



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO COMO ENERGÍA ALTERNATIVA, QUE PERMITIRÁ SATISFACER LA NECESIDAD DE ENERGÍA ELÉCTRICA ESTABLE EN EL SECTOR EL TABLAZO DEL CANTÓN SANTA ELENA, PROVINCIA DE SANTA ELENA.

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Previa a la obtención del Título de:

**INGENIERO INDUSTRIAL**

AUTOR:

ÁLVARO FREDDY REYES VERA

TUTOR:

ING. MARCO VINICIO BERMEO GARCÍA MSc.

La Libertad – Ecuador

Año 2015

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo se lo dedico a Dios quién supo guiarme por el buen camino, dándome fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

A mi familia quienes por ellos soy lo que soy. Para mis padres por su apoyo, consejos, comprensión, amor ayuda en los momentos difíciles, y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos.

Gracias también a mis queridos compañeros, que me apoyaron y me permitieron entrar en su vida durante la carrera.

*ALVARO*

## **AGRADECIMIENTO**

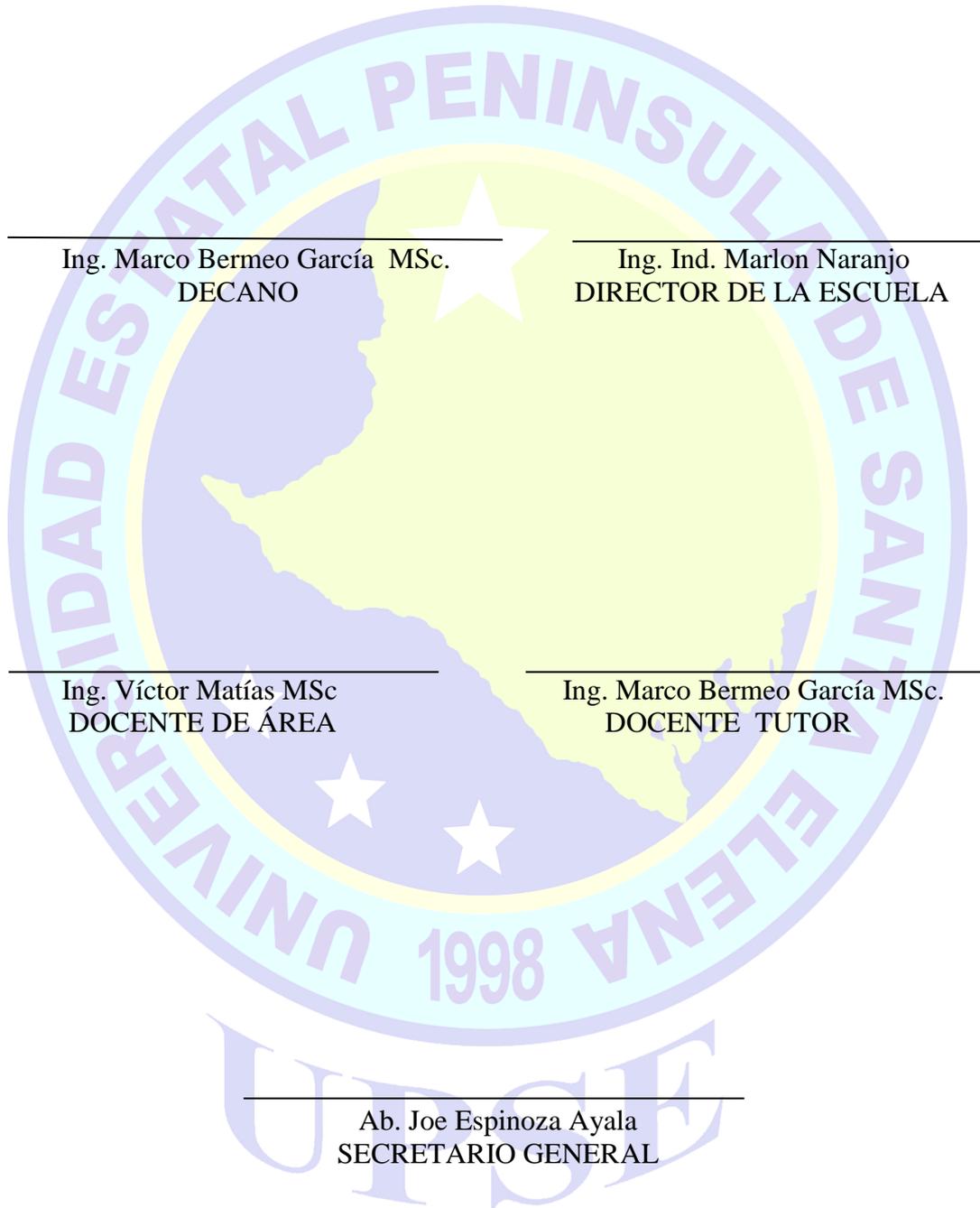
Mis agradecimientos a las personas e instituciones que de una manera desinteresada me brindaron su apoyo para dar por culminado este trabajo.

A los docentes, autoridades y demás personas que me ayudaron desde el principio, apoyándome e instruyéndome día a día de conocimientos para así poder concluir la carrera de Ingeniería Industrial en la prestigiosa Universidad Estatal Península de Santa Elena.

De manera especial al Ingeniero Marco Bermeo, tutor de mi tesis, ya que sin su ayuda profesional y su guía no hubiera podido culminar este trabajo de investigación.

*ALVARO*

## TRIBUNAL DE GRADO



## ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

<b>CONTENIDOS</b>		<b>Pág.-</b>
PORTADA		I
DEDICATORIA		II
AGRADECIMIENTO		III
TRIBUNAL DE GRADO		IV
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS		V
ÍNDICE DE TABLAS		VIII
ÍNDICE DE GRÁFICOS		IX
ÍNDICE DE FIGURAS		X
ÍNDICE DE IMÁGENES		XI
INTRODUCCIÓN		1
<b>CAPÍTULO I</b>		
<b>GENERALIDADES</b>		
1.1	Antecedentes	4
1.2	Objetivo General	6
1.3	Objetivos Específicos	7
1.4	Diseño y característica del sistema fotovoltaico	7
1.4.1	Ventajas y Desventajas de un Sistema Fotovoltaico	13
1.5.	Características de los paneles fotovoltaicos	194
1.5.1.	Células Fotovoltaicas	14
1.5.2.	Fundamento Físico de los Paneles	15
1.5.2.1.	Efecto Fotovoltaico	15
1.5.2.2.	Materiales Empleados en la Fabricación de los Paneles Solares	16
1.5.2.3.	Descripción del Efecto Fotovoltaico en los Paneles Solares	18
1.5.2.4.	Parámetros Fundamentales de la Célula Solar	20
1.5.3.	Clasificación de las Células Fotovoltaicas	23
1.5.3.1.	Paneles de silicio Mono – Cristalino	24
1.5.3.2.	Células de silicio Poli – Cristalino	24
1.5.3.3.	Silicio Omorfo	25
1.5.3.4.	Célula Tándem	27
1.5.3.5.	Arseniuro de Galio	27
1.5.4.	Módulos Fotovoltaicos	29
1.5.5.	Clasificación de las Instalaciones Fotovoltaicas	29
1.5.5.1.	Clasificación por Tamaño	29
1.5.5.2.	Clasificación por Tipo de Estructura	30
1.5.6	Sistemas Fotovoltaicos	31

1.5.6.1.	Sistemas fotovoltaicos conectados a la red	33
<b>CAPÍTULO II</b>		
<b>ESTUDIO DE MERCADO</b>		
2.1	Análisis demanda	34
2.1.1.	Aplicación de Encuestas para la Cuantificación de los Domicilios y Población del Cerro el Tablazo y su Consumo de Energía	
2.1.2.	Población	
2.1.3.	Tamaño de la Muestra	35
2.1.4.	Resultados y análisis de la encuesta realizada a los habitantes del Sector el Tablazo	37
2.1.5.	Conclusiones	
2.2.	Análisis FODA	
2.3.	Análisis Oferta	
2.4.	El mercado del proyecto	
2.5.	Análisis de precios	
2.6.	Estrategias de comercialización	
2.6.1.	Marketing Mix	
2.7.	Aspectos organizacionales y legales	
<b>CAPÍTULO III</b>		
<b>ESTUDIO TÉCNICO</b>		
3.1	Localización del proyecto	58
3.1.1	Macro localización	58
3.1.2	Micro localización	58
3.2	Capacidad de generación del sistema fotovoltaico	59
3.3	Producción del sistema fotovoltaico	61
3.4	Diseños y planos de la instalación de la planta fotovoltaica	64
3.4.1	Ubicación de los Elementos de un Sistema Fotovoltaico	69
3.4.2	Interconexión del Sistema Fotovoltaico	72
3.5	Calidad del suministro de energía del sistema fotovoltaico	82
3.6	Identificación y evaluación de impactos ambientales y medidas ambientales	85
3.7	Aspectos organizacionales y legales	87
<b>CAPÍTULO IV</b>		
<b>ESTUDIO ECONÓMICO Y FINANCIERO</b>		
4.1	Inversiones Total	88
4.1.1	Inversión Fija del Sistema Fotovoltaico	88

4.1.2	Capital Operativo	90
4.1.3	Gastos Financieros	92
4.1.4	Costos Operativos	93
4.2	Ingresos Suministro de Energía Solar	94
4.3	Fuentes de financiamiento	94
4.3.1	Privada, Pública y Mixta: Municipio, Ministerio de Energía Renovable	94
4.3.2	Calendario de Inversiones	94
<b>CAPÍTULO V</b>		
<b>ASPECTOS ECONÓMICOS DE LA PROPUESTA</b>		
5.1	Punto de equilibrio	95
5.2	Estado de Resultado, Rentabilidades para administrar y mantener el sistema	97
5.3	Flujo de Caja	98
5.4	Evaluación VAN, TIR, Período de recuperación de la Inversión del Sistema Fotovoltaicos del Proyecto	99
5.5	Evaluación del Impacto Social del Proyecto	99
<b>CAPÍTULO VI</b>		
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>		
6.1.	Conclusiones	102
6.2.	Recomendaciones	
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>		103
<b>ANEXOS</b>		105

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1	Ventajas y desventajas de un sistema fotovoltaico	13
Tabla N° 2	Ventajas y desventajas de celdas de silicio mono-cristalino.	24
Tabla N° 3	Ventajas y desventajas de celdas de silicio poli-cristalino	25
Tabla N° 4	Ventajas y desventajas de celdas de silicio amorfo.	26
Tabla N° 5	Diferencia entre paneles según tecnología de fabricación.	26
Tabla N° 6	Ventajas y desventajas de celdas de silicio tándem.	27
Tabla N° 7	¿Cuál es su consumo mensual de energía eléctrica?	37
Tabla N° 8	¿Cuánto es el valor que paga mensualmente a CNEL, por el consumo de energía eléctrica?	38
Tabla N° 9	¿Cuántas horas al día utiliza energía eléctrica?	39
Tabla N° 10	¿Conoce que es la energía fotovoltaica?	40
Tabla N° 11	¿Está de acuerdo con la utilización de paneles solares?	41
Tabla N° 12	De acuerdo en que se le provea de energía con paneles solares	42
Tabla N° 13	Valor máximo a pagar	43
Tabla N° 14	Cuanta horas mínimo desearía tener energía eléctrica	44
Tabla N° 15	Implementación de paneles lograría satisfacer la demanda	45
Tabla N° 16	Análisis FODA	46
Tabla N° 17	Valor ahorro – sistemas fotovoltaicos	51
Tabla N° 18	Cálculo de la demanda de energía	60
Tabla N° 19	Cálculo de producción de energía del sistema fotovoltaico	61
Tabla N° 20	Inversión fija	88
Tabla N° 21	Trabajos a realizar	89
Tabla N° 22	Activos	89
Tabla N° 23	Capital operativo	90
Tabla N° 24	Materiales directos	90
Tabla N° 25	Mano de obra directa	91
Tabla N° 26	Gastos financieros	92
Tabla N° 27	Costos operativos	93
Tabla N° 28	Ingresos suministros de energía solar	93
Tabla N° 29	Calendario de inversiones	94
Tabla N° 30	Punto de equilibrio	95
Tabla N° 31	Representación gráfica de punto de equilibrio	96
Tabla N° 32	Estado de resultados	97
Tabla N° 33	Flujo de caja	98
Tabla N° 34	Evaluación VAN, TIR	99
Tabla N° 35	Evaluación del impacto social del proyecto	99

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>CONTENIDOS</b>	<b>PAG.</b>
Gráfico N° 1 ¿Cuál es su consumo mensual de energía eléctrica?	37
Gráfico N° 2 ¿Cuánto es el valor que paga mensualmente a CNEL, por el consumo de energía eléctrica?	38
Gráfico N° 3 ¿Cuántas horas al día utiliza energía eléctrica?	39
Gráfico N° 4 ¿Conoce que es la energía fotovoltaica?	40
Gráfico N° 5 ¿Está de acuerdo con la utilización de paneles solares?	41
Gráfico N° 6 De acuerdo en que se le provea de energía con paneles solares	42
Gráfico N° 7 Valor máximo a pagar	43
Gráfico N° 8 Cuanta horas mínimo desearía tener energía eléctrica	44
Gráfico N° 9 Implementación de paneles lograría satisfacer la demanda	45

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>CONTENIDOS</b>	<b>PAG.</b>
Figura N°1 Sistema fotovoltaico que entrega tensión continua	9
Figura N°2 Sistema fotovoltaico que entrega tensión continua y alterna	9
Figura N°3 Sistema fotovoltaico y aislado	12
Figura N°4 Sección de una célula fotovoltaica	14
Figura N°5 Representación esquemática del diagrama de bandas de un semiconductor	16
Figura N°6 Representación esquemática del movimiento de electrones y huecos libres bajo la acción de un potencial aplicado	18
Figura N°7 Estructura de una celda solar de silicio	19
Figura N°8 Dependencia de una celda solar en oscuridad y bajo iluminación	21
Figura N° 9 Sistemas de paneles FV consiste de múltiples módulos FV interconectados entre sí	29
Figura N° 10 Esquema de instalación fotovoltaica conectada a red	32
Figura N° 11 SFV conectado a la red con respaldo de baterías	33
Figura N° 12 SFV conectado a la red sin respaldo de baterías	33
Figura N° 13 Esquema sistema fotovoltaico conectado a la red eléctrica	50
Figura N° 14 Esquemas eléctricos	65
Figura N° 15 Organigrama de instalación sistema fotovoltaico con baterías	66

## ÍNDICE DE IMAGEN

<b>CONTENIDOS</b>	<b>PAG.</b>
<b>Imagen N° 1</b> Ubicación del proyecto	59
Imagen N° 2 Módulo a implementarse	69
Imagen N° 3 Soporte de paneles	70
Imagen N° 4 Controlador de panel	71
Imagen N° 5 Conector de módulos	73
Imagen N° 6 Soportes de módulos	74
Imagen N° 7 Conexión del regulador de carga	75
Imagen N° 8 Interruptor termo magnético	76
Imagen N° 9 Conexión a batería	77
Imagen N° 10 Conector positivo y negativo	77
Imagen N° 11 Batería	78
Imagen N° 12 Indicaciones para conexión	78
Imagen N° 13 Batería	79
Imagen N° 14 Polaridades	80
Imagen N° 15 Interruptores	80
Imagen N° 16 Conectar las cargas	81
Imagen N° 17 Conectores individuales	82

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad la generación de energía con combustibles fósiles es la principal fuente de contaminación en el mundo. Por lo tanto, la generación de energía limpia y de calidad es uno de los temas más importantes para la investigación. En la actualidad existen otras alternativas para generar electricidad por medio de recursos renovables, los que se definen como formas de energía que tienen una fuente prácticamente inagotable con respecto al tiempo de vida de un ser humano en el planeta, y cuyo aprovechamiento técnicamente es viable. Dentro de estos tipos de energía se encuentran; la solar, la eólica, la hidráulica, la biomasa, la geotermia, y la oceánica.

Los recursos renovables ofrecen la oportunidad de obtener energía para diversas aplicaciones, su aprovechamiento tiene menores impactos ambientales que el de las fuentes convencionales, y ofrecen el potencial para satisfacer la totalidad de las necesidades de energía, presentes y futuras. Además, su utilización contribuye a conservar los recursos energéticos no renovables y propicia el desarrollo regional.

En el caso de la energía solar, la mayor parte del territorio ecuatoriano, específicamente en la Provincia de Santa Elena registra niveles altos de energía solar durante la gran parte del año, esta energía puede ser aprovechada con la instalación de sistemas fotovoltaicos y la posibilidad de repartir la energía entre las distintas casas de una comunidad.

