia 6.

Cantidad A	Equipo B	Potencia w C	Potencia w subtotal D=(AxC)	Horas / días uso E	Energía w/h F=(DxE)
4	Foco	60	240	3	720
2	Cargadores	5	10	3	30
				Total = Wh/día	750

Fuente: Los Autores, Consumo de Familia Beneficiada #6, 2011.

Gráfico 3.20: Lámina Selección de paneles solares y baterías familia 6.

Descripción		Cantidad	Unidad
Consumo Diario	F	750,00	Wh/día
Potencia de panel solar	G	130,00	Watt
Factor de soleación diaria promedio (constante)	H	5,90	h sol /día
Cantidad de energía de un panel	$I=G \times H$	767,00	Wh/día
Número de paneles	$J=F/I$	0,98	Unidad
Tensión del sistema	K	12,00	Vdc
Cantidad de amperios-horas requeridas para el sistema 12V	$L=F/K$	80,00	Ah
Capacidad de la batería	M	98,00	Amperios en 5 horas
Número de baterías sin reserva	$N=L/M$	0,82	Unidad
Factor de reserva 1 día	O	2,00	
Número de baterías con reserva	$P=N \times O$	1,63	Unidad
Factor de reserva 2 día	Q	3,00	
Número de baterías con reserva	$R=N \times Q$	2,45	Unidad

Fuente: Los Autores, Cálculo para cantidad de paneles solares y baterías en la Familia Beneficiada #6, 2011.

3.1.6.1 SELECCIÓN DE CONDUCTORES

Gráfico 3.21: Lámina Selección de conductores familia 6.

Planilla De Cálculo De Demanda						
Ítem	Descripción	Servicio	Potencia (kw)	Voltaje (V)	Corriente (A)	Conductor
1	AL-1	Focos incandescentes	0,19	120	1,50	2x14
Total			0,19			
Demanda						
Carga instalada (KW)			0,19	V= Diferencia de Potencial (V) Voltaje I= Corriente Eléctrica (A) Ampere R= Resistencia (Ω) Ohm P= Potencia V.I (W) Watts T= Tiempo (s) E= Consumo P.t (Kw/h) R= Rendimiento $E_v/E_1 < 1$		
Factor de demanda			0,75			
Demanda máxima (KW)			0,14			
Factor de potencia			0,85			
Demanda máxima (KVA)			0,16			
Corriente máxima			0,42			
Disyuntor			20A-1P			
Alimentador			3x12			

Fuente: Los Autores, Planilla 5, 2011.

3.2 COMPONENTES DEL SISTEMA.

Para hacer una revisión de todos los componentes del sistema hacemos útil la información de cada fabricante respectivamente, recalcando datos importantes como características, información técnica para tener referencia de los mismos.

3.2.1 PANELES SOLARES.

Los Módulos Solares Kyocera se escogieron por el gran rendimiento para todas las aplicaciones fotovoltaicas. Una casa comercial local, dio el asesoramiento de estos paneles ya se han utilizado en proyectos de electrificación rural

Los módulos Kyocera pueden usarse en instalaciones de uno o múltiples módulos y son ideales para inversores de alto voltaje y conectados a la red eléctrica.

Gráfico 3.22: Lámina panel solar.



Fuente: Kyocera, Panel Solar, 2011, www.kyocera.com.

Cada módulo consiste de un mínimo de 36 celdas solares conectadas en serie para una máxima potencia de carga.

Se utilizo el modelo de panel *Kyocera KC-130TH*, donde el fabricante nos asegura las siguientes características:

- La superficie de vidrio es resistente a los impactos y permite una máxima transmisión de la luz.
- Cada celda solar cristalina está encapsulada y adherida a la superficie del vidrio en capas múltiples de acetato vinil etileno.
- Una caja de uniones para uso a la intemperie da espacio para todos los métodos de cableado incluyendo conectores de alivio a la tensión resistentes a la humedad así como conductores eléctricos.
- Marcos tubulares de aluminio anodizado añaden fuerza y durabilidad a los módulos.
- Diodos de paso ya incluidos en la caja de uniones para una operación confiable.
- Los módulos Kyocera están fabricados cumpliendo estándares internacionales y de Estados Unidos. Todos son probados en la fábrica para verificar un rendimiento superior.

- Todos los módulos Kyocera tienen garantía de 20 años de entregar al menos 80% de la potencia especificada y tienen una certificación de UL.

3.2.2 LOS PARAMETROS DE LAS CELDAS FOTOVOLTAICAS.

Tensión de circuito abierto (Voc).

Si se coloca una celda fotoeléctrica 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).

Corriente de corto circuito (Isc).

Al contrario del punto de circuito abierto, si se conecta una fotocelda en corto circuito, circula su corriente máxima, pero no hay tensión, ésta 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".

Punto de potencia máxima (Pmax).

La utilización óptima de una celda fotoeléctrica consiste en hacer funcionar una carga bajo la tensión máxima y una corriente máxima.

En efecto, de acuerdo con la fórmula $P = V \times I$, para que P sea máxima, se requiere entre las condiciones que el producto $V \times I$ sea máximo.

Gráfico 3.23: Lámina características del panel solar.

Especificaciones Técnicas:	
Número de Modelo	KC130TM
Potencia Watts (Pmax)	130 +10%-5%
Circuito Abierto (Voc)	21.9
Corriente Cortocircuito (Isc)	8.02
Tensión en carga (Vpm)	17.6
Corriente en Carga (Ipm)	7.39
Sistema Máximo Voc	600
Instalación de Diodos Bypass	SI
Rango de Fusibles (Amp)	15
Características de Temperatura:	
Coeficiente de Temperatura de Voc (V/°C)	-8.21x10-2
Coeficiente de Temperatura de Isc (A/°C)	3.18x10-3
Coeficiente de Temperatura de Vpm (V/°C)	-9.31x10-2
Características Físicas	
Longitud (mm)	1425
Ancho (mm)	652
Profundidad (mm)	36
Peso (Kg)	12.2

Fuente: Kyocera. Manual de Instalación, 2011.

3.2.3 CONTROLADOR DE CARGA.

Se compraron los controladores de carga de la línea de productos Phocos CML que son una solución ideal para sistemas eléctricos solares compactos para aplicaciones independientes de la red eléctrica, de igual manera la casa comercial nos asesoro que el componente principal del regulador de carga Phocos CML es un microprocesador que además de regular de manera óptima la carga, controla todas las funciones de seguridad.

Gráfico 3.24: Lámina regulador de carga.



Fuente: Phocos, Controlador de Carga, 2011, www.phocos.com.

Unos diodos luminosos indican claramente los parámetros clave como es el estado de carga de la batería, de esta forma el usuario puede conocer en todo momento el estado actual de funcionamiento de su equipo. Debido al procedimiento de carga en 3 etapas (carga masiva, ecualización, flotación), los reguladores de carga Pocos CML son capaces de cargar de forma óptima baterías de plomo abiertas y selladas. Se pueden utilizar baterías líquidas y de gel.

Para prolongar la duración de las baterías, los reguladores de carga tienen una compensación de temperatura integrada. Además, disponen de señales acústicas de advertencia para proteger la batería. La carcasa se puede montar tanto en la pared como en un carril DIN.

Características:

- Detección automática 12/24 V.
- Ajuste del tipo de batería (líquida/gel).
- Indicadores del nivel de carga con 3 diodos luminosos.
- Indicadores del estado de carga.
- Señal acústica de advertencia antes de desconectar las cargas.
- Indicación en caso de desconexión de las cargas.

- Control PWM (modulación de la anchura del pulso, regulador en serie).
- Indicación en caso de cortocircuito o de sobrecarga.
- Procedimiento de carga en 3 etapas (carga masiva, ecualización, flotación).
- SOC (estado de carga) y desconexión de las cargas controlada por tensión.
- Compensación de temperatura integrada.
- Bornes grandes de conexión (hasta 16 mm²).
- Protección electrónica total.

Gráfico 3.25: Lámina características regulador.

Especificaciones Técnicas:	
Número de Modelo	CLM20
Tensión del Sistema (Vdc)	12/24
Corriente Máxima de Carga (Amp)	20
Corriente Máxima del Sistema (Amp)	20
Consumo Propio (mAmp)	4
Características Físicas	
Longitud (mm)	100
Ancho (mm)	80
Profundidad (mm)	32

Fuente: Phocos, Manual de Instalación, 2011.

3.2.4 INVERSOR.

Gráfico 3.26 Lámina Inversor de voltaje.