Para el caso de estudio del presente proyecto se propone la instalación de sistemas fotovoltaicos en el sector El Tablazo, como medida de contingencia ante los constantes problemas que presenta el suministro de energía eléctrica en el sector, además de generar un ahorro económico a las familias de mediano y escaso recurso económico ya que harían uso de una energía limpia y barata.

Los sistemas fotovoltaicos tienen como función acondicionar la tensión de salida de un banco de celdas, a fin de que sea compatible con los requerimientos de una aplicación. Se clasifican en autónomos e interconectados a la red. Los primeros se emplean principalmente en zonas rurales, alejadas de los centros de producción de la energía. Los segundos se utilizan como complemento al suministro convencional, y se han convertido en una opción muy atractiva para reducir los costos de la energía en usuarios residenciales.

Dentro del Capítulo I se habla de Las generalidades, con sus respectivos antecedentes, de los objetivos, del diseño y características del sistema fotovoltaico, de las ventajas y desventajas de este sistema, y de una amplia información referente a este sistema eléctrico que utiliza la energía solar, lo que permite cuidar el medio ambiente.

En el Capítulo II trata sobre un estudio de mercado sobre la aplicación de este sistema de energía eléctrica, la población del sector El Tablazo motivo de estudio, la aplicación de la encuesta con una muestra previamente establecida, el análisis

FODA, las estrategias de comercialización, aspectos y normativas legales para la aplicación de este sistema en el sector estratégico escogido para su implementación.

Dentro del Capítulo III se encuentra detallado un estudio técnico sobre el sistema de energía eléctrica a través de la energía solar o fotovoltaica, la capacidad que tienen los paneles de energía, como es su instalación, la calidad del suministro de energía eléctrica, la identificación y evaluación de los impactos ambientales que este sistema origina y aspectos legales.

En el Capítulo IV se habla del estudio económico y financiero de la inversión que se debe hacer para poder beneficiar a las familias que se encuentra inmersas en este proyecto de tipo social, y que a largo plazo se verán los beneficios de la aplicación de este nuevo sistema de energía eléctrica aquí en la Península de Santa Elena.

Y por último, en el Capítulo V, se hace mención a aspectos económicos de la propuesta donde se expresa la recuperación de la inversión a largo plazo. Es importante mencionar que este tipo de energía está siendo aplicado en otras provincias del Ecuador con excelentes resultados.

## **CAPÍTULO I**

### **GENERALIDADES**

#### **1.1. ANTECEDENTES**

Uno de los mayores problemas a nivel nacional durante muchos años ha sido el desabastecimiento de energía eléctrica que afecta a los sectores productivos del país con sus respectivas pérdidas económicas.

En los últimos años el gobierno ecuatoriano ha invertido grandes cantidades de dinero para el desarrollo de proyectos de generación energética como es la construcción de centrales hidroeléctricas que dentro de poco entraran en funcionamiento y en teoría solucionarían los problemas de la demanda y estaríamos en capacidad de vender energía a los países vecinos.

Este tipo de generación es muy conveniente ya que se puede transportar con facilidad y dar servicio a casi todos los sectores habitados del país. Un aspecto negativo de este tipo de generación es que su mantenimiento es por demás costosa y necesita estaciones y subestaciones lo que implica el uso de transformadores y redes de distribución.

La ciudad de Santa Elena, especialmente el sector El Tablazo durante los últimos años tuvo un servicio eléctrico defectuoso el cual causaba serios problemas a los usuarios, para lo cual se presenta como alternativa de solución la implementación de paneles fotovoltaicos, los cuales al ser implementados será como un proyecto piloto, el mismo que permitirá analizarlo como una perspectiva a futuro para ser aplicada en otros sectores de la Península de Santa Elena.

La energía fotovoltaica al igual que el resto de energía renovable es amigable con el medio ambiente, de la misma forma que la energía limpia la energía fotovoltaica contribuye a la disminuir la emisión de gases de efecto invernadero y especialmente del CO<sub>2</sub> ayudando a proteger nuestro planeta de los cambios climáticos y cumpliendo con los compromisos adquiridos por el protocolo de Kioto.

Por todos los antecedentes mencionados el uso de paneles fotovoltaicos solucionarían estos problemas de dependencia y llegarían a todos los sectores en un futuro no muy lejano.

Las energías renovables proceden del sol, del viento, del agua de los ríos, del mar, del interior de la tierra y de los residuos. Hoy por hoy, constituyen un complemento a las energías convencionales fósiles (carbón, petróleo, gas natural) cuyo consumo actúa, cada vez más elevado, está provocando el agotamiento de los recursos y graves problemas ambientales.

Se pueden destacar las siguientes ventajas de las energías renovables respecto a las energías convencionales<sup>1</sup>:

Además este sistema de electricidad permitiría tener un ahorro en cuanto a su costo, debido a que los paneles tienen una duración de veinte años y su mantenimiento es sumamente bajo comparado con el sistema que brinda CNEC a todos sus abonados, y porque además si existiese la posibilidad de algún tipo de reparaciones esta sería oportuna porque la empresa la realizaría de forma inmediata.

## **1.2. OBJETIVO GENERAL**

Elaborar un estudio de factibilidad para la implementación de un sistema fotovoltaico a través de la utilización de energía alternativa solar, para satisfacer la necesidad de energía eléctrica en el sector El Tablazo de la ciudad de Santa Elena, Provincia de Santa Elena.

## **1.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Conocer los antecedentes, clasificación y tipo de sistemas fotovoltaicos mayormente utilizados.

---

<sup>1</sup> Fuente: Guía de la Energía Solar – Comunidad de Madrid

- Realizar estudio de mercado para establecer las conveniencias de la propuesta
- Establecer un estudio técnico, organizacional y legal para fundamentar la teoría científica
- Determinar un estudio y estimación financiera para evaluar los costos de aplicación de la propuesta

#### **1.4. DISEÑO Y CARACTERÍSTICA DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO**

Los Sistemas Fotovoltaicos son un conjunto de elementos capaces de suministrar electricidad para cubrir las necesidades planteadas, a partir de la energía solar. Los sistemas fotovoltaicos están conformados de los siguientes componentes:

**Generador Fotovoltaico o Campo de Paneles.-** Es el elemento receptor de energía, que recoge la radiación solar y la transforma en energía eléctrica. Está formado por un conjunto de paneles o módulos fotovoltaicos conectados en serie y/o paralelo, que deben proporcionar la energía necesaria para el consumo.

**Regulador de Carga.-** Asegura que la batería funcione en condiciones apropiadas, evitando la sobrecarga y sobre descarga de la misma, fenómenos ambos muy perjudiciales para la vida de la batería.

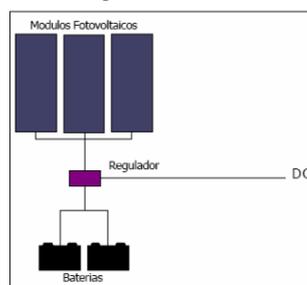
**La batería.-** Se encarga de almacenar parte de la energía producida por los paneles (la que no se consume inmediatamente) para disponer de ella en períodos de baja o nula irradiación solar.

**El inversor.-** Es el encargado de convertir la electricidad continua que produce el conjunto paneles- baterías en tensión de alimentación acta para la carga. Existen dos tipos de inversores: Los de continua-alteran (DC/AC) y los inversores - continua (CC/CC).

Estos componentes del Sistema FV se conforman por bloques de: Generación, acumulación, monitoreo, cableado y carga. Los Sistemas Fotovoltaicos (SFV) transforman la radiación solar en energía eléctrica permitiendo abastecer una amplia variedad de consumos. La energía excedente producida durante las horas y días de mayor radiación solar es acumulada en baterías. La energía acumulada permite abastecer los consumos durante la noche y durante los días nublados.

**FIGURA N° 1**

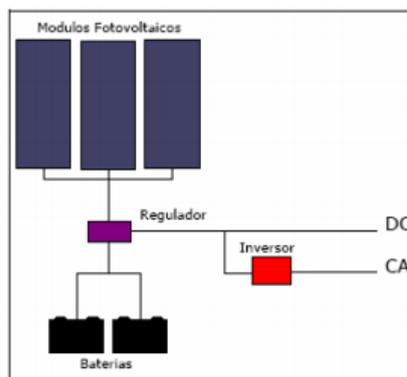
**SISTEMA FOTOVOLTAICO QUE ENTREGA TENSIÓN CONTINÚA**



**Fuente:** [www.unglobalcompact.org](http://www.unglobalcompact.org)

Los Sistemas Fotovoltaicos generan energía eléctrica en corriente continua Ver Figura N° 1 y Figura N° 2. Si se deben abastecer consumos de corriente alterna, es necesario intercalar un inversor de CC/AC entre las baterías y dichos consumos.

**FIGURA N° 2**  
**SISTEMA FOTOVOLTAICO QUE ENTREGA TENSIÓN CONTINÚA Y ALTERNA**



**Fuente:** [www.unglobalcompact.org](http://www.unglobalcompact.org)

La capacidad de un Sistema Fotovoltaico depende de su tamaño y del recurso solar disponible en el lugar de instalación. Los sistemas se diseñan de tal manera que la energía que deben de generar debe ser equivalente a la requerida por los consumos conectados. En la mayoría de los casos el cálculo debe realizarse para el mes de peor nivel de insolación (invierno).

Cuando los consumos son relativamente altos los sistemas fotovoltaicos son combinados con otras fuentes de energía eléctrica (generadores diesel, eólicos, termogeneradores, entre otros) formando lo que se denomina un Sistema Híbrido.

## **Principales Ventajas**

- No consumen combustible
- Son totalmente silenciosos
- No contaminan el medio ambiente
- Son modulares
- Requieren de un mínimo mantenimiento

## **Principales Aplicaciones**

- En la electrificación rural y vivienda aisladas donde llevar energía eléctrica por medio de la red general sería demasiado costosa y por lo tanto no cuentan con este servicio. En este caso, la instalación de un generador fotovoltaico es ampliamente rentable.
- En las comunidades los generadores fotovoltaicos son una excelente solución cuando hay necesidad de transmitir cualquier tipo de señal o información desde un lugar aislado, por ejemplo, reemisores de señales de TV, plataformas de telemetría, radioenlaces, estaciones meteorológicas.
- En ayudar a la navegación como alimentar eléctricamente faros, boyas, balizas, plataformas y embarcaciones.

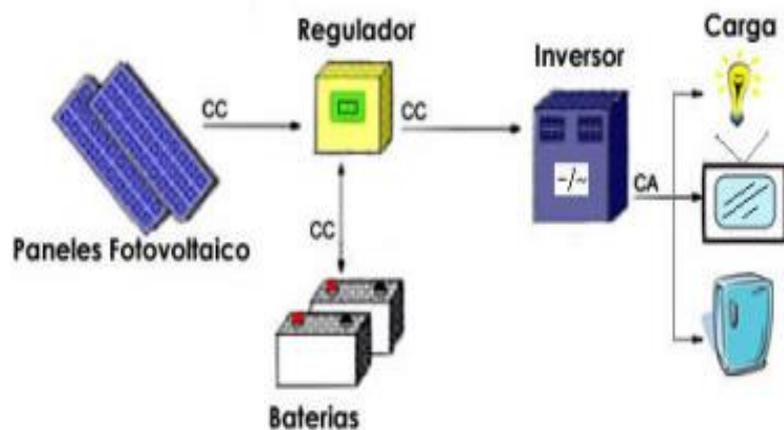
- En transporte terrestre la iluminación de cruces de carretera peligrosos y túneles largos. Alimentación de radioteléfonos de emergencia o puestos de socorros, lejos de líneas eléctricas. Señalizaciones de pasos a desnivel o cambio de vías en los ferrocarriles.
- En la agricultura y ganadería se está teniendo una atención muy especial en estos sectores. Se puede obtener energía eléctrica necesaria para granjas que convienen que estén aisladas de las zonas urbanas por motivos de higiene. Otras aplicaciones pueden ser la vigilancia forestal para prevención de incendios.
- En aplicaciones en la industria como es la obtención de metales como cobre, aluminio y plata, por electrólisis y la fabricación de acumuladores electroquímicos.
- En difusión de la cultura mediante medios audiovisuales alimentados eléctricamente mediante generadores fotovoltaicos.

### **Instalaciones Aisladas de la Red Eléctrica**

Son utilizadas en sectores alejados, que no tienen acceso a la red eléctrica, generalmente sectores rurales, iluminación de áreas aisladas, antenas de comunicaciones, balizas o boyas de señalización, bombeo de agua, entre otros. Estos sistemas van acompañados de inversores de corriente, para pasar de

corriente continua a corriente alterna, reguladores de voltaje y bancos de baterías que permiten almacenar la energía que no se está utilizando. Ver Figura N° 3.

**FIGURA N° 3**  
**SISTEMA FOTOVOLTAICO AISLADO**



**Fuente:** [www.unglobalcompact.org](http://www.unglobalcompact.org)

Las instalaciones aisladas de la red dan lugar a dos tipos de suministros según sea el tipo de distribución:

- El sistema centralizado: Consiste en un único sistema que cubre las necesidades del conjunto de usuarios. De esta forma se disminuyen los costos del sistema, sin afectar la calidad del suministro.
- El sistema descentralizado: Al contrario del sistema centralizado, en este caso se instala individualmente el sistema completo en la vivienda o lugar a energizar. Los costos en este tipo de instalaciones son más altos.

### 1.4.1. Ventajas y Desventajas de un Sistema Fotovoltaico

A continuación en la Tabla N° 1 se detallan las ventajas y desventajas de un sistema fotovoltaico:

**TABLA N° 1**  
**VENTAJAS Y DESVENTAJAS SISTEMA FOTOVOLTAICO**

<b>VENTAJAS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>
Reemplaza fuentes de energía como combustibles nucleares y fósiles	Tiene altos costos de la materia prima e instalación.
Es una fuente de energía inagotable	Los paneles fotovoltaicos contienen agentes químicos peligrosos.
Es un tipo de energía limpia y segura	Puede afectar a los ecosistemas por la extensión ocupada por los paneles
Escaso impacto ambiental	
Distribuida por todo el mundo y más en zonas tropicales	Capacidad reducida para la generación de potencia
No tiene costos considerables una vez instalada	Impacto visual negativo, por la cantidad de paneles necesarios para generar cierta cantidad de potencia.
No hay competencia de compañía suministradoras	
El mantenimiento es sencillo	Existe un insuficiente financiamiento para la investigación
Fácil operación (sistemas inatendidos)	Batería plomo – ácido son impactantes al medio ambiente.
Larga vida útil, los módulos tienen más de 15 años de vida útil	
Energía en forma permanente	
No produce ruidos	
Flexibilidad para el diseño e instalación de los sistemas FVs	

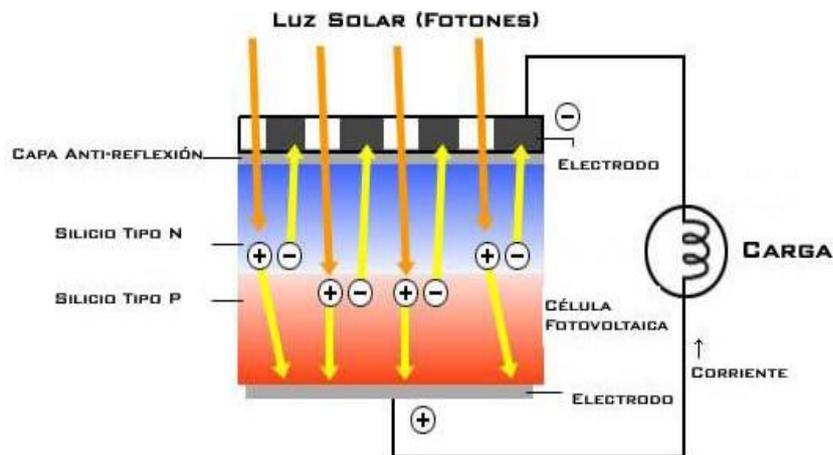
**Elaborado por:** Álvaro Reyes Vera

## 1.5. CARACTERÍSTICAS DE LOS PANELES FOTOVOLTAICOS

### 1.5.1. Células Fotovoltaicas

La célula fotovoltaica, también llamada fotocélula, es un dispositivo eléctrico formado por metales sensibles a la luz que desprenden electrones cuando los fotones inciden sobre ellos, la parte expuesta a la radiación solar es la N y la parte situada en la zona de oscuridad, la P. Los terminales de conexión de la célula se hallan sobre cada una de estas partes del diodo. Convierten energía luminosa en energía eléctrica. Ver Figura N° 4.