Fuente: EVL, Inversor de voltaje, 2011.

El equipo inversor de voltaje de VDC a VAC se utilizó los equipos POWERINVERTER EVL esta marca de equipos ofrece un amplio rango de inversores desde 400W a 800W. Los modelos PI400 y PI800 son una excelente opción para aplicaciones de baja potencia como focos ahorradores, focos

incandescentes, licuadoras, taladros pequeños, televisores, y DVD. Ideales para sistemas fotovoltaicos aislados.

Tienen una eficiencia de más de 90%. Su forma de onda de salida es senoidal modificada en ancho de pulso que entrega la potencia de acuerdo a la demanda de las cargas y ahorra energía cuando está en stand-by. Están equipados con sistema de desconexión automática por sobrecarga, bajo o alto voltaje y alta temperatura, además de estar protegidos contra inversión de polaridad. Garantía de 2 años.

Gráfica 3.27: Lámina características del inversor.

Especificaciones Técnicas:	
Número de Modelo	PI-400
Potencia Max. Continua (Watts)	400
Rango de Voltaje Entrada (Vdc)	11-15
Voltaje Salida (Vac)	110
Eficiencia	90%
Consumo Propio (Amp)	0.5
Características Físicas	
Longitud (mm)	187
Ancho (mm)	128
Profundidad (mm)	52
Peso (Kg)	0.97

Fuente: EVL, Manual de Instalación, 2011.

3.2.5 BATERÍA TIPO GEL.

Como concepto general este tipo de batería, se forma una delgada capa de gel mezclando el electrolito con un agente gelicida (como el Fluoruro de Silica) tienen la ventaja de estar completamente sellado y pueden operar en cualquier posición, aún de lado o boca arriba, y no tiene fuga de ácido o gas. La desventaja de estas baterías es que no pueden tolerar altos índices de carga o descarga por periodos prolongados, aunque sus placas delgadas permiten altos índices por un tiempo corto.

Gráfico 3.28 Lámina Batería tipo Gel.



Fuente: Millenium, Batería tipo Gel, 2011.

Las baterías tipo gel son muy robustas y pueden tomar más calor y carga que las baterías plomo-ácido. Para su uso en sistemas fotovoltaicos son prácticamente hechas al tamaño, más caras comparadas con las de plomo-ácido, pero más fácilmente transportables.

Existen dos tipos de batería que se usan con más frecuencia en sistemas FV: Plomo-Ácido Regulada por Válvulas (PARV) y Plomo-Ácido Húmeda (PAH). La tecnología PARV incluye baterías de electrolito gelatinoso y baterías de Esponja de Fibra de Vidrio (EFV o AGM por sus siglas en inglés). Las baterías PARV son libres de mantenimiento, no derramables, y tiene una larga vida en almacenamiento.

Una batería 'gel' es una tipo PARV que ha sido sellada usando unas válvulas de presión especiales y no deben abrirse nunca.

Las baterías Gel y EFV son menos susceptibles a congelamientos que las PAH. También son de clasificación no-riesgosa y pueden colocarse en diferentes posiciones. Las baterías PAH son mejores en aplicaciones mayores, como viviendas remotas, donde se requieren mayores corrientes.

Las baterías que se utilizaron son de marca Millennium 31-DC-115, de ciclo profundo con electrolito líquido diseñada específicamente para sistemas de almacenamiento y respaldo de energía, y libre de mantenimiento.

Gráfico 3.29: Lámina características batería tipo gel.

Especificaciones Técnicas:	
Número de Modelo	31DC 115
Tipo	GEL
Capacidad 5 Horas (A)	95
Capacidad 10 Horas (A)	115
Capacidad 20 Horas (A)	121
Tensión Nominal (V)	12
Vida Útil Ciclos - IEC 896-2	1100
Características Físicas	
Longitud (mm)	330
Ancho (mm)	170
Alto (mm)	245
Peso (Kg)	36

Fuente: Fabricante Millenium, Especificaciones Técnicas, 2011.

3.2.6 CARGAS.

3.2.6.1 FOCO DC.

Como iniciación del proyecto se considero la utilización de las lámparas de Voltaje continuo de Phocos ya que proporcionan un poder de iluminación muy alto y un bajo consumo. Este foco de 12V DC de alta calidad puede utilizarse directamente en

baterías de 12V y en sistemas solares. La lámpara tiene una duración de más de 8.000 horas.

Gráfico 3.30 foco DC.



Fuente: Phocos, Vista de foco DC, 2011.

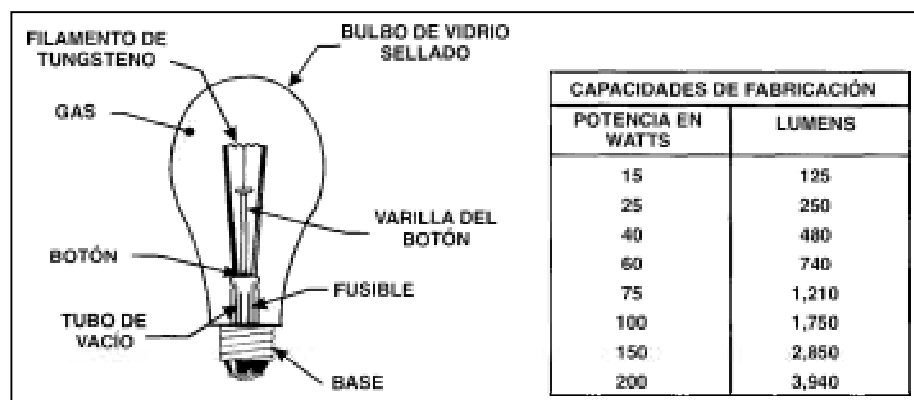
Como dato que nos proporcionan el fabricante nos dice que las lámparas disponen de una protección contra exceso de temperatura (OTP) haciendo que éstas se apaguen automáticamente antes de sobrecalentarse (especialmente cuando funcionan a condiciones extremas de temperatura ambiente) evitando que la lámpara se dañe. En consecuencia, la duración de la vida del producto aumenta considerablemente. Como proyecto piloto inicial solo se ubico focos DC en solo una casa.

3.2.6.2 FOCO INCANDESCENTE AC (Instalados en Casas de Familias #1,3-6).

Para las demás casas se instalaron como carga principal predeterminada focos incandescentes de 60 W.

Como parte de información tenemos que en estas lámparas un filamento de tungsteno con espiral simple, doble o triple, se lleva a la incandescencia por el paso de una corriente eléctrica, se evita su oxidación en un bulbo bajo vacío o pre encendido con gas químicamente inerte (por ejemplo, nitrógeno). El bulbo puede ser transparente o translucido, o bien opaco para reducción de la luminancia.

Gráfico 3.31 Lámina foco incandescente.



Fuente: HARPER Enríquez, Principio Básico de Trabajo de la Tecnología Fotovoltaica, 2010.

En el filamento se usa el tungsteno, debido a sus excelentes propiedades para esta aplicación. La baja presión del vapor y su alto punto de fusión (3655 °K) permiten operación en altas temperaturas, y en consecuencia, alta eficiencia. La vida útil media de las lámparas incandescentes es del orden de 1000 horas. El rendimiento de las lámparas incandescentes aumenta con la potencia de éstas; las de menor tensión tienen un rendimiento mayor debido a que sus filamentos gruesos se pueden sobrecargar más.

Las lámparas incandescentes producen luz porque el filamento se calienta por la corriente hasta que está tan caliente que brilla. Desafortunadamente este método de producir luz también origina mucho calor, el cual desperdicia electricidad y reduce la vida de la lámpara; sólo un 11% de la electricidad aplicada se transforma en luz, por lo que las lámparas incandescentes son las de menor eficiencia.

3.3 INSTALACIÓN DE PANELES FOTOVOLTAICOS Y EQUIPOS RELACIONADOS.

A continuación se muestran las evidencias de las instalaciones de los paneles fotovoltaicos que se realizaron en las cinco viviendas de Puerto Roma. Antes de seleccionar estas cinco viviendas, se realizó un análisis de las familias que tenían los mas bajos recursos económicos, osea los más desfavorecidos. Antes, durante y después de la instalación fueron capacitados en el manejo y el cuidado de estos equipos ya que al ser costosos representarían una considerable pérdida económica en caso de que se dañen, dejando de prestar el servicio de energía eléctrica.

3.3.1 EVIDENCIA DE INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES Y DE LOS EQUIPOS EN LA FAMILIA 1.

Gráfico 3.32: Lámina equipos entregados familia 1.

EQUIPOS Y ELEMENTOS ENTREGADOS				
ÍTEM	EQUIPO	MARCA	MODELO	SERIE
1	Panel Solar	Kyocera	KC130TM	0868hm0056
2	Batería	Millennium	Group 31	7746141560
3	Controler solar	Phocos	CML 20	
4	Power inverter	Evl	PI-400	
5	Focos incandescentes	Sylvania	60W	
6	Disyuntor	Schneider	C60N	C20
OBSERVACIONES:				
Se da información a los integrantes de la familia sobre el buen uso de la energía eléctrica, así como el mantenimiento de los equipos suministrados.				

Fuente: Los Autores, Equipos y elementos entregados a Familia #1, 2011.

En la foto 9 se observa el panel fotovoltaico sobre el techo de la vivienda con una inclinación tal que se pueda aprovechar el resplandor solar directo en horas de la mañana, cabe mencionar la amabilidad y colaboración que brindo la familia

beneficiada al momento de la colocación del panel sobre una estructura totalmente insegura como el techo de la vivienda, en la foto 10 se muestra el proceso de instalación y pruebas del sistema energético solar, donde se concluyo con una charla explicativa sobre el funcionamiento básico de cada equipo y el mantenimiento al cual lo deben someter.

Gráfico 3.33: Foto 9.



Fuente: Los autores 2011.

Gráfico 3.34: Foto 10.



Fuente: Los Autores, 2011.

Durante la instalación de los demás sistemas fotovoltaicos se vinieron presentando dudas por parte de los primeros usuarios, estas fueron resueltas y sirvieron de retroalimentación para las charlas expuestas a las familias restantes.

3.3.2 EVIDENCIA DE INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES Y DE LOS EQUIPOS EN LA FAMILIA 2.

Gráfico 3.35: Lámina equipos entregados familia 2.

Equipos y Elementos Entregados				
Ítem	Equipo	Marca	Modelo	Serie
1	Panel solar	Kyocera	KC130TM	0868HM0057
2	Batería	Millennium	GROUP 31	7746141560
3	Controler solar	Phocos	CML 20	
4	Lamp Fluorescent	Phocos	DC COMPACT	CL1211C-2.2NT
5	Disyuntor	Schneider	C60N	C20
OBSERVACIONES:				
Se da información a los integrantes de la familia sobre el buen uso de la energía eléctrica, así como el mantenimiento de los equipos suministrados.				

Fuente: Los Autores, Equipos y elementos entregados a Familia #2, 2011.

La foto 11 muestra el camino por donde se debieron trasladar los equipos para llegar a los diferentes hogares de las familias beneficiadas, la foto 12 da una perspectiva visual del tamaño de los equipos a transportar, seguido de eso se procede a la instalación del sistema eléctrico solar.

Gráfico 3.36: Foto 11.



Fuente: Los Autores, 2011.

Gráfico 3.37: Foto 12.



Fuente: Los Autores, 2011.

Después de haber probado y ajustado el sistema eléctrico se expone a los propietarios de la casa las recomendaciones de funcionamiento del sistema eléctrico implementado para su correcto uso y mantenimiento.

3.3.3 EVIDENCIA DE INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES Y DE LOS EQUIPOS EN LA FAMILIA 3 – 4.

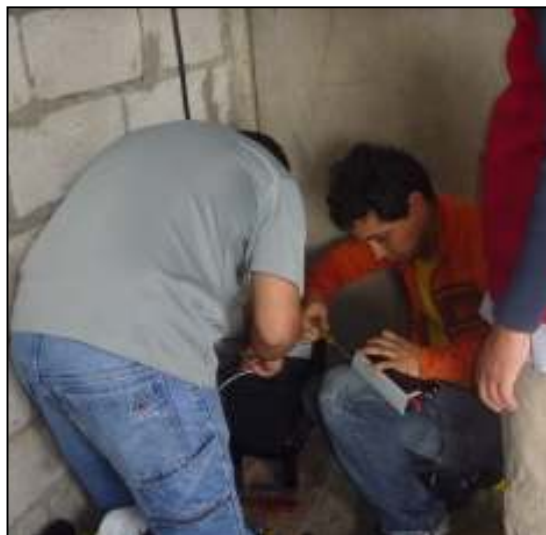
Gráfico 3.38: Lámina equipos entregados familia 3-4.

EQUIPOS Y ELEMENTOS ENTREGADOS				
ÍTEM	EQUIPO	MARCA	MODELO	SERIE
1	Panel solar	Kyocera	KC130TM	0868HM0058
2	Batería	Millennium	GROUP 31	7746141560
3	Controler solar	Phocos	CML 20	
4	Focos	Sylvania	40W	
5	Disyuntor	Schneider	C60N	C20
6	Power inverter	Evl	PI-400	
OBSERVACIONES:				
Se da información a los integrantes de la familia sobre el buen uso de la energía eléctrica, así como el mantenimiento de los equipos suministrados.				

Fuente: Los Autores, Equipos y elementos entregados a Familias #3-4, 2011.

Las fotos 13-14 muestran el proceso de instalación y ajuste de los inversores, éstos como parte integral del sistema eléctrico fotovoltaico para una alimentación de carga a 120 V.

Gráfico 3.39: foto 13.



Fuente: Los Autores, 2011.

Gráfico 3.40: foto 14.



Fuente: Los Autores, 2011.

Luego de realizadas las pruebas y ajustes del sistema eléctrico, se expone a los propietarios las recomendaciones y funcionamiento del sistema energético implementado, para así su correcto uso y mantenimiento, logrando de esta manera despejar dudas sobre los equipos instalados.

3.3.4 EVIDENCIA DE INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES Y DE LOS EQUIPOS EN LA FAMILIA 5.

Gráfico 3.41: Lámina equipos entregados familia 5.

EQUIPOS Y ELEMENTOS ENTREGADOS				
ÍTEM	EQUIPO	MARCA	MODELO	SERIE
1	Panel solar	Kyocera	KC130TM	0868HM0059
2	Batería	Millennium	GROUP 31	7746141560
3	Controler solar	Phocos	CML 20	
4	Focos	Sylvania	60W	
5	Disyuntor	Schneider	C60N	C20
6	Power inverter	Evl	PI-400	
OBSERVACIONES:				
Se da información a los integrantes de la familia sobre el buen uso de la energía eléctrica, así como el mantenimiento de los equipos suministrados.				

Fuente: Los Autores, Equipos y elementos entregados a Familias #5, 2011.

En estas fotos a continuación se muestra la instalación de los equipos para el sistema fotovoltaicos y el tendido de cables realizado en el interior de la casa sujetos con amarras plásticas.

En las fotos 15-16 se muestra el proceso de instalación del sistema eléctrico:

Gráfico 3.42: foto 15.



Fuente: Los Autores, 2011.

Gráfico 3.43: foto 16.



Fuente: Los Autores, 2011.

El panel solar se lo coloco sobre el techo de la vivienda y finalmente se deja probado el buen funcionamiento de los equipos, en conjunto con los propietarios explicando el correcto uso y mantenimiento del mismo.

3.3.5 EVIDENCIA DE INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES Y DE LOS EQUIPOS EN LA FAMILIA 6.

Gráfico 3.44: Lámina equipos entregados familia 6.

EQUIPOS Y ELEMENTOS ENTREGADOS				
ÍTEM	EQUIPO	MARCA	MODELO	SERIE
1	Panel solar	Kyocera	KC130TM	0868HM0060
2	Batería	Millennium	GROUP 31	7746141560
3	Controler solar	Phocos	CML 20	
4	Focos	Sylvania	60W	
5	Disyuntor	Schneider	C60N	C20
6	Power inverter	Evl	PI-400	
OBSERVACIONES:				
Se da información a los integrantes de la familia sobre el buen uso de la energía eléctrica, así como el mantenimiento de los equipos suministrados.				

Fuente: Los Autores, Equipos y elementos entregados a Familias #6, 2011.

En las fotos 17-18 se muestra el proceso de instalación del sistema eléctrico domestico empezando con la instalación del panel sobre el techado de la vivienda. Se destino un sector en el interior del domicilio donde se ubicaron los demás componentes.

Gráfico 3.45: Foto17.



Fuente: Los Autores, 2011.

Gráfico 3.46: Foto 18.



Fuente: Los Autores, 2011.

Para una mayor seguridad el regulador, el disyuntor, el inversor se montaron dentro de una caja metálica y la batería tipo gel es cubierta con una caja de madera para evitar cualquier contacto involuntario con los habitantes.