**FIGURA N° 4**  
**SECCIÓN DE UNA CÉLULA FOTOVOLTAICA**



**Fuente:** [www.unglobalcompact.org](http://www.unglobalcompact.org)

Generalmente, una célula fotovoltaica tiene un grosor que varía entre los 0,25 y los 0,35mm y una forma generalmente cuadrada, con una superficie aproximadamente igual a 100 cm<sup>2</sup>.

Para construir las células, el material más utilizado actualmente es el silicio utilizado por la industria electrónica, cuyo proceso de fabricación presenta costes muy altos, no justificados por el grado de pureza requerido para la fotovoltaica, que son inferiores a los necesarios en electrónica.

La vida útil media a máximo rendimiento se sitúa en torno a los 25 años, período a partir del cual la potencia entregada disminuye.

## **1.5.2. Fundamento Físico de los Paneles**

### **1.5.2.1.Efecto Fotovoltaico**

La conversión directa de la energía solar en energía eléctrica se debe al fenómeno físico de la interacción de la radiación luminosa con los electrones en los materiales semiconductores, fenómeno conocido como efecto fotovoltaico.

El objeto físico en el que este fenómeno tiene lugar es la célula solar, que no es otra cosa que un diodo unión p-n (estructura fundamental de los componentes electrónicos) con la característica esencial de tener una superficie muy amplia.

Para la transformación de la energía de la radiación solar en electricidad se requiere que se cumplan tres aspectos fundamentales:

a. Existencia de una unión p-n (estructura fundamental de los componentes eléctricos).

b. Incidencia de fotones igual o mayor que la banda prohibida del semiconductor.

Ver Figura N° 5

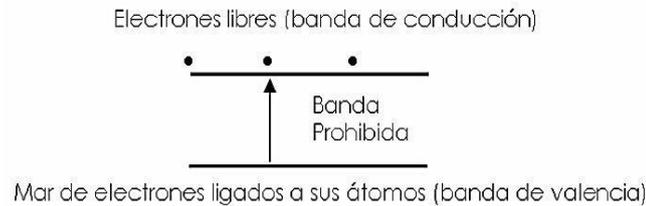
c. Producción de portadores de carga libre (Electrones y huecos).

En el panel solar ocurren los tres eventos antes mencionados. Al incidir luz sobre la misma genera un voltaje entre sus terminales y al mismo tiempo una corriente que circula por un circuito externo, produciendo una potencia  $P= I \cdot V$  (Potencia = Intensidad x Voltaje) que puede ser empleada para energizar cualquier equipo, aparato o accesorio eléctrico.

### **1.5.2.2. Materiales Empleados en la Fabricación de los Paneles Solares**

Los paneles solares para sistemas fotovoltaicos son producidos en muchos tipos de materiales, a estos los conforman los átomos de los elementos semiconductores. La mayor parte del material que se emplea actualmente está basado en el silicio, además al ser este el elemento semiconductor más común de la naturaleza. El rasgo más distintivo de un semiconductor es su representación en los llamados esquemas de bandas. Ver Figura N° 5

**FIGURA N° 5**  
**REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DEL DIAGRAMA DE BANDAS**  
**DE UN SEMICONDUCTOR**



**Fuente:** [www.unglobalcompact.org](http://www.unglobalcompact.org)

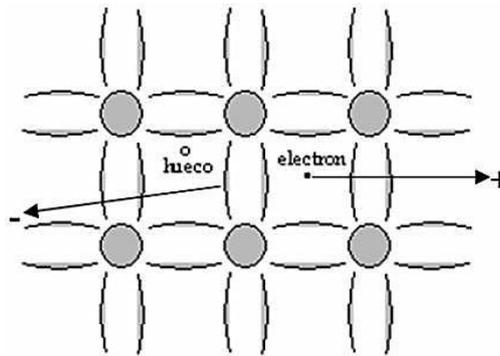
Cuando el electrón de valencia rompe su enlace y pasa a la banda de conducción deja atrás un enlace suelto que puede ser ocupado por otro electrón que se encuentre en la banda de valencia. Este movimiento es equivalente al movimiento de una carga positiva a través del cristal. Es más conveniente analizar este espacio vacío, el cual se le llama **Hueco**, que el conjunto de los electrones restantes. El hueco es similar al electrón pero con carga positiva.

El concepto de banda prohibida o “**Gap**” de energía es fundamental para el funcionamiento de una central solar. Para una eficiente operación de una célula solar las propiedades esenciales de los materiales semiconductores están caracterizados por los siguientes parámetros:

- La banda prohibida
- El número de portadores de carga libre que contribuyen a la conducción
- Los procesos de generación y recombinación de los portadores libres cuando incide la luz.

En la Figura N° 6 se muestra el movimiento de electrones y huecos libres bajo la acción de un campo eléctrico externo. Nótese que el electrón se mueve hacia el potencial positivo en tanto el hueco lo hace hacia el potencial negativo.

**FIGURA N° 6**  
**REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DEL MOVIMIENTO DE ELECTRONES Y HUECOS LIBRES BAJO LA ACCIÓN DE UN POTENCIAL APLICADO**



Fuente: [www.unglobalcompact.org](http://www.unglobalcompact.org)

### 1.5.2.3. Descripción del Efecto Fotovoltaico en los Paneles Solares

El fotón (partícula que constituye un rayo solar), es decir, la radiación solar incidente entre en la región de tipo p-n. Si el fotón tiene una energía mayor que la banda prohibida **Gap** energía mínima necesaria para romper un enlace del retículo del silicio, será absorbido y creará una pareja electrón-hueco.

Los pares electrón-hueco creados por la luz no generan en sí mismo una potencia eléctrica, porque para ello se necesita que aparezca un voltaje entre los terminales

de la unión el cual surge mediante un proceso conocido como **efecto fotovoltaico**.

El electrón liberado se moverá hacia la derecha a causa del potencial eléctrico.

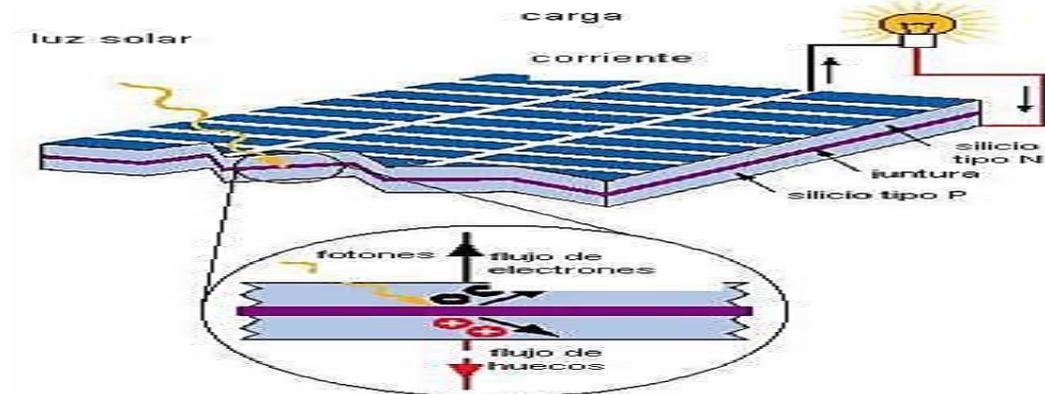
En cambio, si un fotón entra en la zona n, el hueco creado se moverá hacia la izquierda, de manera que los portadores minoritarios (electrones en la región-p y huecos en la región-n) son los que gobiernan el mecanismo de conducción. Este flujo producirá una acumulación de cargas positivas en la izquierda y de cargas negativas en la derecha, dando origen a un campo eléctrico opuesto al creado por el mecanismo de difusión.

Los pares electrón-hueco que arriban a la región del campo eléctrico de la unión p-n son separados por este, contribuyendo a la corriente. Los pares que no alcanzan la región de la unión p-n se recombinan y transforman su energía en calor.

Bajo la condición de corto circuito ( $V=0$ ) la corriente que fluye por el circuito exterior es la corriente generada por la luz. Bajo condición de circuito abierto, aparecerá un voltaje en los extremos de la unión.

Finalmente, si se coloca unos electrodos (contactos metálicos) sobre la superficie de la célula se puede utilizar el potencial creado. Ver Figura N° 7

**FIGURA N° 7**  
**ESTRUCTURA DE UNA CELDA SOLAR DE SILICIO**



Fuente: [www.unglobalcompact.org](http://www.unglobalcompact.org)

De esta manera los diferentes mecanismos físicos básicos en una operación de una celda solar son:

- Creación en el semiconductor de pares electrón-hueco generadas por la absorción de la radiación solar (absorción de fotones).
- Separación de los pares electrón hueco por el campo de la unión p-n generando una corriente  $I_L$ .
- Aparición de un voltaje entre los terminales de la celda solar.
- Utilización de la potencia eléctrica a través de una carga exterior.

#### 1.5.2.4. Parámetros Fundamentales de la Célula Solar

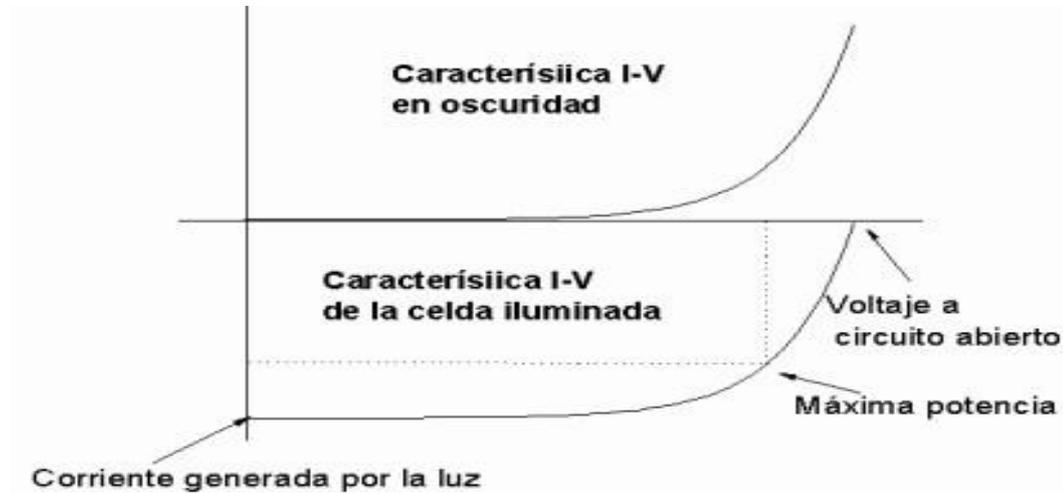
A partir de una curva  $I/V$  (corriente vs. voltaje), los parámetros importantes para la caracterización de una celda solar son: La corriente de corto circuito  $I_{sc}$ , el voltaje a circuito abierto  $V_{oc}$ , el factor de llenado o de forma FF y la eficiencia  $\eta$ .

**Corriente de Corto Circuito** es la corriente que atraviesa la celda solar cuando el voltaje entre sus terminales es nulo, esto es, cuando la celda solar esta cortocircuitada. El valor de  $I_{sc}$  depende de la generación y recolección de los portadores creados por la luz. La corriente de corto circuito es proporcional a la intensidad de la luz incidente sobre la celda solar.

**Voltaje a Circuito Abierto:** Es el máximo voltaje que aparece entre los terminales de la celda solar y ocurre para valores de corriente nulo. La tensión de circuito abierto es la consecuencia de la polarización positiva o directa de la unión p-n cuando la luz incide sobre la célula solar.

**Factor de LLenado o de Forma:** La corriente de corto circuito y voltaje a circuito abierto son los máximos valores de corriente y voltaje de una celda solar, sin embargo en estos puntos de operación la potencia  $P = I * V = 0$ . Por ello es necesario encontrar un punto de la curva  $I / V$  en donde el producto  $I * V$  tenga un máximo valor. En la Figura 8, se muestra que este punto corresponde a  $(I_{mp}, V_{mp})$ . El factor de llenado se define como la razón entre la potencia máxima obtenida y el producto  $I_{sc} * V_{oc}$ :

**FIGURA N° 8**  
**DEPENDENCIA I-V DE UNA CELDA SOLAR EN OSCURIDAD Y BAJO ILUMINACIÓN**



Fuente: [www.unglobalcompact.org](http://www.unglobalcompact.org)

**Eficiencia** Es la conversión de energía solar en eléctrica y es la figura de mérito de toda celda solar. La eficiencia de conversión o simplemente eficiencia se define como la razón de la potencia eléctrica máxima que suministra la celda entre la potencia (P) de la radiación solar que incide sobre esta.

La eficiencia depende de muchos factores. Por ejemplo el espectro de radiación solar no es el mismo en el espacio extraterrestre, que en un país del trópico o uno nórdico. Depende también de la temperatura a la cual es sometida la celda solar, la intensidad de la radiación, de los mecanismos de recombinación, es decir, de la suma de factores de los cual depende  $I_{sc}$ ,  $V_{oc}$  y FF.

En general se trata de obtener:

- a. Altos valores de corriente de corto circuito.
- b. Altos valores de Voltaje a circuito abierto.
- c. Altos valores de factor de llenado.

Todo esto para alcanzar elevados valores de conversión de energía solar en eléctrica. Además de los parámetros ya mencionados existen otros que vale la pena estudiar:

**Corriente de Oscuridad** Se da debido a la recombinación de los pares electrón-hueco que se produce en el interior del semiconductor.

**Corriente de Iluminación ( $I_L$ )** Es la corriente generada cuando incide radiación solar sobre la célula.

### **1.5.3. Clasificación de las Células Fotovoltaicas**

Las celdas solares para sistemas fotovoltaicos son producidas en muchos tipos de materiales, la mayor parte de material que se emplea actualmente está basado en el silicio.

Las celdas más importantes de acuerdo a la estructura cristalina son:

Silicio Mono-cristalino:

- Convencional.
- Alta Eficiencia.

Silicio Poli-cristalino.

- Capa Delgada:
- Silicio Amorfo.
- CdTe.

Otros materiales: Arseniuro de galio.

Actualmente, el material más utilizado es el silicio mono-cristalino que presenta características y duración en el tiempo, superiores a cualquier otro material utilizado para el mismo fin.

#### **1.5.3.1.Paneles de Silicio Mono – Cristalino**

Al enfriarse, el silicio fundido dopado de boro, se solidifica formando solo un único cristal cilíndrico de grandes dimensiones. Luego se corta el cristal en delgadas capas que dan lugar a las células. El proceso de manufactura es

complicado, requiere enormes cantidades de energía, es la tecnología fotovoltaica más eficiente. Estas células generalmente son de color azul uniforme.

Las ventajas y desventajas de las celdas de silicio mono- cristalino se detallan en la Tabla N° 2.

**TABLA N° 2  
VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE CELDAS DE SILICIO MONO-  
CRISTALINO.**

<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Buen rendimiento de 15% al 18% y 24% en modelos de laboratorio.</li> <li>• Buena relación Wp/m<sup>2</sup> (~150 WC/m<sup>2</sup>, lo que ahorra espacio en caso necesario</li> <li>• Número de fabricantes elevado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Coste elevado</li> </ul>

**Elaborado por:** Álvaro Reyes Vera

### **1.5.3.2.Celdas de Silicio Poli – Cristalino**

Durante el enfriamiento de silicio en un molde se forman varios cristales. Su proceso de fabricación es más sencillo que las celdas mono-cristalinas. La fotocélula es de aspecto azulado, pero no es uniforme, se distinguen diferentes colores creados por los diferentes cristales.

Las ventajas y desventajas de las celdas de silicio poli- cristalino se detallan en la Tabla N° 3.

**TABLA N° 3**  
**VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE CELDAS DE SILICIO POLI-CRISTALINO**

<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Células cuadradas (con bordes redondeados en el caso de Si mono-cristalino) que permite un mejor funcionamiento en un módulo,</li> <li>• Eficiencia de conversión óptima, alrededor de 12% a 14%</li> <li>• Lingote más barato de producir que el mono cristalino.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bajo rendimiento en condiciones de iluminación baja.</li> </ul>

**Elaborado por:** Álvaro Reyes Vera

### **1.5.3.3.Silicio Omorfo**

El silicio durante su transformación, produce un gas que se proyecta sobre una lámina de vidrio. Absorbe la luz con más eficiencia que el silicio cristalino, entonces las células pueden ser más delgadas. La celda es gris muy oscuro. Es la célula de las calculadoras y relojes llamados “solares”. Estas células fueron las primeras en ser manufacturadas, ya que se podían emplear los mismos métodos de fabricación de diodos. Las ventajas y desventajas de las celdas de silicio amorfo se detallan en la Tabla N° 4.