3.4 COSTOS.

A continuación se muestran los costos de la implementación de los paneles solares:

Gráfico 3.47: Lámina Costos del proyecto.

DESCRIPCION	COSTO
EQUIPOS UTILIZADOS	\$4375,00
PANEL SOLAR \$ 650,00 v/u	
BATERÍA 115A \$225,00 v/u	
REGULADOR \$166.73 v/u	
VIATICOS	\$ 500,00
TRANSPORTE	\$ 350,00
ALIMENTACIÓN	\$ 200,00
MATERIALES DE INSTALACIONES ELECTRICAS Cable concéntrico 2x14 Boquillas Focos incandescentes Grapas plásticas Amarras plásticas Caja de madera Soporte de metal para batería Caja metálica para equipos Silicona fría Tornillos Caja Octogonal plástica Misceláneos	\$ 600,00
ALQUILER DE ANEMÓMETRO	\$ 40,00
VARIOS	\$ 200,00
TOTAL	\$ 6.265,00

Fuente: Los Autores, Costos, 2011.

3.5 CONCLUSIONES DE CAPÍTULO.

Luego de la implementación nos informaron de muchos sucesos, aunque el aporte La familia beneficiada #2 comunica que al obtener energía eléctrica (a esta familia no llega ni la energía del generador) los niños ya pueden hacer sus tareas si es necesario y no caminar grandes trayectos para buscar un lugar iluminado. Antes utilizaban velas en las noches con un peligro latente puesto que las casas son de madera. De igual manera pueden cargar la batería de sus equipos celulares y estar comunicados.

Otras familias ya pueden estar comunicadas con equipos de audio y mejoraron la seguridad en las noches ya que en todas casas se le coloco un foco en la parte exterior.

Los Ingenieros Luis Neira (Tutor del Plan de Tesis) y César Cáceres (Delegado de Ing. Eléctrica) por dos ocasiones visitaron la comuna Puerto Roma. En la primera visita ellos dieron las respectivas recomendaciones para mejorar la instalación realizada y en la segunda visita constataron los cambios realizados y la conformidad de las familias beneficiadas.

Se dieron las respectivas recomendaciones a las familias beneficiadas respecto al uso del sistema de energía solar entregado (200 watts por vivienda aproximadamente) poniendo énfasis en que no deben sobrecargar dicho sistema por el posible daño de los equipos relacionados.

Gráfico 3.48: Foto 19.



Fuente: Los Autores, 2011.

3.6 BIBLIOGRAFÍA.

Libro de Instalaciones Eléctricas domésticas convencionales y solares fotovoltaicas
Autor Enrique Harper
LIMUSA

Manual de Energía Eólica. Colección energías renovables 2.^{da} Edición Corregida
J.M. Escudero López
MUNDI-PRENSA

CAPÍTULO IV

4. ESTUDIO DE LA ENERGÍA EÓLICA EN LA COMUNA PUERTO ROMA.

4.1 INTRODUCCIÓN.

La energía eólica es un tipo de energía renovable donde la fuente es la fuerza del viento. La forma típica de aprovechar esta energía es a través de la utilización de aerogeneradores o turbinas de viento

La energía eólica es propicia para nuevas oportunidades de negocio, pese a que un parque eólico tiene un costo de inversión relativamente alto comparado con otras centrales de generación de energía, también posee un bajo costo de operación, investigando encontramos que un aerogenerador tiene un factor de disponibilidad cercano al 98% y una vida útil mayor a los 20 años.

Otro aspecto que podemos observar que una central térmica a comparación con un parque eólico no consume derivados del petróleo por ende está libre de emisiones contaminantes conservando el estado de la atmosfera.

Económicamente un proyecto eólico en el Ecuador puede captar beneficios económicos por desarrollar e impulsa energía limpia y paralelamente minimizar los problemas provocados por los gases de efecto invernadero.

Socialmente al promover la construcción de un parque eólico genera impactos positivos para la población, ya que abriría una tasa nueva de empleo y mejorarán los servicios básicos de la comunidad localizada como es el caso de agua, comunicación etc. Y directamente impulsaría el conocimiento y crecimiento tecnológico. Para nuevas generaciones la educación ambiental sería prioridad para promover la investigación, desarrollo de proyectos futuros.

Pero pese a que la energía eólica es inagotable y limpia, ya podemos ver varios inconvenientes, principalmente con la fuente natural de esta energía, dado que el viento es disperso, intermitente y aleatorio.

Para mitigar estos inconvenientes es necesario llevar a cabo un estudio de Prefactibilidad para la instalación de aerogeneradores, adicionalmente el estudio al impacto ambiental.

Como de manera de información encontramos un resumen de Estudios de Proyectos Eólicos en Ecuador que damos a conocer a continuación:

Gráfico 4.1: Lámina Resumen Informativo de Proyectos Eólicos en Ecuador.

	San Cristóbal	Villonaco	
Localización	Isla San Cristóbal	Cerro Villonaco	
Provincia	Galápagos	Loja	
Sistema empleado	Eólico - Diesel	Parque eólico	
Costo aproximado	9,8 millones USD	24 millones USD	
Especificaciones Técnicas	Altura sobre el nivel del mar	50 msnm	2600 - 2700 msnm
	Velocidad media anual	-	10,5 - 11 m/s
	Torres de medición	1	3
	Altura de medición	50 m	50 m
	# Aerogeneradores	3	14
	Diámetro de las aspas	59 m	31- 35 m
	Potencia TOTAL	2,4 MW	15 MW
Fechas	Inicio de Fase de medición	Diciembre 2001	Diciembre 2003
	Fin de fase de instalación	Agosto 2007	2007
	Inicio de Fase de operación	Octubre 2007	2008
Empresas Involucradas	Empresa Ecuatoriana	Elecgálpagos S.A.	Enerloja S.A.
	Miembros internacionales	Grupo empresarial & Fundaciones Nacionales Unidas	ProtocolEnergy Inc. Canadá Normawind España
	Modalidad	Fideicomiso mercantil	Conformación de empresa, VillonacoWindPower S.A.
Objetivos	Institucional	Generar 70% e la energía de las Islas	Mejorarla calidad de vida de habitantes
	Ambiental	Reducir la dependencia de diesel importado	Manejar los impactos que podrían generar al medio físico

Fuente: Diego Maldonado y Daniel de Jerónimo, Tesis de la Universidad San Francisco de Quito, Ubicación de un Parque de Energía Eólica de las costa Ecuatoriana, 2008.

Gráfico 4.2: Lámina Continuación de tabla del Resumen Informativo de Proyectos Eólicos en Ecuador.

	Membrillo	Huascachaca	
Localización	Cerro Membrillo	Minas de Huascachaca	
Provincia	Loja	Azuay	
Sistema empleado	Parque eólico	Parque eólico	
Costo aproximado	380.000 USD (estudio)	No se especifica	
Especificaciones Técnicas	Altura sobre el nivel del mar	2600 msnm	1100 msnm
	Velocidad media anual	9.1 m/s	5.9– 6.7 m/s
	Torres de medición	3	3
	Altura de medición	40 m(x2) y 70 m	26 m
	# Aerogeneradores	-	20
	Diámetro de las aspas	-	71 m
	Potencia TOTAL	45 MW	30 MW
Fechas	Inicio de Fase de medición	Marzo 2003	1978
Empresas Involucradas	Empresa Ecuatoriana	Enerloja S.A.	Corporación para la Investigación Energética CIE
	Miembros internacionales	Normawind España	-
	Modalidad	En busca de financiamiento de organismos internacionales	Medición en sitio y estudio de factibilidad
Objetivos	Institucional	Contribuir al desarrollo de energías renovables	Fomentar proyectos de generación eléctrica.
	Ambiental	Preservar las áreas protegidas provinciales	-

Fuente: Diego Maldonado y Daniel de Jerónimo, Tesis de la Universidad San Francisco de Quito, Ubicación de un Parque de Energía Eólica de las costa Ecuatoriana, 2008.

4.2 ESTUDIO PRELIMINARES.

Antes de iniciar a hacer pruebas que determinen las probabilidades de ejecución de un proyecto relacionado con energía renovable eólica es necesario el estudio preliminar donde revisaremos conceptos básicos.

4.2.1 VIENTO¹.

El viento es la variante del estado del aire, es decir el aire en movimiento (movimiento tridimensional, normalmente solo se considera la velocidad y dirección de la componente horizontal).