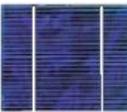
**TABLA N° 4**  
**VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE CELDAS DE SILICIO AMORFO.**

<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Funciona con una luz difusa baja (incluso en días nublados)</li> <li>• Un poco menos costosa que otras tecnologías,</li> <li>• Integración sobre soporte flexible o rígido.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rendimiento a pleno sol bajo, del 5% al 7%,</li> <li>• Rendimiento decreciente con el tiempo (~7%).</li> </ul>

**Elaborado por:** Álvaro Reyes Vera

Las diferencias de tecnología entre los paneles según su tecnología de fabricación se detallan en la Tabla N° 5.

**TABLA N° 5**  
**DIFERENCIA ENTRE PANELES SEGÚN TECNOLOGÍA DE FABRICACIÓN**

Células	Silicio	Rendimiento laboratorio	Rendimiento directo	Características	Fabricación
	Monocrystalino	24%	15-18%	Son típicos los Azules homogéneos y la conexión de las células individuales entre sí.	Se obtiene del silicio puro fundido y dopado con boro
	Policristalino	19-20%	12-14%	La superficie está estructurada en cristales y contiene tonos azules	Igual que el monocrystalino, pero se disminuye el número de fases de cristalización
	Amorfo	16%	<10%	Tiene un color homogéneo (marrón) pero no existe conexión visible entre las células	Tiene la ventaja de depositarse en forma de lámina delgada y sobre un sustrato como vidrio o plástico.

**Fuente:** Datos de la Investigación  
**Elaborado por:** Álvaro Reyes Vera

#### 1.5.3.4. Célula Tándem

Apilamiento monolítico de dos células individuales. Mediante la combinación de dos células (capa delgada de silicio amorfo sobre silicio cristalino, por ejemplo) que absorben en el espectro al mismo tiempo se solapan, mejorando el rendimiento en comparación con las células individuales separadas, sean amorfas, cristalinas o Poli-cristalinas.

Las ventajas y desventajas de las celdas de silicio tándem se presentan en la Tabla N° 6.

**TABLA N° 6**  
**VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE CELDAS DE SILICIO TÁNDEM.**

Ventajas	Desventajas
Alta sensibilidad en un amplio rango de longitudes de onda. Excelente rendimiento.	El costo es alto debido a la superposición de dos células.

**Elaborado por:** Álvaro Reyes Vera

#### **1.5.3.5. Arseniuro de Galio**

Son las células más indicadas para la fabricación de paneles, ya que su rendimiento teórico alcanza límites cercanos al 27-28% en su versión monocristalina. Tiene el problema de que este material no es abundante, por tanto encarece mucho la materia prima. Presenta un coeficiente de absorción elevado, esto hace que con poco material se obtenga una eficacia elevada.

#### **1.5.4. Módulos Fotovoltaicos**

Un módulo fotovoltaico no es más que un arreglo de celdas solares individuales conectadas eléctricamente entre sí, para de esta manera sumar la potencia de salida de cada una. Las celdas solares son encapsuladas para ser protegidas del ambiente y para que los usuarios también sean protegidos de posibles accidentes eléctricos. Normalmente, se habla de paneles de 6 V, 12 V, 24 V y 48 V, si bien es

cierto que su tensión está por encima de las mencionadas, oscilando las potencias producidas entre los 2.5 W y los 260 W.

Un conjunto de módulos conectados entre sí conforman un panel. El conjunto de varios conforman un sistema fotovoltaico.

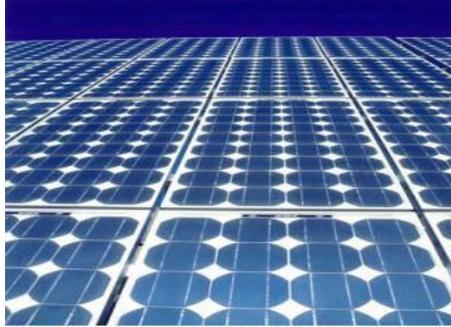
El módulo fotovoltaico es una estructura robusta y manejable. Los módulos pueden tener diferentes tamaños, los más utilizados tienen superficies que van de los 0,5m<sup>2</sup> a los 1,3 m<sup>2</sup> y constan normalmente de 36 células conectadas eléctricamente en serie. Ver Figura N° 9.

Varios aspectos en el diseño de los módulos FV, que pueden reducir el rendimiento de la potencia del módulo o su tiempo de vida, deben ser evaluados.

Los efectos más importantes en módulos FV o en arreglos son:

- Pérdidas debido a la interconexión de celdas solares con distintas características.
- La temperatura del módulo.
- Modos de fallas de módulos.

**FIGURA N° 9**  
**SISTEMAS DE PANELES FV CONSISTE DE MÚLTIPLES MÓDULOS FV INTERCONECTADOS ENTRE SÍ.**



**Fuente:** [www.unglobalcompact.org](http://www.unglobalcompact.org)

Las características eléctricas principales de un módulo fotovoltaico se pueden resumir en las siguientes:

- Potencia Pico (Wp): Potencia suministrada por el módulo en condiciones estándar STC (Radiación solar = 1000W/m<sup>2</sup>; Temperatura = 25°C).
- Corriente nominal (A): Corriente suministrada por el módulo en el punto de trabajo.
- Tensión nominal (V): Tensión de trabajo del módulo.

### **1.5.5. Clasificación de las Instalaciones Fotovoltaicas**

#### **1.5.5.1 Clasificación por Tamaño**

- *Pequeñas:* De 3 kWp como planta tipo, con rango hasta 5 kWp. Con la generación de 3 kWp se cubriría el consumo propio de una casa tipo medio

en la que vivan 2-3 personas, sin incluir el consumo de calefacción y aire acondicionado.

- *Medianas:* De 30 kWp como planta tipo, con rango entre 5 y 100 kWp. Son generadores en electrificaciones rurales centralizadas. Una instalación de 30 kWp en un edificio permite cubrir las necesidades eléctricas de diez viviendas medias.
- *Grandes:* De 300 kWp como planta tipo, con rango entre 100 kWp y 1 MWp. Generalmente conectadas a la red, ocupan extensas superficies. Una planta de 300 kWp cubre el consumo de un edificio de tipo medio.
- *Centrales Fotovoltaicas:* De 3 MWp como planta tipo, con rango entre 1 y 50 MWp. Promovidas por Gobiernos con conciencia medioambiental y en busca de la diversificación de energía. Una planta de 3 MWp permite el consumo de una población o urbanización de unos 500 vecinos.

#### **1.5.5.2 Clasificación por Tipo de Estructura**

- **Estructura Fija:** Independiente de la potencia a instalar, puede ser utilizada tanto sobre cubierta como sobre terreno.

- **Estructura de Seguidor Solar:** Sistema de seguimiento a uno o dos ejes, recomendado para obtener un mayor rendimiento de la instalación, del orden del 35 % respecto a una instalación fija.

#### **1.5.6. Sistemas Fotovoltaicos**

Se define como sistema fotovoltaico el conjunto de componentes mecánicos, eléctricos y electrónicos que concurren para captar y transformar la energía solar disponible, transformándola en utilizable energía eléctrica.

Estos sistemas, independientemente de su utilización y del tamaño de potencia, se pueden dividir en dos categorías:

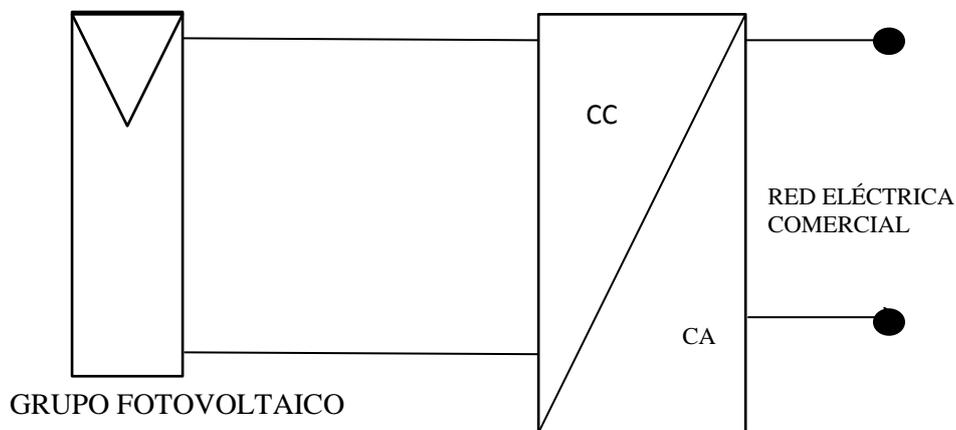
- Conectados a la Red y Centralizados (Grid Connected)
- Aislados (Stand Alone)

Las primeras experiencias en sistemas fotovoltaicos que suministraban la energía producida directamente a la red eléctrica convencional, evitaba el uso de baterías de acumuladores, cuyo coste tiene gran repercusión en el precio final del conjunto y en afecciones al medioambiente por sus componentes químicos.

Inicialmente, estos sistemas conectados a red se diseñaron y calcularon para el montaje de centrales fotovoltaicas (sistemas centralizados). Después de observar que estas funcionaban correctamente, y en la medida que se avanzó en la

electrónica de potencia que integra los inversores, se empleó este sistema en pequeñas centrales domésticas adaptables a viviendas dotadas de acometida convencional de electricidad. Ver Figura N° 10.

**FIGURA N° 10**  
**ESQUEMA DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CONECTADA A RED.**



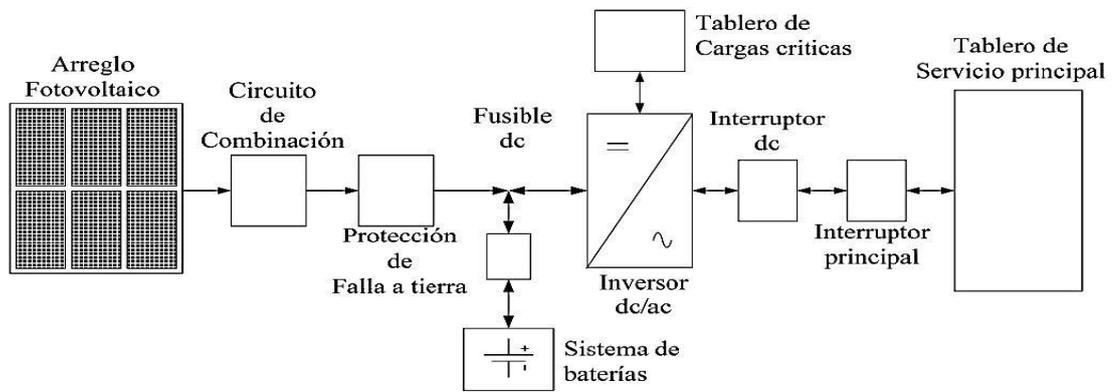
**Fuente:** <http://web.ing.puc.cl/power/alumno/tecnologias>

En los sistemas conectados en red, la energía producida durante las horas de alta energía solar es canalizada a la red eléctrica; al contrario, durante las horas de baja energía solar o nula, la carga viene alimentada por la red. Un sistema de este tipo, desde el punto de vista de la continuidad de servicio, resulta más fiable que uno no conectado a la red que, en caso de avería, no tiene posibilidad de alimentación alternativa.

### 1.5.6.1. Sistema fotovoltaicos conectados a la red

El sistema que interactúa con la red y posee respaldo de baterías, es un sistema que incorpora el almacenamiento de energía. Ver Figura N° 11.

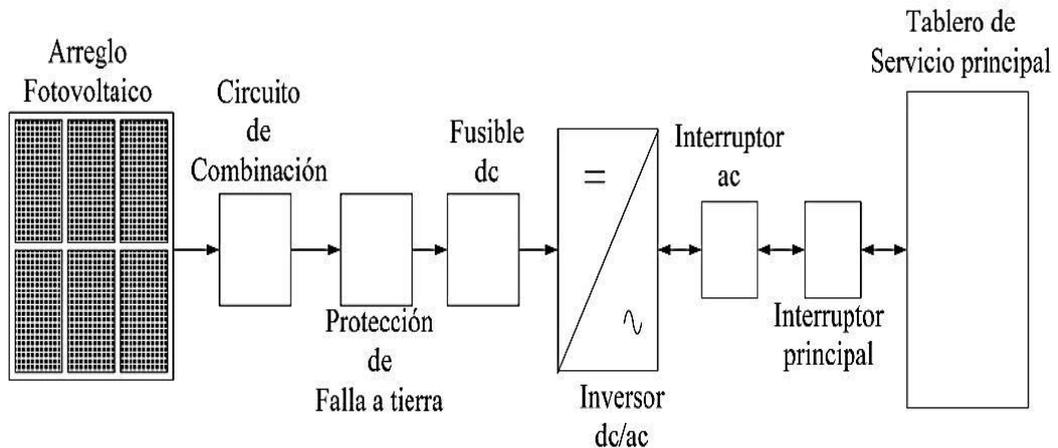
**FIGURA N° 11  
SFV CONECTADO A LA RED CON RESPALDO DE BATERÍAS.**



Fuente: [http://web.ing.puc.cl/power\\_alumno\\_tecnologías](http://web.ing.puc.cl/power_alumno_tecnologías)

El sistema que interactúa con la red comercial y no posee respaldo de baterías se emplea en sitios donde la posibilidad de una falla de suministro comercial es muy improbable. Ver Figura N° 12

**FIGURA N° 12  
SFV CONECTADO A LA RED SIN RESPALDO DE BATERÍAS**



Fuente: [http://web.ing.puc.cl/power\\_alumno\\_tecnologías](http://web.ing.puc.cl/power_alumno_tecnologías)

## **CAPÍTULO II**

### **ESTUDIO DE MERCADO**

#### **2.1. ANÁLISIS DEMANDA**

El sector del Tablazo del Cantón Santa Elena cuenta con aproximadamente 120 familias que dan un total de 719 pobladores que son considerados como usuarios potenciales. Los habitantes de este sector se dedican al comercio ya que cerca a este se encuentra el mirador del cerro el Tablazo, este es un atractivo turístico del cantón.

Para poder obtener energía eléctrica sin ningún riesgo ocasionado por el posible hecho de que se realicen conexiones clandestinas, se propone la instalación de paneles fotovoltaicos que transformen la energía solar en energía accesible para la utilización por parte del ser humano.

La energía solar fotovoltaica consiste en la conversión directa de la luz solar en electricidad, mediante un dispositivo electrónico denominado "célula solar"; estas células se interconectan y agrupan en módulos que pueden generar 0,9Kwh/día m<sup>2</sup> (aprox. 1,5m<sup>2</sup> un módulo).

### **2.1.1 Aplicación de Encuesta para la Cuantificación de los Domicilios y Población del Cerro el Tablazo y su Consumo de Energía**

El cuestionario de la encuesta se encuentra diseñado con preguntas cerradas de opción múltiple las mismas que se realizaron en forma personal. Ver Anexo N° 1.

Una vez depurados, tabulados y procesados los datos de las encuestas, se lograrán establecer las características e información de utilidad para el desarrollo de la presente investigación.

### **2.1.2. Población**

Población es el conjunto sobre el que estamos interesados en obtener conclusiones. La población que fue objeto de estudio en la presente investigación se encuentra establecida en 120 familias, de las cuales se tomará en cuenta para realizar las encuestas a los cabezas de hogares que dan 92.

### **2.1.3. Tamaño de la Muestra**

Esta se calculará por medio de la aplicación de la fórmula para hallar la muestra probabilística de la población que se tiene.

$$n = \frac{N}{(e^2 (N-1) + 1)}$$

Dónde:

$N$  = Universo

$e$  = Error permitido elevado al cuadrado

$n$  = Muestra

### **Cálculo muestra probabilística**

$$n = \frac{120}{0,05^2(120 - 1) + 1}$$

$$n = \frac{120}{0,0025 (119) + 1}$$

$$n = \frac{120}{1.2975}$$

$$n = 92,48$$

$$n = 92$$

#### 2.1.4. Resultados y análisis de la encuesta realizada a los habitantes del Sector el Tablazo

Primera pregunta: ¿Cuál es su consumo mensual de energía eléctrica?

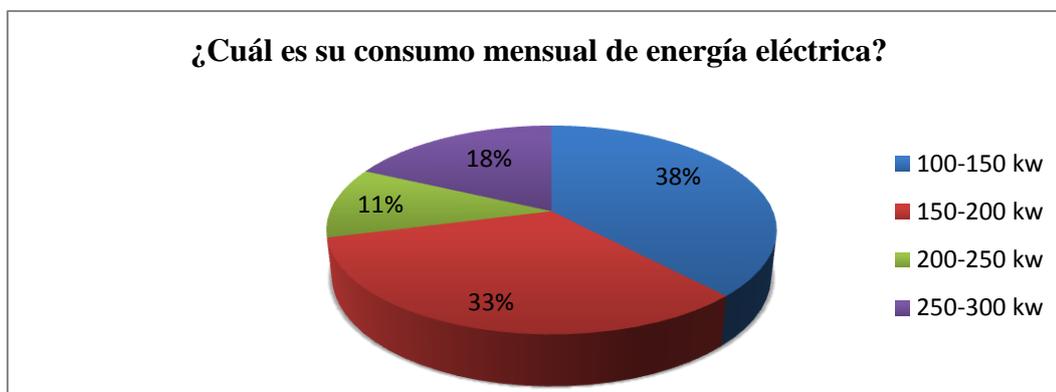
TABLA N° 7

ITEMS	ALTERNATIVAS	FRECUENCIA (Encuestados)	PORCENTAJE
1	100-150 kw	35	38
	150-200 kw	30	33
	200-250 kw	10	11
	250- 300 kw	17	18
	<b>TOTAL</b>		92

Fuente: Moradores Sector El Tablazo

Elaborado por: Álvaro Reyes Vera

GRÁFICO N° 1



Fuente: Moradores Sector El Tablazo

Elaborado por: Álvaro Reyes Vera

#### Análisis

Como se pueda observar en el Gráfico N° 1 en esta primera interrogante los encuestados respondieron de la siguiente manera el 38% respondió 100-150 kw, el 33% manifestó 150-200 kw, el 11% expresó 200-250 kw, el 18% eligió 250-300 kw; con esto se concluye que la mayoría de encuestados mantiene un consumo de energía promedio de 100-150 kw durante cada mes, lo que permite aplicar fácilmente el proyecto ya que sus consumos no son elevados.

**Segunda pregunta: ¿Cuánto es el valor que paga mensualmente a CNEL por el consumo de energía eléctrica?**

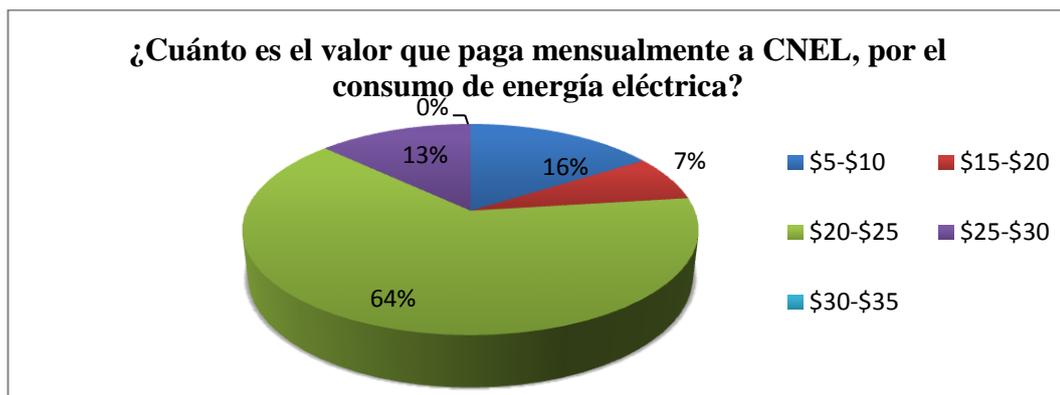
**TABLA N° 8**

ITEMS	ALTERNATIVAS	FRECUENCIA (Encuestados)	PORCENTAJE
2	\$5-\$10	15	16
	\$15-\$20	6	7
	\$20-\$25	59	64
	\$25-\$30	12	13
	\$30-\$35	0	0
	<b>TOTAL</b>		92

**Fuente:** Moradores Sector El Tablazo

**Elaborado por:** Álvaro Reyes Vera

**GRÁFICO N° 2**



**Fuente:** Moradores Sector El Tablazo

**Elaborado por:** Álvaro Reyes Vera

### **Análisis**

De acuerdo a los resultados del Gráfico N° 2 obtenidos mediante la encuesta aplicada a los habitantes del sector El Tablazo, se determina que el 64% de ellos pagan valores en promedio de \$20 a \$25; el 16% valores entre \$5-\$10; otro 13% paga en un rango promedio de \$25 a \$30; mientras que en menor porcentaje, 7% cancela de \$5 - \$10. La mayoría de los habitantes pagan en promedio unos valores correspondientes a \$20 y \$25 mensuales, valor que puede ser reducido considerablemente con la instalación y uso de los sistemas fotovoltaicos.

**Tercera pregunta: ¿Cuántas horas al día utiliza energía eléctrica proveída por CNEL?**

**TABLA N° 9**

ITEMS	ALTERNATIVAS	FRECUENCIA (Encuestados)	PORCENTAJE
<b>3</b>	Una hora	5	5
	Entre una y dos horas	10	11
	Entre dos y tres horas	25	27
	Entre tres y cuatro horas	7	8
	Más de cuatro horas	45	49
	<b>TOTAL</b>		92

**Fuente:** Moradores Sector El Tablazo

**Elaborado por:** Álvaro Reyes Vera

**GRÁFICO N° 3**



**Fuente:** Moradores Sector El Tablazo

**Elaborado por:** Álvaro Reyes Vera

### **Análisis**

El Gráfico N° 3 muestra que el 5% respondió que hace uso de los aparatos por lo menos una hora al día, el 11% dijo que los hace entre una y dos horas, el 27% manifestó que lo hace entre dos y tres horas, 8% dijo que los hace entre tres y cuatro horas, y finalmente 49% lo hace por más de cuatro horas; se tiene que el consumo de energía que realizan los habitantes en su mayoría es mayor a cuatro horas en promedio, con relación a este tiempo fácilmente se podría satisfacer la demanda con la implementación de los paneles fotovoltaicos.

#### Cuarta pregunta: ¿Conoce que es la energía fotovoltaica?

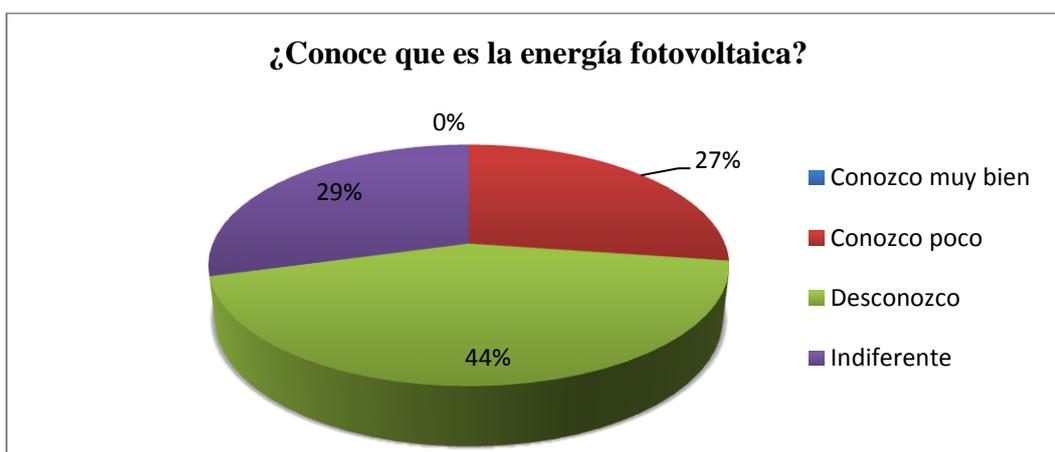
TABLA N° 10

ITEMS	ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
4	Conozco muy bien	0	0
	Conozco poco	25	27
	Desconozco	40	43
	Indiferente	27	29
	<b>TOTAL</b>		92

Fuente: Moradores Sector El Tablazo

Elaborado por: Álvaro Reyes Vera

GRÁFICO N° 4



Fuente: Moradores Sector El Tablazo

Elaborado por: Álvaro Reyes Vera

#### Análisis

El Gráfico N° 4 muestra que un 27% dijo conocer sobre la energía fotovoltaica, el 43% expresa desconocer este tipo de energía, mientras que el 29% se mostró indiferente ante el planteamiento de la interrogante, la mayoría de los encuestados respondieron no conocer que es la energía fotovoltaica; por esta razón se hace necesario la socialización del presente proyecto a los moradores del sector El Tablazo.

**Quinta pregunta: ¿Está usted de acuerdo con la utilización de paneles solares como prueba piloto en los hogares del sector El Tablazo?**

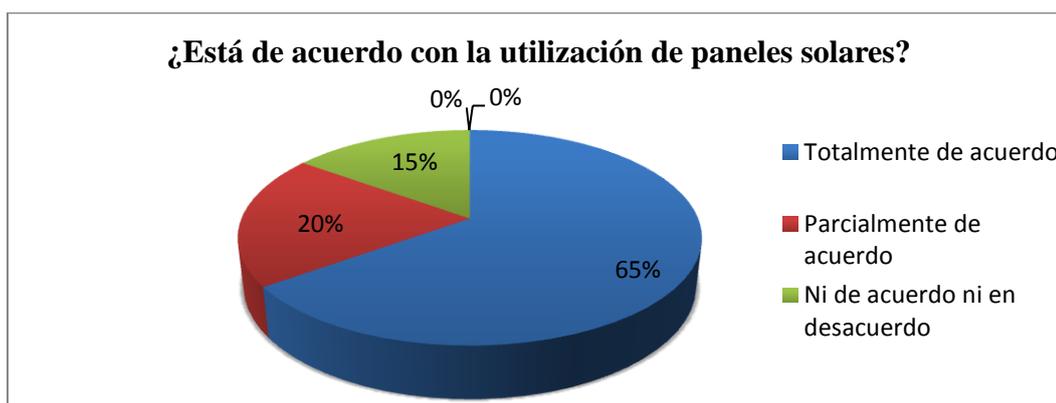
**TABLA N° 11**

ITEMS	ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
5	Totalmente de acuerdo	60	65
	Parcialmente de acuerdo	18	20
	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	14	15
	Parcialmente en desacuerdo	0	0
	Totalmente en desacuerdo	0	0
	<b>TOTAL</b>		92

**Fuente:** Moradores Sector El Tablazo

**Elaborado por:** Álvaro Reyes Vera

**GRÁFICO N° 5**



**Fuente:** Moradores Sector El Tablazo

**Elaborado por:** Álvaro Reyes Vera

**Análisis**

El Gráfico N° 5 muestra que el 65% de los encuestados respondieron estar totalmente de acuerdo, el 20% dijo estar parcialmente de acuerdo, en tanto que el 15 dijo estar ni de acuerdo ni en desacuerdo; se concluye que las personas encuestadas concuerdan en que es factible la implementación de los paneles solares, para de esta manera generar energía eléctrica a los habitantes del sector y además obtener un beneficio económico en la ejecución de los proyectos pilotos, considerando también que el gasto destinado al pago de servicio eléctrico se reduciría.

**Sexta pregunta: ¿Estaría usted de acuerdo que se le provea a usted, de energía eléctrica por medio de paneles solares individuales, aprovechando la luz del Sol?**

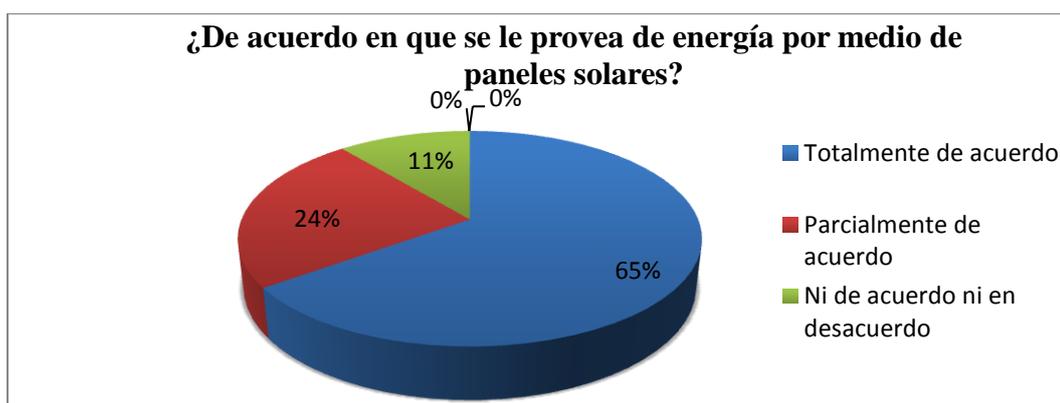
**TABLA N° 12**

ITEMS	ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
6	Totalmente de acuerdo	60	65
	Parcialmente de acuerdo	22	24
	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	10	11
	Parcialmente en desacuerdo	0	0
	Totalmente en desacuerdo	0	0
	<b>TOTAL</b>		92

**Fuente:** Moradores Sector El Tablazo

**Elaborado por:** Álvaro Reyes Vera

**GRÁFICO N° 6**



**Fuente:** Moradores Sector El Tablazo

**Elaborado por:** Álvaro Reyes Vera

### **Análisis**

De acuerdo a los resultados detallados en el Gráfico N° 6 los habitantes respondieron de la siguiente manera el 65% manifestó estar totalmente de acuerdo, el 24% estar parcialmente de acuerdo, el 11% dijo estar ni de acuerdo ni en desacuerdo; con esta información se concluye que los moradores están de acuerdo en que se les brinde energía eléctrica por medio de los paneles fotovoltaicos, los mismos que serán administrados de acuerdo a las necesidades individuales de cada usuario.

**Séptima pregunta: ¿Cuál sería el valor máximo, como tasa mensual, que estaría dispuesto a pagar por mantenimiento de equipo fotovoltaico?**

**TABLA N° 13**

ITEMS	ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
7	Entre \$4 y \$5.99	15	16
	Entre \$6 y \$7.99	22	24
	Entre \$8 y \$9.99	50	55
	Entre \$10 y \$11.99	5	5
	<b>TOTAL</b>	92	100

**Fuente:** Moradores Sector El Tablazo

**Elaborado por:** Álvaro Reyes Vera

**GRÁFICO N° 7**



**Fuente:** Moradores Sector El Tablazo

**Elaborado por:** Álvaro Reyes Vera

### **Análisis**

En el Gráfico N° 7 el 16% de encuestados respondieron que pagarían hasta un máximo de 4 y 5,99 dólares, el 24% dijo que pagaría entre 6 y 7,99 dólares, mientras que el 55% dijo entre 8 y 9,99, finalmente el 5% dijo entre 10 y 11,99 dólares. Los habitantes concuerdan en su mayoría pagar un valor por mantenimiento, ya que es favorable el uso de energía producida por el equipo fotovoltaico, por lo que su valor es mínimo en comparación al consumo eléctrico producido por CNEL.

**Octava pregunta: Según UD, ¿Cuántas horas como mínimo desearía contar con energía eléctrica producida por medio de los paneles solares?**

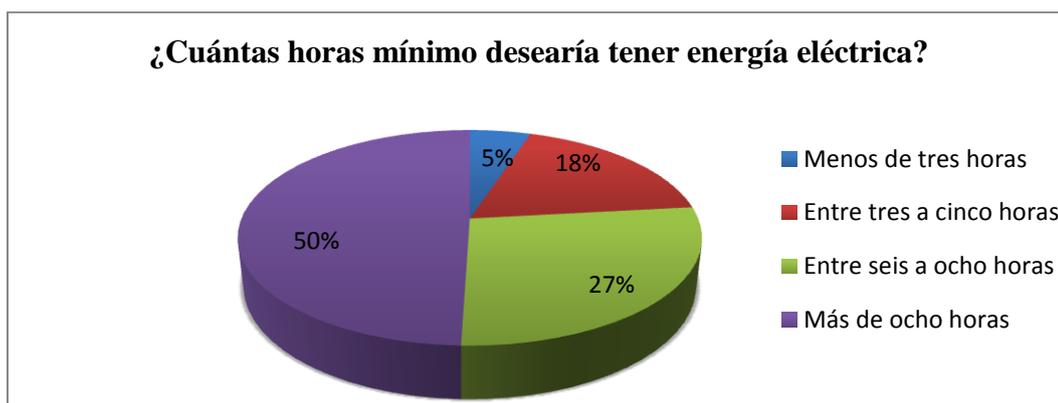
**TABLA N° 14**

ITEMS	ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
8	Entre una y dos horas	5	5
	Entre tres a cinco horas	17	18
	Entre seis a ocho horas	25	27
	Más de ocho horas	45	49
	<b>TOTAL</b>	92	100

**Fuente:** Moradores Sector El Tablazo

**Elaborado por:** Álvaro Reyes Vera

**GRÁFICO N° 8**



**Fuente:** Moradores Sector El Tablazo

**Elaborado por:** Álvaro Reyes Vera

### **Análisis**

En respuesta a la interrogante planteada los habitantes del sector El Tablazo se detalla en el Gráfico N° 8 que el 5% dijeron entre una y dos horas, el 18% dijo entre tres y cinco horas, el 27% manifestó que entre seis y ocho horas, en tanto que el 49% dijo que más de ocho horas; se concluye que en su mayoría desean tener energía eléctrica por más de ocho horas, pudiendo de esta forma contar con un suministro ininterrumpido de energía eléctrica.