En un análisis del viento cabe recalcar que se considera diferentes escalas según su velocidad horizontal como lo hacemos conocer en la siguiente tabla:

Gráfico 4.3: Lámina Escala Beaufort.

Escala Beaufort	Denominación	Efectos observados	m/s
0	Calma	El humo se eleva vertical	0 a 0.53
1	Brisa	El viento inclina el humo	0.53 a 2.28
2	Brisa ligera	Se nota el viento en la cara	2.28 a 3.75
3	Pequeña brisa	Extiende Banderas	3.75 a 5.93
4	Brisa Moderada	El viento levanta el polvo y papeles	5.93 a 9.37
5	Buena Brisa	El viento forma olas	9.37 a 12.5
6	Fresco	El viento agita ramas de los árboles	12.5 a 15.93
7	Frescachón	El viento estorba la marcha del peatón	15.93 a 19.37
8	Duro	El viento arranca ramas pequeñas	19.37 a 23.43
9	Muy Duro	El viento arranca chimeneas	23.43 a 27.5
10	Tempestad	Grandes estragos	27.5 a 32.18
11	Tempestad Dura	Devastaciones extensas	32.18 a 36.87
12	Huracán	Huracán catastrófico	>36.87

Fuente: Escudero López, Manual de Energía Eólica 2ª Edición, 2008.

En Puerto Roma según la escala se ubico en la denominación de Brisa Ligera.

Para el análisis del viento en la Zona de Puerto Roma nos vemos conveniente considerar el clima existente definido como el conjunto de condiciones atmosféricas que se caracteriza esa región.

Los principales elementos del clima son: la radiación solar, que incide de forma fundamental en la temperatura; la precipitación, de la que registra su cantidad, naturaleza, persistencia e intensidad; los vientos cuyas características se ven notablemente influenciadas por las oscilaciones térmicas.

Son factores determinantes del clima; la latitud, que condiciona el efecto de la radiación; la altitud que induce en la presión y la temperatura; y la distribución entre tierras y mares que también ejerce acción en los factores.

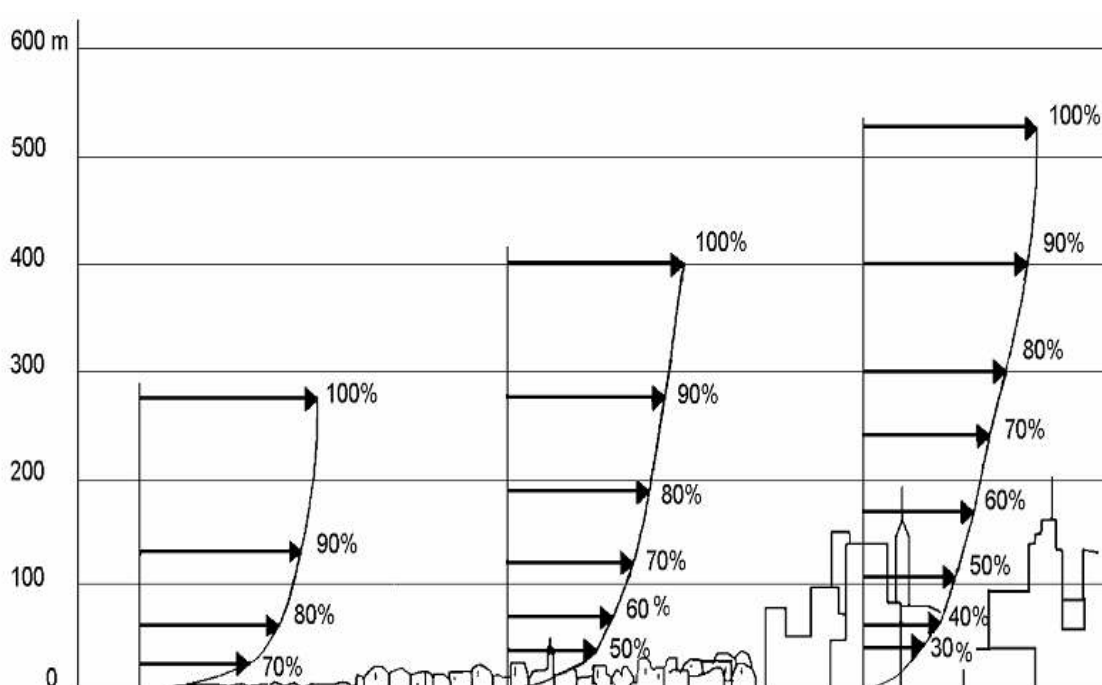
En esta región de Puerto Roma al pertenecer a la costa posee un clima tropical o ecuatorial, cuya temperatura media anual varía entre 22 y 26 °C. Se caracteriza por las constantes precipitaciones en forma desigual en los distintos lugares y durante todo el año; los principales meses de lluvia se sitúan entre diciembre y mediados de mayo, período considerado como de invierno. Esta desigualdad en la precipitación pluvial obedece al efecto de las corrientes marinas de Humboldt y El Niño.

Principalmente se consideran dos grandes zonas climáticas de la Costa ecuatoriana: cálida-fresca-seca y cálida-ardiente-húmeda. La primera se extiende desde el puerto de Manta hasta la Isla Puná y desde el perfil costanero hasta la cordillera Costanera. Sus tierras son secas y áridas. Su temperatura ambiental oscila entre 23 y 26 °C, con continuas corrientes de aire procedentes del mar. La segunda comprende los territorios de la costa interna hasta los declives de la cordillera Occidental; por estar alejada del mar, su clima es extremadamente caluroso. Tiene una temperatura de 26 °C, con constantes lluvias.

4.3 VARIACIÓN DEL VIENTO CON LA ALTURA SOBRE EL TERRENO.

El perfil del viento (v.g.- la velocidad de viento como una función de la altura sobre el terreno) puede ser expresado en una relación matemática sencilla. La forma de este perfil dependerá principalmente de la rugosidad del terreno. Gráfico20 ilustra el comportamiento de perfil de velocidades del viento en función de las características topográficas del terreno.

Gráfico 4.4: Lámina perfiles de velocidad del viento.



Fuente: Atlas del país Vasco, Perfiles de velocidad de viento, 1993.

¹ ECUADOR WORLD, Climas del Ecuador, <http://www.ecuaword.com.ec>, 2011.

Lo que se puede concluir es que para terrenos planos y abiertos que están libres de obstáculos de gran tamaño y con vegetación de pequeño tamaño relativo se les atribuye algunos conceptos generales muy útiles, por ejemplo se dice que la superficie terrestre ejerce una fuerza de rozamiento que se opone al movimiento del aire y cuyo efecto es retardar el flujo, por ende disminuir la velocidad del viento. Este efecto retardatorio de la velocidad de viento decrece en la medida que se incrementa la altura sobre la superficie del terreno y de obstáculos en su recorrido. Entonces, a mayor altura sobre la superficie, mayor velocidad de viento se podrá experimentar.

Cuando se realizaron las mediciones según la escala Beaufort el promedio Puerto Roma se encuentra con la brisa suave es decir un viento suave periódico típico en aquellos lugares que se producen alternancias periódicas del gradiente térmico.

Las brisas del mar y tierra se producen en las zonas costeras. Debido al mayor calentamiento de la tierra durante el día, el viento sopla del mar a la costa en las cotas bajas. Por la noche, el mar mantiene una temperatura más elevada que la tierra, por lo que un viento suave del continente hacia el mar².

4.4 INSTRUMENTOS DE ESTUDIO - DATOS TÉCNICOS.

Los anemómetros (de la voz griega anemos = viento) sirven para medir la velocidad del viento. Por norma se mide la velocidad del viento a una altura de 10 m, ya que la velocidad a ras del suelo varía localmente de manera considerable.

La medición se efectúa según la construcción de los anemómetros, por ejemplo medición térmica (Termo-Anemómetros), medición por el enfriamiento de un hilo caliente, medición mecánica (anemómetros de rueda alada) o por presión (anemómetros de tubo de Pitot). La última tecnología utiliza el ultrasonido.

Esta clase de anemómetros son por el momento demasiado caros con relación al resultado de medición. En muchos anemómetros es posible indicar directamente en pantalla el flujo volumétrico al insertar, por ejemplo el área de la sección transversal.

De esa manera se evitan los complicados cálculos de conversión, ya que la formulas integradas de estos anemómetros contienen ponderaciones para el área de los márgenes de la velocidad de corriente, o para el flujo laminar en el centro de un conducto.