**Novena pregunta: ¿Considera usted que con la implementación de paneles solares que generen energía eléctrica se lograría reducir la energía suministrada por CNEL?**

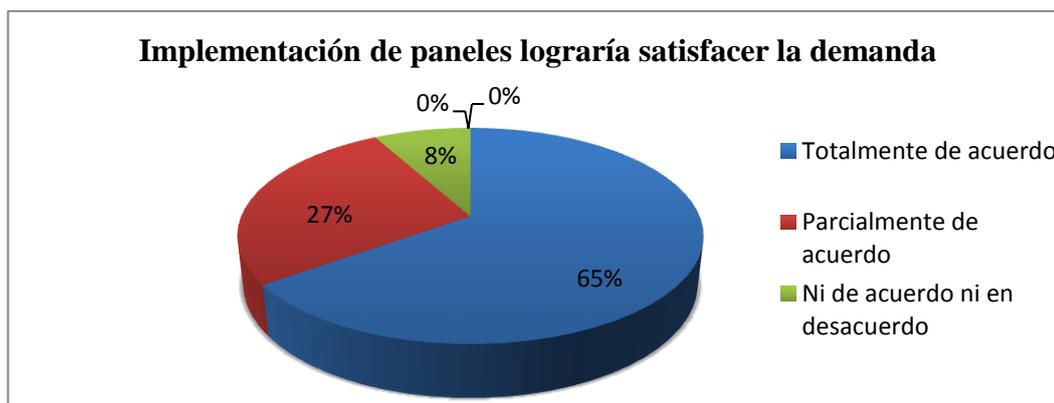
**TABLA N° 15**

ITEMS	ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
9	Totalmente de acuerdo	60	65
	Parcialmente de acuerdo	25	27
	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	7	8
	Parcialmente en desacuerdo	0	0
	Totalmente en desacuerdo	0	0
	<b>TOTAL</b>		92

**Fuente:** Moradores Sector El Tablazo

**Elaborado por:** Álvaro Reyes Vera

**GRÁFICO N° 9**



**Fuente:** Moradores Sector El Tablazo

**Elaborado por:** Álvaro Reyes Vera

### **Análisis**

En el Gráfico N° 9 se detalla que el 65% de los habitantes dijeron estar totalmente de acuerdo, el 27% dijo estar parcialmente de acuerdo, el 8% manifestó estar ni de acuerdo ni en desacuerdo; con esta información se puede concluir que los encuestados están de acuerdo en contar con paneles fotovoltaicos que puedan satisfacer la demanda de energía eléctrica en el sector El Tablazo.

### **2.1.5. Conclusiones**

De acuerdo a los resultados obtenidos por medio de la implementación de la encuesta a los moradores del Sector El Tablazo, se tienen las siguientes conclusiones:

- Las familias que habitan en el Sector El Tablazo tienen un consumo promedio de electricidad de 100 a 150 kw por mes, por lo cual su pago promedio mensual por el servicio eléctrico se encuentra entre los \$20 a \$25, valor que se vería ampliamente reducido si se aprovecharía la energía solar por medio de la utilización de sistemas fotovoltaicos.
- Se tiene un desconocimiento sobre lo que comprende la energía fotovoltaica por lo cual se debe realizar junto con la implementación del proyecto una campaña de información para que se dé a conocer los beneficios que se obtienen haciendo uso de este tipo de energía.
- Los moradores del sector a pesar de su desconocimiento en lo que respecta a energía fotovoltaica, luego de conocer las ventajas sienten el deseo de hacer uso de este tipo de generación eléctrica ya que ellos serán los primeros beneficiados en la implementación del proyecto.

## 2.2. ANÁLISIS FODA

Se ha realizado un análisis FODA del proyecto detallando en ello sus fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas, en base al presente análisis se debe tomar en cuenta la aplicación de estrategias de posicionamiento del proyecto para que presente una factibilidad positiva para su puesta en marcha. Ver Tabla N° 16.

**TABLA N° 16**  
**ANÁLISIS FODA**

<b>FORTALEZAS</b>	<b>OPORTUNIDADES</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• La energía solar es limpia, silenciosa y no daña el medio ambiente.</li><li>• Al hablar de energía solar se puede afirmar que es una energía inagotable.</li><li>• Se cuenta con el respaldo de los habitantes del sector donde serán instalados los paneles.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Escasa competencia.</li><li>• Mejor calidad de vida para las futuras generaciones.</li><li>• Ahorro de energía suministrada por la empresa de electricidad.</li><li>• Favorecimiento en la economía de las familias.</li><li>• Mejor aprovechamiento de los recursos naturales.</li></ul>
<b>DEBILIDADES</b>	<b>AMENAZAS</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Falta de información a la ciudadanía del sector El Tablazo.</li><li>• Indiferencia hacia la contaminación del medio ambiente.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• No ejecución del proyecto debido al costo de instalación del sistema.</li><li>• Familias con falta de conocimientos del uso del equipo y su mantenimiento.</li></ul>

**Fuente:** Datos de la investigación

**Elaborado por:** Álvaro Reyes Vera

## 2.3. ANÁLISIS OFERTA

En el país son pocas las empresas que ofertan sistemas solares, o que son proveedoras del equipo y servicio necesario para la ejecución de proyectos de

generación de energía eléctrica alternativa. Sin embargo se conoce de la empresa Electro Ecuatoriana con sus instalaciones ubicadas en la Ciudad de Guayaquil, empresa dedicada a la ejecución de proyectos de generación de energía limpia y que han aportado al país con la puesta en marcha de algunos de ellos, llegando a producir más de 200 megavatios, algunas de las poblaciones que han sido beneficiadas son Agoyán, Papallacta, Saymirín, Alao, Saucay, Machachí, Illuchi, San Miguel de Car, entre otras.

La energía solar fotovoltaica es, en términos sencillos, la utilización de la luz solar para producir electricidad. Su principal aplicación se ubica en zonas rurales donde no llega la red eléctrica comercial, aplicable en computadores personales, calculadoras, electro domésticos de alta eficiencia, bombeo de agua, señalización en autopistas, iluminación de jardines o zonas privadas y públicas, telecomunicaciones, industria petrolera, o en cualquier lugar donde se necesite energía eléctrica.

Por todo lo antes mencionado, se presenta factible el adquirir los sistemas fotovoltaicos a la empresa Electro Ecuatoriana, por ser la que se encuentra situada a menor distancia de la Provincia de Santa Elena y puede brindar el asesoramiento y servicio técnico para la instalación y puesta en marcha de los sistemas fotovoltaicos en el sector El Tablazo.

## **2.4. EL MERCADO DEL PROYECTO**

**El tamaño Real del Mercado en Unidades** se estima en 300 kw instalados anualmente. Esta cifra se aclara en tamaño global, más no en unidades, producto de que los módulos solares se fabrican en distintas dimensiones eléctricas.

Dentro del país, en los últimos años se ha venido trabajando en la implementación de este tipo de alternativa de energía, impulsado por la ayuda económica de entidades extranjeras preocupadas en el calentamiento global y cuidado del medio ambiente como son la Comunidad Europea y el Banco Mundial, estos proyectos han sido ejecutado mayormente en poblaciones rurales de las provincias orientales como Pastaza, Morona Santiago, Sucumbíos, Napo en donde se encuentran poblaciones sumamente alejadas de la parte urbana y por supuesto se dificulta el establecer un tendido eléctrico por medio de cable, en las poblaciones antes mencionadas su aplicación ha sido un éxito cubriendo en la mayoría de casos a todos los hogares que se asientan en estas lejanas poblaciones.

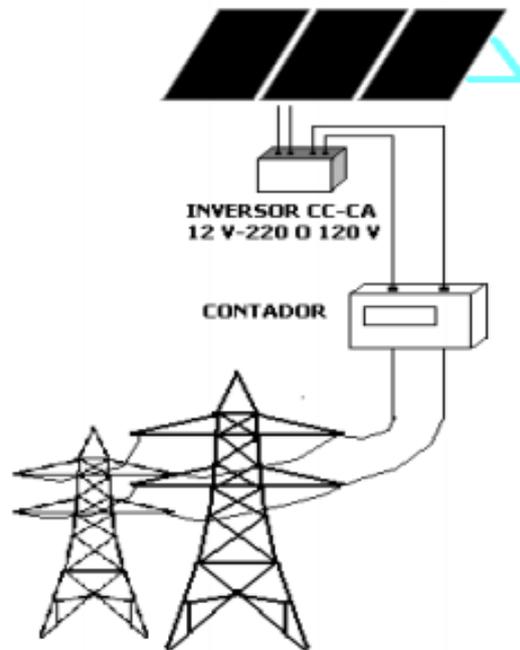
**El tamaño Real del Mercado** en valores es por wattios (precio público promedio, disminuye según el tamaño de la instalación), para cubrir la demanda de 300 kw, esta cifra incluye los equipos básicos del sistema solar fotovoltaico (paneles solares fotovoltaicos, inversor, contador).

Serán sistemas fotovoltaicos conectados a la red eléctrica de sistema distribuido, proporcionando una carga localizada, conectada también a la red eléctrica. La potencia instalada de este tipo de sistema va desde 1 a 300 kw. En ocasiones, la electricidad generada es inyectada a la red de distribución cuando la generación del sistema fotovoltaico es mayor que las cargas a alimentar en el lugar, representan una alternativa a la generación convencional centralizada para fortalecer la calidad de servicio de la distribuidora.

A continuación se detallan los elementos de un sistema conectado a la red. Ver Figura N° 13

- **Paneles Solares Fotovoltaicos:** Componentes encargados de transformar la luz en energía eléctrica.
- **Inversor:** Es el dispositivo que transforma la electricidad de corriente continua proveniente de los paneles en corriente alterna, en estos tipos de instalaciones se deberán emplear inversores de la más alta calidad (inversores sinusoidales) que convierten la corriente proveniente de los paneles en otra energía de iguales características a la de la red eléctrica.
- **Contador:** Elemento que contabiliza la cantidad de electricidad que se inyecta en la red (deberá ser un contador independiente del que registra el consumo que se hace en la red)

**FIGURA N° 13:  
ESQUEMA SISTEMA FOTOVOLTAICO CONECTADO A LA RED  
ELÉCTRICA**



**Fuente:** <http://web.ing.puc.cl> power alumno tecnologías

**Tamaño Potencial del Mercado en Unidades:** El mercado actual del consumo eléctrico a la red pública en la zona de estudio, está compuesto por 120 familias o en este caso llamados consumidores residenciales que son abonados permanentes de la Corporación Nacional de Electricidad. Para este plan, el mercado meta los representan las familias que habitan en el sector del Tablazo del Cantón Santa Elena.

Se espera el proveer de energía fotovoltaica alternativa a un porcentaje considerable de familias habitantes del sector en mención. Serán instalados 120 módulos, uno por cada familia que habita en el sector.

## 2.5. ANÁLISIS DE PRECIOS

Son pocas las empresas que se dedican a la venta de sistemas fotovoltaicos, a continuación se presenta un valor promedio correspondiente a los precios de venta del sistema fotovoltaico que aplican cuatro empresas instaladas en el país dedicadas a esta actividad.

De la investigación relacionada a los precios se obtuvo lo siguiente: Los precios de los módulos varía entre \$817 y \$1.520. Este valor depende de la cantidad de capacidad de generación que tenga el sistema, para este caso específico se utilizarán sistemas con un valor de \$950, costo que será financiado en su totalidad por el Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Santa Elena y el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable.

A pesar de que los valores por adquisición e instalación de los sistemas se encuentran cubiertos por el programa, las familias beneficiadas abonarán cada mes un valor mínimo correspondiente al mantenimiento preventivo del sistema.

Ver Tabla N° 17.

**TABLA N° 17**  
**VALOR AHORRO SISTEMAS FOTOVOLTAICOS**

<b>PAGO PROMEDIO MENSUAL CNEL</b>	<b>PAGO PROMEDIO CNEL (IMPLEMENTACIÓN SISTEMA FOTOVOLTAICO)</b>	<b>VALOR MANTENIMIENTO</b>	<b>VALOR AHORRO</b>
\$ 25	\$ 13	\$ 5	\$ 7

**Fuente:** Datos de la investigación

**Elaborado por:** Álvaro Reyes Vera

## **2.6. ESTRATEGIAS DE COMERCIALIZACIÓN**

La estrategia de comercialización primordial para los paneles fotovoltaicos dentro del ingreso al mercado de electrificación urbana será la llamada a fomentar el uso de energías alternativas y limpias, y que por medio de la cual se pretende ingresar en un sector donde no ha ofertado ninguna empresa del sector fotovoltaico y por lo tanto ningún hogar cuenta con este tipo de generación de energía.

### **2.6.1. Marketing Mix**

#### **Comunicación:**

Desarrollar la fuerza de ventas y mercadeo en cuanto a la oferta de conferencias a personas naturales influyentes, que se incluyan a representantes de los medios de comunicación regionales.

Conseguir un espacio semanal o quincenal en los principales medios de comunicación para dar a conocer los beneficios de la generación de energía fotovoltaica.

Establecer los nexos comerciales necesarios para poder brindar información necesaria en tiempo real, interactividad, contacto directo con los responsables de la instalación de los sistemas fotovoltaicos. Contratar publicidad en directorio telefónico, y en sitios en la web.

## **Producto**

El producto concreto que se va a ofrecer es el sistema solar fotovoltaico, el cual se venderá bajo el concepto de solución tecnológica para que las personas afiancen su responsabilidad con el medio ambiente, con la utilización de este sistema será posible el prescindir totalmente del suministro de la red.

## **Canales**

Directo y selectivo, por medio de la venta directa, no requerirá de la utilización de otros canales, ni distribuidores, solo de alianzas con la Corporación Nacional de Electricidad, para que pueda otorgar energía eléctrica tanto por medio del tendido eléctrico como de la energía que proveerán los sistemas fotovoltaicos.

## **Precio**

Los sistemas fotovoltaicos que se desean instalar en el sector El Tablazo serán otorgados en calidad de donación a todas las familias que allí habitan, el financiamiento para la adquisición e instalación será por medio del programa “Proyecto Techo Solar Ecuador”, auspiciado por el Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Santa Elena.

## **2.7. ASPECTOS ORGANIZACIONALES Y LEGALES**

Las leyes ecuatorianas, específicamente en ley del régimen del sector eléctrico expresa:

“La presente ley regula las actividades de generación de energía eléctrica que se origine en la explotación de cualquier tipo de fuente de energía, cuando la producción de energía es colocada en forma total o parcial en el sistema nacional interconectado, o en sistema de distribución y los servicios públicos de transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica así como también su importancia y exportación. Tales actividades y servicios podrán ser delegados al sector privado de conformidad con lo previsto en esta ley”.

Es importante recalcar que las fuentes de energía no convencionales están contempladas en dicha ley “fomentar el desarrollo y uso de los recursos energéticos no convencionales a través de los organismos públicos, las universidades y las instituciones privadas.”

Es así que la ley favorece la utilización de energías no convencionales, como fuente de energía a ser explotada y ser abalizadas por los organismos de control para posibles aplicaciones que estos sistemas brindan.

En la actualidad se han construido varias aplicaciones con energías no convencionales y que fueron fomentados por la misma ley:

“El estado fomentará el desarrollo y uso de los recursos energéticos no convencionales a través de los organismos públicos, la banca de desarrollo, las universidades y las instituciones privadas.

El CONELEC asignará con prioridad fondos del FERUM a proyectos de electrificación rural a base de recursos energéticos no convencionales tales como; energía solar, eólica, geotérmica, biomasa y otras de similares características.

Cuyos proyectos son enfocados a satisfacer necesidades básicas a sectores donde la energía convencional tardaría muchos años en llegar.

En la actualidad se han implementado varios sistemas de energía solar fotovoltaica aisladas, las mismas que satisfacen bajas potencias de consumo a viviendas unifamiliares, escuelas o colegios, centros de salud y sistemas de bombes de agua.