Se debe tomar en cuenta que al utilizar los anemómetros que la sonda del medidor (la rueda alada, la sonda térmica o el tubo de Pitot) esté centrada en la corriente y sobre todo que esté sostenido en la dirección de la corriente. O recorra el área de la sección transversal (anemómetros con determinación de promedio) elípticamente para conseguir un resultado óptimo. En muchos anemómetros hay flechas direccionales.

² LÓPEZ Escudero. *Manual de aplicación de la energía eólica*, 2ª Edición, Mundi Prensa, Madrid – España 2008 pág. 75.

Las ruedas aladas tienen por defecto una dirección. Al utilizar los anemómetros que trabajan con el principio térmico, que el aire donde desee efectuar la medición no contenga partículas de polvo, ya que al impactar las partículas con el sensor fino, este se estropea fácilmente.

Ya que el sensor es la parte más importante y a su vez la más cara, quedarían inservibles los equipos. Estos anemómetros son muy exactos, muy robustos y tienen un rango de medición muy amplio.

Gráfico 4.5: Lámina medidores anemómetros.



Fuente: Manual de Medidores Anemómetros, <http://www.pce-instruments.com/espanol/medidores/anemometros-15.html>, 2011.

4.5 AEROGENERADOR.

Un aerogenerador es un generador eléctrico movido por una turbina accionada por el viento. Los precedentes directos son los molinos de viento que se emplean para la molienda y obtención de harina u otros derivados. En este caso, la energía eólica, en realidad la energía cinética del aire en movimiento, proporciona energía mecánica a un rotor hélice que, a través de un sistema de transmisión mecánico, hace girar el rotor de un generador, normalmente un alternador trifásico, que convierte la energía mecánica rotacional en energía eléctrica.

Existen muchos tipos de aerogeneradores, depende mucho de su potencia, la disposición de su eje de rotación, el tipo de generador, etc.

Los aerogeneradores pueden trabajar de manera aislada o agrupados en parques eólicos o plantas de generación eólica, distanciados unos de otros, en función del impacto ambiental y de las turbulencias generadas por el movimiento de las palas.

Para aportar energía a la red eléctrica, los aerogeneradores deben estar dotados de un sistema de sincronización para que la frecuencia de la corriente generada se mantenga perfectamente sincronizada con la frecuencia de la red.

Ya en la primera mitad del siglo XX, la generación de energía eléctrica con rotores eólicos fue bastante popular en casas aisladas situadas en zonas rurales.

En Europa se distingue claramente un modelo centro-europeo, donde los aerogeneradores llegan a ubicarse en pequeñas agrupaciones en las cercanías de las ciudades alemanas, danesas, neerlandesas, y un modelo español, donde los aerogeneradores forman agrupaciones (a veces de gran tamaño) en las zonas montañosas donde el viento es frecuente, normalmente alejadas de los núcleos de población.

La energía eólica se está volviendo más popular en la actualidad, al haber demostrado la viabilidad industrial, y nació como búsqueda de una diversificación en el abanico de generación eléctrica ante un crecimiento de la demanda y una situación geopolítica cada vez más complicada en el ámbito de los combustibles tradicionales.

Gráfico 4.6: Lámina Aerogenerador.



Fuente: Parque eólico offshore de Thorntonbank en la costa belga, Mar del Norte, <http://es.wikipedia.org/wiki/Aerogenerador>, 2011.

4.6 PARTES DE UN AEROGENERADOR.

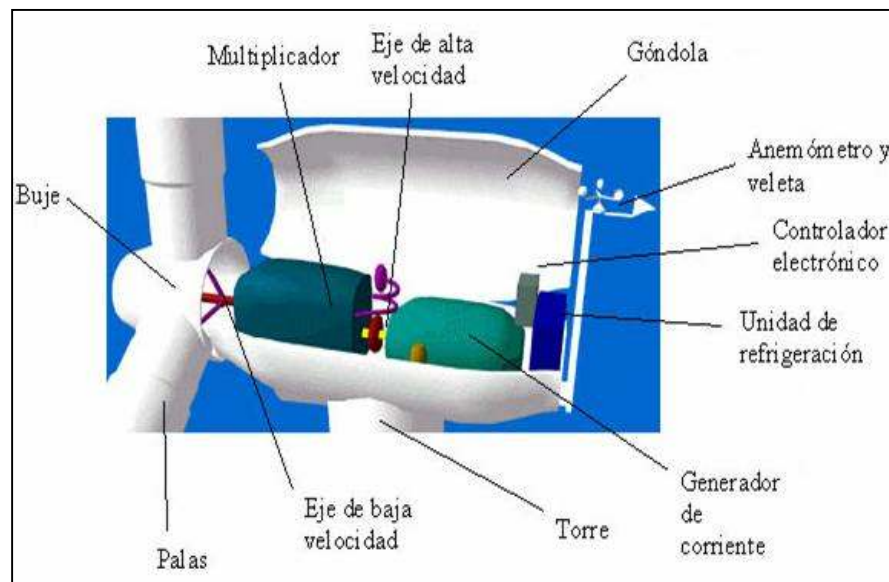
El funcionamiento de un aerogenerador es muy sencillo. El viento mueve las palas del aerogenerador y a través de un sistema mecánico de engranajes hacen girar el rotor. La energía mecánica rotacional del rotor es transformada en energía eléctrica por el generador.

Las partes principales de un aerogenerador son:

- La góndola- carcasa que protege las partes fundamentales del aerogenerador
- Las palas del rotor que transmiten la potencia del viento hacía el buje.

- El buje que es la parte que une las palas del rotor con el eje de baja velocidad.
- Eje de baja velocidad que conecta el buje del rotor al multiplicador. Su velocidad de giro es muy lenta.
- El multiplicador, permite que el eje de alta velocidad gire mucho más rápido que el eje de baja velocidad.
- Eje de alta velocidad, gira a gran velocidad y permite el funcionamiento del generador eléctrico.
- El generador eléctrico que es una de las partes más importantes de un aerogenerador. Transforma la energía mecánica en energía eléctrica
- El controlador electrónico, es un ordenador que monitoriza las condiciones del viento y controla el mecanismo de orientación.
- La unidad de refrigeración, mecanismo que sirve para enfriar el generador eléctrico.
- La torre que es la parte del aerogenerador que soporta la góndola y el rotor.
- El mecanismo de orientación, está activado por el controlador electrónico, la orientación del aerogenerador cambia según las condiciones del viento.

Gráfico 4.7: Lámina partes de un aerogenerador.



Fuente: <http://www.renovables-energia.com/2009/07/partes-de-un-aerogenerador/>, 2009.

4.7 MÉTODOS UTILIZADOS PARA MEDIR LA VELOCIDAD DEL VIENTO.

Las estimaciones del recurso eólico se basan en algunas estrategias útiles como son: Colección de información de manera empírica, anemómetros totalizadores, por factores de correlación, instalación de pequeños equipos eólicos o por adquisición de datos meteorológicos en tiempo real.

Para nuestro estudio se escogió el método del uso del Anemómetro.

4.7.1 INFORMACIÓN DEL ANEMÓMETRO.

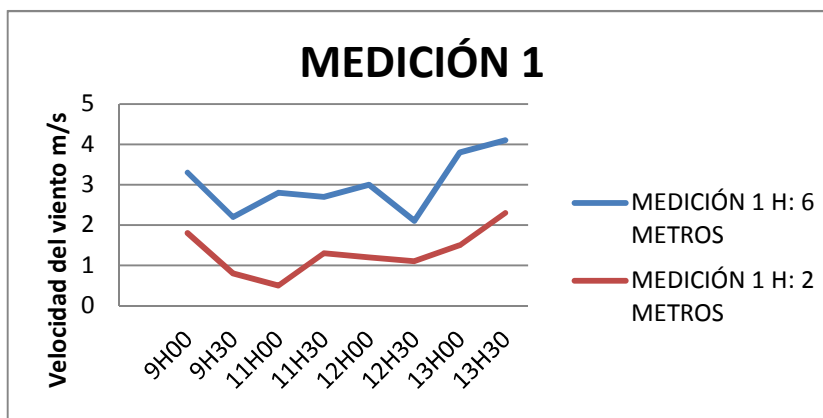
El equipo que se utilizó para las mediciones es el Anemómetro SP Scientific 850070 AD78733. Se realizaron las mediciones durante una semana y se obtuvieron los siguientes resultados:

Gráfico 4.8: Lámina medición de la velocidad del viento 1.

MEDICIÓN 1		
Fecha: 15 de octubre 2011		
Hora	H: 6 METROS	H: 2 METROS
	m/s	m/s
9H00	3,3	1,8
9H30	2,2	0,8
11H00	2,8	0,5
11H30	2,7	1,3
12H00	3	1,2
12H30	2,1	1,1
13H00	3,8	1,5
13H30	4,1	2,3

Fuente: Los Autores, Medición 1, 2011.

Gráfico 4.9: Lámina Gráfico perfiles de velocidad del viento.



Fuente: Los Autores, Medición 1, 2011.

Gráfico 4.10: Foto Promedio de Medición 1: 3m/s.



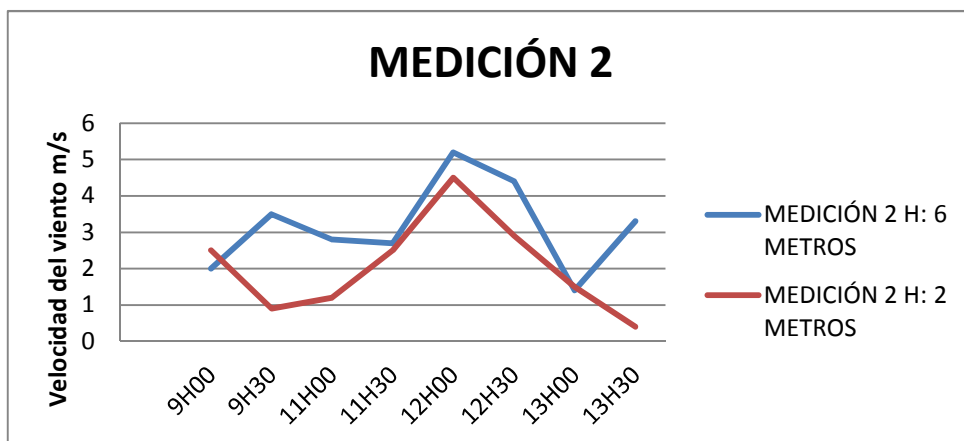
Fuente: Los Autores, Medición 1, 2011.

Gráfico 4.11: Lámina medición de la velocidad del viento 2.

MEDICIÓN 2		
Fecha: 16 de octubre 2011		
Hora	H: 6 METROS	H: 2 METROS
	m/s	m/s
9H00	2	2,5
9H30	3,5	0,9
11H00	2,8	1,2
11H30	2,7	2,5
12H00	5,2	4,5
12H30	4,4	2,9
13H00	1,4	1,5
13H30	3,3	0,4

Fuente: Los Autores, Medición 2, 2011.

Gráfico 4.12: Lámina gráfico medición de la velocidad del viento 2.



Fuente: Los Autores, Medición 2, 2011.

Gráfico 4.13: Foto Promedio de Medición 2: 3.162 m/s.



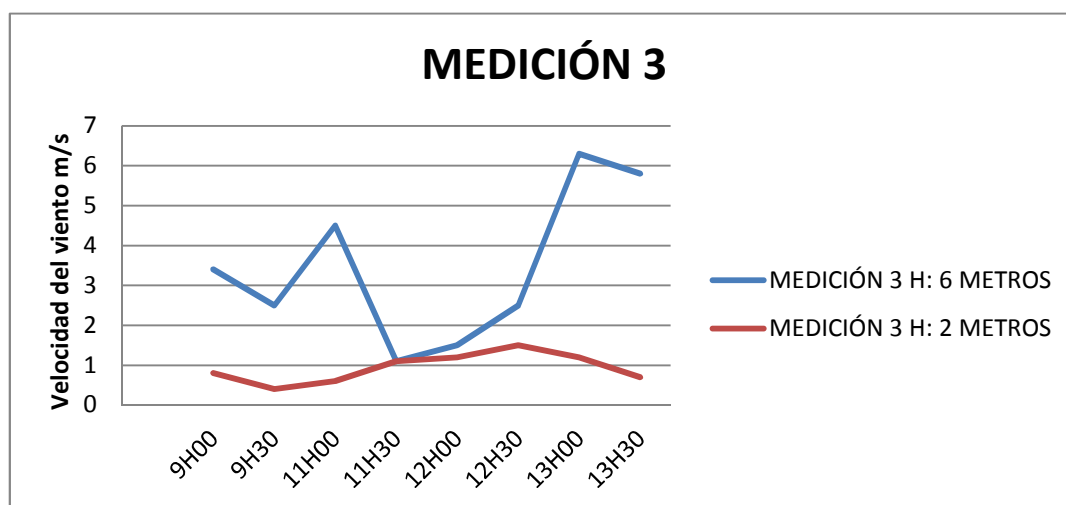
Fuente: Los Autores, Medición 2, 2011.

Gráfico 4.14: Lámina medición de la velocidad del viento 3.

MEDICIÓN 3		
Fecha: 22 de octubre 2011		
Hora	H: 6 METROS	H: 2 METROS
	m/s	m/s
9H00	3,4	0,8
9H30	2,5	0,4
11H00	4,5	0,6
11H30	1,1	1,1
12H00	1,5	1,2
12H30	2,5	1,5
13H00	6,3	1,2
13H30	5,8	0,7

Fuente: Los Autores, Medición 3, 2011.

Gráfico 4.15: Lámina Gráfico medición de la velocidad del viento 3.



Fuente: Los Autores, Medición 3, 2011.

Gráfico 4.16: Foto Promedio de Medición 3: 3.45 m/s.



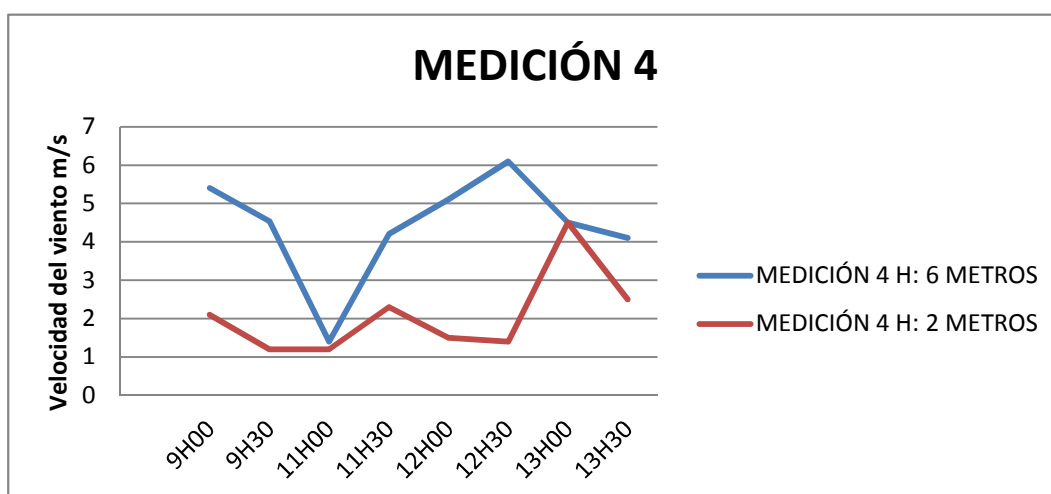
Fuente: Los Autores, Medición3, 2011.

Gráfico 4.17: Lámina medición de la velocidad del viento 4.

MEDICIÓN 4		
Fecha: 23 de octubre 2011		
Hora	H: 6 METROS	H: 2 METROS
	m/s	m/s
9H00	5,4	2,1
9H30	4,54	1,2
11H00	1,4	1,2
11H30	4,2	2,3
12H00	5,1	1,5
12H30	6,1	1,4
13H00	4,5	4,5
13H30	4,1	2,5

Fuente: Los Autores, Medición 4, 2011.

Gráfico 4.18: Lámina Gráfico medición de la velocidad del viento 4.



Fuente: Los Autores, Medición 4, 2011.

Gráfico 4.19: Foto Promedio de Medición 4: 4.50 m/s.



Fuente: Los Autores, Medición 4, 2011.

Como dato anexo sobre las mediciones podemos decir que actualmente los aerogeneradores son la evolución natural de los molinos de viento y hoy en día son aparatos de alta tecnología. La mayoría de turbinas genera electricidad desde que el viento logra una velocidad de entre 3 y 4 m/s, genera una potencia máxima de 15 m/s y se desconecta para prevenir daños cuando hay tormentas con vientos que soplan a velocidades medias superiores a 25 metros por segundo durante un intervalo temporal de 10 minutos.

4.8 IMPORTANCIA DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.

Revisando materiales sobre la implementación de equipos de energía Eólica, se encontró que un estudio de impacto ambiental es importante en un aprovechamiento eólico que al llegar a realizarse, este producen el ambiente alteraciones en la naturaleza.