“Electrificación rural y urbano marginal”

El estado promoverá los proyectos de desarrollo de electrificación destinadas a la provisión de agua potable, preferentemente en las poblaciones ubicadas en las provincias fronterizas, en la Amazonía y Galápagos.

El financiamiento de los programas de electrificación rural estará a cargo del fondo de electrificación rural y urbano – marginal, FERUM, que contará como valor inicial con los recursos actualmente existentes en el fondo de Electrificación Rural y Urbano – Marginal y Fondo Nacional de Electrificación previsto en la Ley Básica de Electrificación; por lo recaudado para esta finalidad, a partir de la expedición de esta Ley, y el Fondo Especial para Conexiones de Servicios a Consumidores de Bajos Ingresos, promulgada mediante Decreto No. 459- B en el Registro Oficial N° 831 de 24 de junio de 1975 y sus reformas.

En lo sucesivo, se incrementará con la suma resultante de la facturación que harán los generadores y los distribuidores a los consumidores de categoría comercial e industrial, del 10% adicional sobre el valor neto facturado por suministro de servicio eléctrico, sin considerar ningún otro valor.

El retraso en el pago de los valores facturados a los clientes y recaudados por las empresas eléctricas de generación y distribución por concepto del FERUM, causará el pago de los correspondientes intereses de mora.

La identificación y planificación de los proyectos de electrificación rurales y urbanos marginales, estará a cargo de las empresas distribuidoras, en cuya circunscripción se fueren a ejecutar, en coordinación con los consejos provinciales y las correspondiente municipalidades y se someterán a la aprobación del Consejo Nacional de Electricidad, CONELEC.

El Consejo Nacional de Electricidad, CONELEC, deberá aprobar los proyectos de electrificación rurales y urbanos marginales y los presupuestos a desarrollarse en un ejercicio anual, hasta el 31 de octubre del año inmediato.

## **CAPÍTULO III**

### **ESTUDIO TÉCNICO**

#### **3.1. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO**

##### **3.1.1. Macro Localización**

El proyecto piloto estará ubicado en la Provincia de Santa Elena, en el Cantón Santa Elena, capital de la provincia. El lugar destinado para la implantación del sistema fotovoltaico es para 10 casas puesto que en cada casa habita una familia.

Los límites territoriales del sector son:

**Norte:** Ruta Spondylus

**Sur:** Centro del Cantón Santa Elena

**Este:** Océano Pacífico

**Oeste:** Cantón Guayaquil

##### **3.1.2. Micro Localización**

La microlocalización permite determinar el sitio exacto donde se establecerá el proyecto, en este caso no se hará uso de métodos para la toma de decisión óptima,

puesto que ya se ha determinado por medio de la encuesta aplicada a los habitantes del sector la factibilidad de instalación de los sistemas.

El sector que se determinó para la puesta en marcha del proyecto comprende el sector habitado por familias del Cerro El Tablazo. Ver Imagen N° 1.

### **IMAGEN N° 1 UBICACIÓN DEL PROYECTO**



**Fuente:** Google Earth

### **3.2. CAPACIDAD DE GENERACIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO**

Un sistema fotovoltaico puede alcanzar a producir la mayor cantidad de electricidad cuanto más tiempo se encuentre despejado el cielo. Un sistema de 1 Kwh puede producir de 1.400 kilovatios hora a 2.000 kwh al año, dependiendo de la capacidad del sistema fotovoltaico.

En la Tabla N° 18 se detalla la demanda de energía de las 10 familias que serán beneficiadas como prueba piloto con los paneles fotovoltaicos.

Se presenta en la tabla la cantidad de equipos que más consumen energía y poseen por lo general las viviendas del sector el Tablazo, la cual se tomará como demanda de energía de todas las viviendas.

**TABLA N° 18**  
**CÁLCULO DE LA DEMANDA DE ENERGÍA POR CASA**

<b>Casa</b>				
<b>Cálculo de la demanda</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Equipo</b>	<b>Voltaje (V)</b>	<b>Potencia (W)</b>	<b>Potencia total (W)</b>
<b>A</b>	<b>B</b>		<b>C</b>	<b>D=(A*C)</b>
<b>6</b>	Lámpara fluorescente	110	75	450
<b>1</b>	Radio grabadora mediana	110	100	100
<b>1</b>	Televisor	110	150	150
<b>1</b>	Refrigeradora	110	630	630
<b>1</b>	Cocina de inducción	220	3000	3000
<b>1</b>	Licuadora	110	150	150
<b>Potencia total instalada (w) (1)</b>				4.480
<b>Factor de utilización (2)</b>				0,80
<b>Demanda Máxima (w) (1*2)</b>				3.584
<b>KW</b>				3,58
<b>WH/12 horas</b>				43008

**Fuente:** Datos de la investigación

Con base en los datos obtenidos se procederá al cálculo de la producción de energía del sistema fotovoltaico que trabajará media jornada es decir 12 horas. Ver Tabla N° 19.

**TABLA N° 19**  
**CÁLCULO DE PRODUCCIÓN DE ENERGÍA DEL SISTEMA**  
**FOTOVOLTAICO**

Descripción		Cantidad	Unidad
Consumo diario	F	43008	WH/DÍA
Potencia Panel solar	G	2000	WATT
Factor de soleación diaria promedio constante	H	5,9	H SOL/DÍA
Cantidad de energía de un panel	I=G*H	11800	WH/DÍA
Número de paneles	J=F/I	3.64	UNIDAD
Tensión de sistema	K	120	VDC
Cantidad de amperios horas requeridas para el sistema de 120v	L=F/K	358,4	AH

**Fuente:** Datos de la investigación

La capacidad de producción que necesita el sistema es la misma que se indica en el voltaje nominal del sistema.

$$Cap = \frac{E_T [Wh/día]}{V_n [V]}$$

$$Cap = \frac{43008Wh/día}{120V}$$

$$Cap = 358,4 \text{ Ah/día}$$

### 3.3. PRODUCCIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICA

Los niveles de voltaje utilizados generalmente en sistemas fotovoltaicos son entre los 12,24 o 48v. En este caso debido a que el sistema deberá producir una cantidad de energía para un hogar completo se escogió el trabajar con sistemas

fotovoltaicos híbridos que generen 110 V. La principal ventaja que tiene este sistema es que al aumentar la tensión disminuye la corriente en los conductores que conectan el generador fotovoltaico, regulador y la batería, por lo que pueden emplearse cables de sección más pequeña manteniendo la regulación de voltaje dentro de los límites aceptables.

Cada panel fotovoltaico generará una cantidad de energía de 2000 watts, ya que los paneles serán utilizados por medio tiempo es decir 12 horas de las 24 que dura el día. Para lo cual se utilizará cuatro paneles fotovoltaicos para el consumo de energía de cada familia.

Una ventaja adicional de este sistema es que se pueden colocar más paneles en serie, lo que disminuye la corriente de cortocircuito del generador y por consiguiente se reduce la corriente máxima que deberá manejar el regulador, con lo que se reducen los costos asociados a la compra de este tipo de equipos.

### **Cálculo de la Capacidad Efectiva del Sistema Fotovoltaico**

$$\mathbf{F\acute{O}RMULA : } Cap_{efec} = \frac{Cap}{(1 - D)}$$

$$Cap_{efec} = \frac{358,4Ah/d\acute{a}a}{(1 - 10\%)}$$

$$Cap_{efec} = 398.22 Ah/d\acute{a}a$$

### **Cálculo Capacidad Total Sistema Fotovoltaico**

$$\mathbf{FÓRMULA: } Cap_T = \frac{Cap_{efec}}{(1 - R_{fut})}$$

$$Cap_T = \frac{398.22 \text{ Ah/día}}{(1 - 10\%)}$$

$$Cap_T = 442.46 \text{ Ah/día}$$

### **Cálculo de los Sistemas de Acumulación (baterías)**

#### **Capacidad del Banco de Baterías**

Días mínimo de autonomía = 3 días.

$$\mathbf{FÓRMULA: } Cap_{BAT} = \frac{Cap_T \times n}{PDD}$$

Donde PDD es la profundidad de descarga de la batería

$$Cap_{BAT} = \frac{442.46 \times 3}{0.6}$$

$$Cap_{BAT} = 2212.33 \text{ Ah}$$

De acuerdo al cálculo obtenido de capacidad de la batería a instalarse en conjunto con el sistema fotovoltaico se determina que las baterías estacionarias son las más adecuadas de acuerdo a sus características de descarga lenta y recarga ajustándose a las necesidades del sistema.

### **Consumo Eléctrico Real**

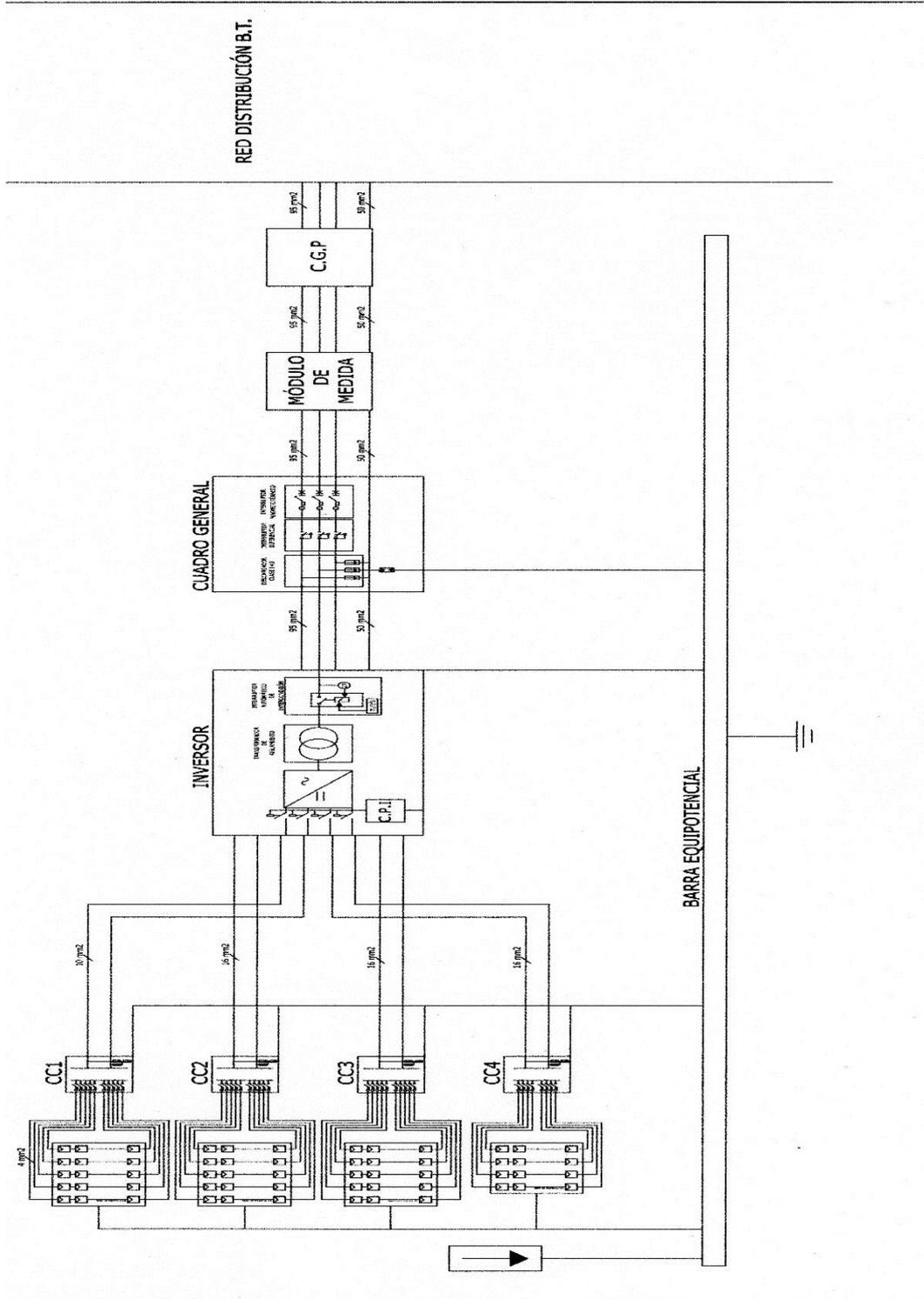
El primer paso en el diseño de los componentes consiste en estimar la cantidad total de energía que el sistema de generación deberá poder suministrar a las cargas conectadas en cada uno de los sistemas fotovoltaicos instalados en los hogares.

Se tiene que el consumo eléctrico individual estimado de las 100 familias es de 43008 wh, cuyo panel tendrá una capacidad de 2000 watts, para poder satisfacer las necesidades que tienen cada una de las familias que habitan en el cerro.

### **3.4. DISEÑO Y PLANOS DE LA INSTALACIÓN DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA.**

En la Figura N°14 se presentan el esquema eléctrico y diagrama de instalación de los sistemas fotovoltaicos:

**FIGURA N° 14**  
**ESQUEMA ELÉCTRICO SISTEMA FOTOVOLTAICO**



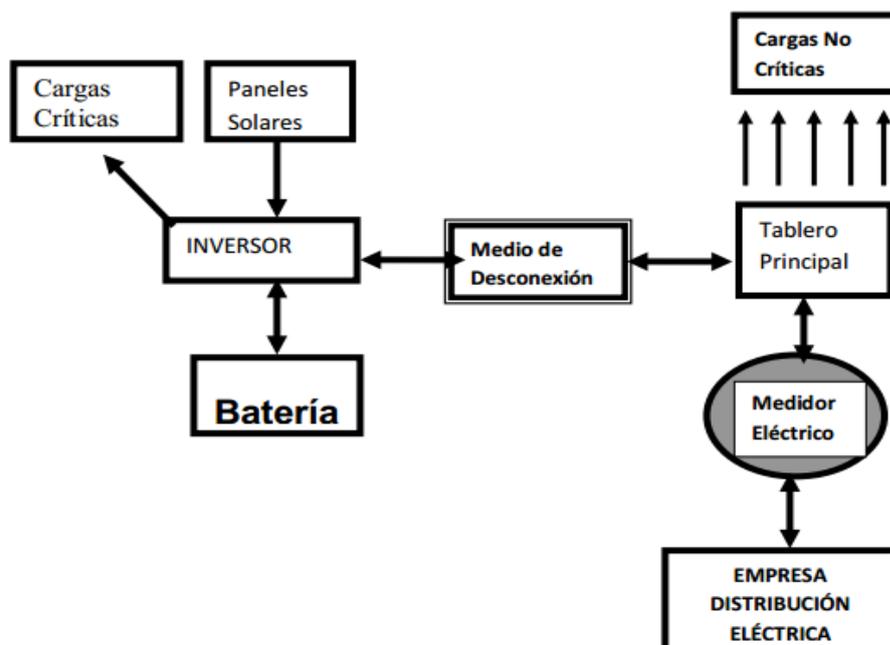
Fuente: Datos de la investigación  
 Elaborado por: Álvaro Reyes

## Explicación del diagrama

Como se evidencia en la Figura N° 14 que corresponde al esquema eléctrico del sistema fotovoltaico, se tienen 4 paneles solares, los cuales son generadores de energía, estos a su vez enviarán la energía al inversor, el cual transforma la energía para ser acumulada en el cuadro general y este a su vez envía la energía al módulo de medida, que es el encargado de la distribución de la energía a los hogares.

La Figura N° 15 muestra la instalación de un sistema fotovoltaico.

**FIGURA N° 15**  
**ORGANIGRAMA INSTALACIÓN SISTEMA FOTOVOLTAICO CON BATERÍAS**



Fuente: [www.impuls-solar.com](http://www.impuls-solar.com)

Las celdas fotovoltaicas tienen que ser ubicadas sobre los paneles en que serán montadas bajo una configuración rectangular simple, estos deben tener una inclinación hacia el sur geográfico con una pequeña inclinación en relación al horizonte, el cual indica el ángulo adecuado para poder obtener una máxima ganancia durante la época de invierno.

Como una norma general, los paneles deben tener una orientación en la que la superficie colectora se encuentre de forma perpendicular hacia el sol del mediodía, obteniendo de esta forma un rendimiento apropiado.

Los paneles deben montarse teniendo en cuenta una distancia de 5 cm, permitiendo de esta forma una correcta circulación del aire por los lados inferiores, evitando el calentamiento en forma excesiva causando la disminución del rendimiento de la generación de energía.

Para que un sistema fotovoltaico pueda ser eficiente y confiable durante el tiempo de su vida útil, se necesita darle una importancia relevante a la instalación y montaje del sistema, ya que cualquier defecto puede inducir a una disminución considerable tanto de su eficiencia como de su vida útil.