Dentro de los impactos ambientales hay que tener en cuenta lo siguiente:

El signo: si es positivo y sirve para mejorar el medio ambiente o si es negativo y degrada la zona;

La intensidad: según la destrucción del ambiente sea total, media o baja;

La extensión: según afecte a un lugar muy concreto o una zona parcial, o a un total;

El momento en que se manifiesta: así se puede distinguir el impacto latente que se manifieste en el transcurso de un tiempo, como el caso de la contaminación del suelo, el ruido entre otros;

La persistencia: si el impacto dura menos de un año se dice que es fugaz, pero también podría ser permanente;

La recuperación: según sea el impacto puede ser irrecuperable, reversible, etc.

Dentro del estudio la Evaluación de Impacto Ambiental se deben seguir los siguientes pasos:

1. El documento con datos técnicos identificando los impactos, la posibilidad de corregirlos, los efectos que producirían, etc.

2. Se debe realizar una Declaración de Impacto Ambiental por medio de los organismos o autoridades medioambientales respectivas con sus objeciones o comentarios que el público en general hayan hecho.

Después con este material se decide la conveniencia o no de hacer la actividad y determina las condiciones y medidas que se deben tomar para proteger adecuadamente el ambiente y los recursos naturales.

En Ecuador unas de las entidades indicadas son el Consejo Nacional de Electricidad CONELEC, revisando reseñas históricas encontramos que el Doctor Gustavo Noboa Bejarano, Presidente Constitucional de la República del Ecuador, mediante Decreto Ejecutivo No. 1761 del 14 de agosto de 2001, expidió el Reglamento Ambiental para Actividades Eléctricas, el cual fue publicado en el Registro Oficial No. 396 el 23 de Agosto de 2001. Justamente en el Capítulo II, Atribuciones Administrativas Ambientales en el Sector Eléctrico, Sección I, Del CONELEC, Artículo 7. CONELEC, a continuación de los literales a) a m), que establecen las competencias ambientales del CONELEC, se dispone que: El CONELEC cumplirá estas obligaciones a través de la Dirección o Unidad Administrativa que estructurará para el efecto. Las funciones que debería cumplir la Unidad Ambiental dentro del marco legal y reglamentario aplicable. El orgánico funcional y correspondiente documentación complementaria que estructura la Unidad Ambiental, la jerarquiza y la inserta en el contexto organizacional del CONELEC, a fin de optimizar el cumplimiento de la legislación ambiental vigente³.

En Puerto Roma la principal actividad es la recolección de cangrejos, también encontramos piscinas de camarones, y la pesca. Es notable que las actividades de cultivo no se ha explotado en este parte del golfo, donde el manglar se mantiene intacto. Recordemos que los manglares, especies vegetales dominantes en el ecosistema que lleva su nombre, conforman masas forestales muy densas, con alturas diversas que llegan en algunas especies hasta 30 metros de altura. Estas especies se sitúan sobre terrenos anegados, fangosos y arcillosos, en zonas intermareales y se ubican ordenadamente de acuerdo con su resistencia a la sal.

4.9 MARCO LEGAL AMBIENTAL.

Para la implementación de energía eólica en el Ecuador, el marco legal se da con el propósito de promover el aprovechamiento de las energías renovables para la generación eléctrica en el país, el CONELEC ha fijado tarifas específicas a pagarse a los generadores independientes de energía eléctrica que utilicen esas tecnologías.

Estas tarifas son válidas para el territorio continental del Ecuador; en cuanto a la generación eléctrica con base en energías renovables en las Galápagos, las tarifas son mayores en un 30% para la energía eólica y en un 10 % para otras tecnologías.

³ Fuente: CONELEC, Reglamentos, <http://www.conelec.gob.ec/>, 2011.

Como medida complementaria para reforzar sus compromisos de política con respecto al desarrollo y la protección ambiental de las islas, el Gobierno, a través de un convenio firmado por cinco ministros que son: Relaciones Exteriores, Economía y Finanzas, Energía y Minas, Ambiente y Vivienda, se ha comprometido a no instalar nueva capacidad de generación eléctrica con base en combustibles fósiles en las islas. Eso implica que cualquier capacidad adicional para satisfacer la demanda de energía eléctrica será generada con base en sistemas de energías renovables. El Gobierno Nacional a través de sus diferentes carteras de Estado ha demostrado su interés en financiar los diferentes proyectos de energías renovables.

Finalmente, en Abril del 2007 como una medida para fortalecer el trabajo desempeñado por el proyecto ERGAL – Energías Renovables para Galápagos, el Ministro de Energía y Minas lanzó el programa Cero Combustibles Fósiles con una serie de medidas a largo plazo para erradicar el uso de combustibles fósiles en las islas y de esta forma contribuir a la preservación del frágil ecosistema de las Islas.

Gráfico 4.20: Lámina Regulación consumo eléctrico.

CENTRALES	PRECIO(cUSD/KWh) Territorio Continental	PRECIO (cUSD/kWh) Territorio Insular de Galápagos
Eólicas	9.39	12.21
Fotovoltaicas	52.04	57.24
Biomasa y biogas	9.67	10.64
Geotérmicas	9.28	10.21
Pequeñas centrales hidroeléctricas < 5 MW	5.80	6.38
Pequeñas centrales hidroeléctricas mayores a 5 MW hasta 10 MW	5.00	5.50

Fuente: CONELEC, Regulación 09/06, 201.

4.10 VENTAJAS DE LA ENERGÍA EÓLICA EN EL PUERTO ROMA.

- Es un tipo de energía renovable ya que tiene su origen en procesos atmosféricos debidos a la energía que llega a la Tierra procedente del Sol.
- Es una energía limpia ya que no produce emisiones atmosféricas ni residuos contaminantes.
- No requiere una combustión que produzca dióxido de carbono (CO₂), por lo que no contribuye al incremento del efecto invernadero ni al cambio climático.
- Puede instalarse en espacios no aptos para otros fines, por ejemplo en zonas desérticas, próximas a la costa, en laderas áridas y muy empinadas para ser cultivables.

- Puede convivir con otros usos del suelo, por ejemplo prados para uso ganadero o cultivos bajos como trigo, maíz, mango, remolacha, etc.
- Crea un elevado número de puestos de trabajo en las plantas de ensamblaje y las zonas de instalación.
- Aportaría al sector económico del lugar.

4.11 INCONVENIENTES DE LA ENERGÍA EÓLICA EN EL PUERTO ROMA.

- Unos de los inconvenientes es encontrar recursos económicos para realizar en detalle todos los estudios necesarios.
- La potencia depende de los aerogeneradores a utilizarse pero para tener un mayor potencia es necesario un parque eólico ya que no es factible poner un solo aerogenerador para un par de casas.
- El impacto de medio ambiente seria mayor en la construcción de un parque eólico, ya que en estas zonas costeras existen una gran diversidad de aves.
- De igual manera es necesario suplir las bajadas de tensión eólicas "instantáneamente" (aumentando la producción de las centrales térmicas), pues si no se hace así se producirían, y de hecho se producen apagones generalizados por bajada de tensión. Este problema podría solucionarse mediante dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica. Pero la energía eléctrica producida no es almacenable: es instantáneamente consumida o perdida.

4.12 CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO.

Los datos obtenidos los mostramos en la tabla de resumen de a continuación:

Gráfico 4.21: Lámina Resumen de mediciones velocidad del viento.

	Puerto Roma
Localización	Golfo Guayaquil
Provincia	Guayas
Sistema de energía analizado	Eólico
Altura sobre el nivel del mar	0 msnm
Altura de medición	3 m
Inicio de Fase de operación	Noviembre 2011
Medición Promedio	3 m/s
Ambiental	Reducir la dependencia de diesel importado

Fuente Los autores, 2011.

De acuerdo a los valores obtenidos experimentalmente con el anemómetro y según la Escala Beaufort para la fuerza del viento, con indicación de las velocidades equivalentes en metros por segundo, Puerto Roma se encuentra entre 2.4 m/s (Brisa muy débil; se siente el viento en la cara, las hojas de los árboles se mueven; las veletas giran lentamente) y 4.4 m/s (Brisa débil; las hojas y las ramas pequeñas se mueven constantemente; el viento despliega las banderas).

Este valor nos indica que la velocidad del viento no es factible para la ubicación de aerogeneradores.

Por esta razón en el Puerto Roma no se puede tener como opción a futuro la energía alternativa Eólica.