Los sistemas híbridos conectados a la red eléctrica son conocidos por requerir de poco mantenimiento, puesto que no requieren de cambio de piezas móviles o alguna pieza sometida al desgaste además tampoco se debe hacer cambio de

lubricantes. La experiencia en cuanto a la utilización de este tipo de sistemas en otros proyectos ha demostrado que son mínimas las posibilidades de daño si la instalación se la ha realizado adecuadamente y se ha efectuado un mantenimiento preventivo del sistema.

Para el mantenimiento preventivo del sistema fotovoltaico se tomarán las siguientes acciones:

- Se limpiarán de manera sistemática la cubierta frontal del vidrio de los paneles solares fotovoltaicos, esta debe efectuarse con agua y un paño suave, en caso de ser necesario emplear detergente.
- Se debe verificar que no exista terminales rotos o flojos, las conexiones deben estar bien apretadas y que los conductores se encuentren en buenas condiciones.
- Se verificará la estructura del soporte del panel que se encuentre en buenas condiciones, en el caso de que la estructura se encuentra con óxido se la debe tratar con pintura anti-óxido.

Este mantenimiento se lo realizará tres veces al año y su costo será de \$5 valor que se cobrará por cada sesión de mantenimiento, con este mantenimiento preventivo se calcula que el sistema fotovoltaico en cada una de sus partes funcione en el siguiente tiempo:

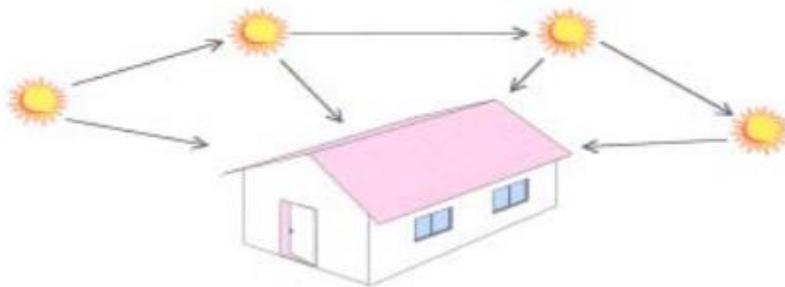
- Paneles solares – 25 años
- El controlador – 10 años
- La batería o acumulador – 3 años

### 3.4.1. Ubicación de los Elementos de un Sistema Fotovoltaico

#### a) El módulo

Los módulos serán colocados en un espacio libre de interferencias para que puedan llegar los rayos UV directamente hasta los paneles del sistema fotovoltaico, es por esto que los techos de las casas del sector deben tener el espacio correcto para la instalación de los módulos, teniendo en cuenta la inclinación hacia la dirección del sol. Ver Imagen N° 2.

**IMAGEN N° 2**  
**MODULO A IMPLEMENTARSE**



**Fuente:** [www.solorzano.com.mx](http://www.solorzano.com.mx)

## **b) Soporte de Módulos**

La función principal de los soportes es sujetar al módulo, colocándolo en forma en que debe estar orientada hacia el sentido de mayor alineación con el sol, esto posibilita que los rayos del sol choquen sobre la superficie del módulo la mayor parte del día, y así se obtiene la mayor generación de energía del módulo fotovoltaico. Ver Imagen N° 3.

**IMAGEN N° 3**  
**SOPORTE DE PANELES**



**Fuente:** [www.solorzano.com.mx](http://www.solorzano.com.mx)

## **c) El controlador**

Este sirve para regular y ajustar a la carga de corriente directa que sale del panel ya que está en función de la radiación solar y puede sobrepasar la capacidad de las baterías. La función primordial del regulador de carga es proteger a las baterías contra las sobrecargas y contra sobre descargas.

El controlador debe estar colocado en un lugar protegido de la intemperie (de preferencia dentro de la casa), procure que la distancia entre éste y el módulo sea menor a 5 metros y la distancia entre el controlador y el acumulador sea menor a 1.5 metros (para el tendido del cable), de esta forma se minimizará las pérdidas de energía en el cable haciendo más confiable y eficiente el sistema. Ver Imagen N° 4.

#### **IMAGEN N° 4 CONTROLADOR DE PANEL**



**Fuente:** [www.solorzano.com.mx](http://www.solorzano.com.mx)

Se debe verificar la polaridad tanto positiva (+) como negativa (-) en los terminales que se van a conectar además de la correspondencia entre los accesorios y los equipos.

#### **d) El acumulador**

Se debe buscar un lugar protegido de la intemperie (puede ser dentro de la casa), con buena ventilación, para evitar la acumulación de gases generados por el

acumulador. Colocar la batería de preferencia sobre una tarima de madera, protegiéndola del manejo de niños tomando en cuenta las limitaciones de distancia en el cable mencionado en el controlador. Nunca colocar el acumulador directamente sobre el piso. Ver Imagen N° 5.

**IMAGEN N° 5**  
**ACUMULADOR**



**Fuente:** [www.solorzano.com.mx](http://www.solorzano.com.mx)

### **3.4.2. Interconexión del Sistema Fotovoltaico**

#### **Conexión de Módulos**

La conexión del módulo se lo observa en la Imagen N° 5 y se tiene que ejecutar las siguientes acciones:

- Revisar y preparar el módulo fotovoltaico.

- Revisar y preparar los cables eléctricos para la conexión.
- La distancia y el cable que se va a utilizar para la conexión en el módulo como también entre el modulo al regulador de carga es de 10 metros de conductor bipolar vulcanizado 12 AWG, flexible apropiado para exteriores.
- Pelar el cable e introducirlo desnudo por el orificio de la caja de terminales que se encuentra en la parte posterior del módulo.
- Luego hacer las conexiones en las cajas de terminales (borne positivo y borne negativo). Cable rojo para el positivo y cable negro para el negativo.
- Apretar el tornillo fuertemente con un destornillador del tamaño adecuado.
- Después de haber hecho las conexiones en el módulo, se procede a hacer el montaje en el soporte.

**IMAGEN N° 5**  
**CONECTOR DE MÓDULOS**



**Fuente:** [www.solorzano.com.mx](http://www.solorzano.com.mx)

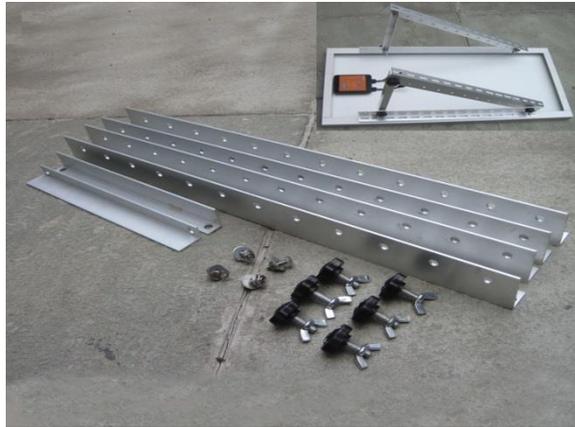
## **Conexiones con el Soporte**

Este procedimiento se hace con el soporte echado en el suelo antes de levantarlo.

Ver Imagen N° 6.

- Los módulos se fijan al soporte utilizando los agujeros que tienen en el marco del módulo.
- Los pernos deben ser colocados de adentro hacia fuera (la tuerca se coloca por afuera). Siendo su orden: La arandela plana delgada a la cabeza del perno. La arandela de presión pegada a la tuerca (entre ellas van el módulo y su soporte).
- Poner los cuatro tornillos de acero inoxidable del módulo sin apretarlos, realizando esta operación cuando ya estén todos colocados.
- El soporte debe tener una inclinación de 20° respecto a la horizontal.
- El soporte (estructura) debe estar orientado siempre mirando hacia el norte.
- Luego se levanta el soporte, ubicándolo en el lugar elegido, que esté libre de sombras y deberá a su vez ser fijada en suelo y ofrecer la resistencia suficiente para soportar el empuje del viento.

## IMAGEN N° 6 SOPORTES DEL MÓDULO

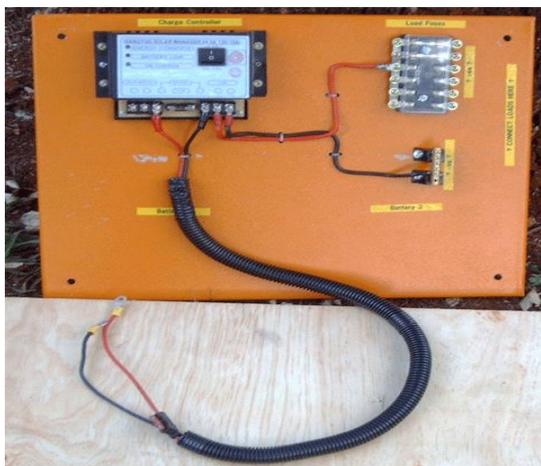


Fuente: [www.solorzano.com.mx](http://www.solorzano.com.mx)

### Conexiones al Regulador de Carga

- Luego se procede a conectar el cable (positivo y negativo) procedente del módulo a las conexiones del regulador en el lugar de panel, respetando las polaridades. Ver Imagen N° 7.

## IMAGEN N° 7 CONEXIÓN DEL REGULADOR DE CARGA



Fuente: [www.solorzano.com.mx](http://www.solorzano.com.mx)

## Instalación del Regulador

- Instalar en posición vertical la base en la pared por medio de clavos y / o tornillos.
- Ubicar en el interior de la casa en un lugar visible, con el fin de poder vigilar el estado de las señales luminosas, a una altura mínima de 1.50 m. Sobre la posición de la batería.
- Seguidamente montar el regulador sobre una base de madera, prensando con los tornillos de madera con ayuda del destornillador.
- Luego instalar el interruptor termo magnético de 10 Amperios (unidad de corriente) o una caja porta fusibles (con un fusible de protección de 10 Amperios) este componente sirve para la protección del regulador. En caso de un corto circuito que puede producirse en las luminarias, televisor o radio. Ver Imagen N° 8.

### IMAGEN N° 8 INTERRUPTOR TERMO MAGNÉTICO



Fuente: [www.solorzano.com.mx](http://www.solorzano.com.mx)

- Es necesario indicar que para todas las conexiones en los terminales del regulador, debe liberar los tornillos (con el destornillador) de los terminales hasta que quede libre el agujero de conexión, así mismo el pelado de los cables que van conectados a los terminales debe ser aproximadamente 1 cm.
- Luego introducir el cable en el agujero de conexión del terminal y ajustar el tornillo hasta que el cable quede firmemente sujeto.
- Al conectar los cables de la batería, el módulo y las luminarias siempre debe empezar primero por el terminal negativo y luego por el terminal positivo.

**IMAGEN N° 9**  
**CONEXIÓN A BATERÍA**



**Fuente:** [www.solorzano.com.mx](http://www.solorzano.com.mx)

El regulador dispone de tres pares de conexiones (terminales), a los que se deberá conectar la batería, el módulo y los equipos de consumo (luminarias, TV. Radio). Es muy importante observar el siguiente orden de conexionado. Ver Imagen N° 9.

**Conectar Negativo y Positivo de la Batería:** Esta conexión activa el sistema de regulación y todo su sistema de control dispone así de alimentación estable.

**Conectar Negativo y Positivo del Módulo Fotovoltaico:** Para evitar que se produzcan chispas, debe hacerse cuando no haya mucha luz, o bien con los módulos cubiertos de modo que no reciban luz. Ver Imagen N° 10.

**Conectar Negativo y Positivo del Consumo:** Puntos de tomacorrientes.

### IMAGEN N° 10

#### CONECTOR POSITIVO Y NEGATIVO



Fuente: [www.solorzano.com.mx](http://www.solorzano.com.mx)

#### Instalación de la Batería

- Revisar, preparar los cables eléctricos y la batería.
- La distancia y cable a utilizar para la conexión de batería como también de batería al regulador de carga es de 2 metros de conductor bipolar vulcanizado 12 AWG, flexible para exteriores.
- Retirar la cubierta exterior del cable, desnudando los cables negro (negativo) y rojo (positivo), dejando un espacio sin recubrimiento de 15 a 20 cm. Ver Imagen N° 11.

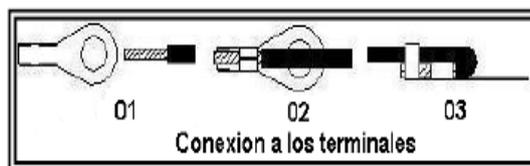
## IMAGEN N° 11 BATERÍA



Fuente: [www.solorzano.com.mx](http://www.solorzano.com.mx)

- Luego hacer la conexión de los terminales tipo “ojo” en el cable de la batería. (De acuerdo a la marca de la batería podría variar la forma de conector). Ver Imagen N° 12.

## IMAGEN N° 12 INDICACIONES PARA CONEXIÓN

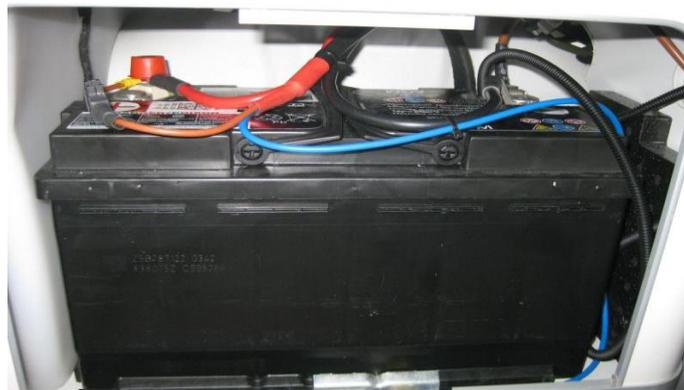


Fuente: [www.solorzano.com.mx](http://www.solorzano.com.mx)

- Hacer la conexión a la batería respetando las polaridades, debido a que puede ocasionar un corto circuito.
- Debe instalarse la batería encima de una base de madera, en un lugar protegido de la intemperie, seco y ventilado para evitar la acumulación de gases que se desprenden en el proceso de carga.

- La distancia entre la batería y el módulo deberá ser lo menor posible, para minimizar las pérdidas por caída de tensión. Ver Imagen N° 13

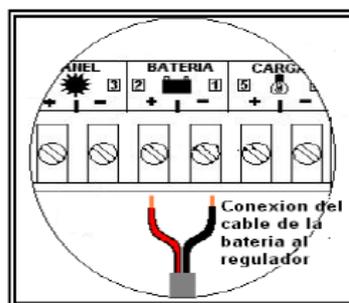
### IMAGEN N° 13 BATERÍA



**Fuente:** [www.solorzano.com.mx](http://www.solorzano.com.mx)

- Luego se procede a conectar el cable (positivo y negativo) procedente del módulo a las conexiones del regulador en el lugar de batería, respetando las polaridades. Ver Imagen N° 14.

### IMAGEN N° 14 POLARIDADES



**Fuente:** [www.solorzano.com.mx](http://www.solorzano.com.mx)

## **Conexiones con los Interruptores**

- Luego conectar el interruptor con el cable de la luminaria.
- Fijamos el interruptor en el soporte de madera previamente fijado en la pared. Ver Imagen N° 15.

### **IMAGEN N° 15 INTERRUPTORES**



**Fuente:** [www.solorzano.com.mx](http://www.solorzano.com.mx)

## **Instalación de las Baterías**

Las baterías se colocan en lugares cerrados apropiados (con ventilación suficiente) sobre rejillas fabricadas de material resistente a los ácidos. Siempre hay que seguir las instrucciones del proveedor.

Para la conexión en serie y en paralelo, dependiendo del diseño del banco de baterías, se emplea el material suministrado por el proveedor. Luego se procede al llenado de las celdas con el electrolito, evitando que caiga sobre los bornes o cables. Luego es necesario esperar por lo menos dos horas para que el electrolito

impregne las baterías. Posteriormente, habiendo verificado la polaridad, se cargan las baterías (las baterías selladas ya vienen listas para la operación)

Solamente cuando se haya verificado todo el sistema con el banco de baterías a plena carga, se puede conectar las cargas o aparatos. Ver Imagen N° 16 En resumen podemos decir que la secuencia es:

### IMAGEN N° 16 CONECTAR LAS CARGAS



Fuente: [www.solorzano.com.mx](http://www.solorzano.com.mx)

**Preparación de los Equipos:** Ubicar cada elemento del sistema en su lugar dejándolo listo para el cableado.

**Conexión del Módulo:** Conectar el módulo siguiendo las instrucciones de instalación del módulo.

**Conexión Batería – Regulador:** Conectar la batería al regulador, con lo que el regulador quedará activado.

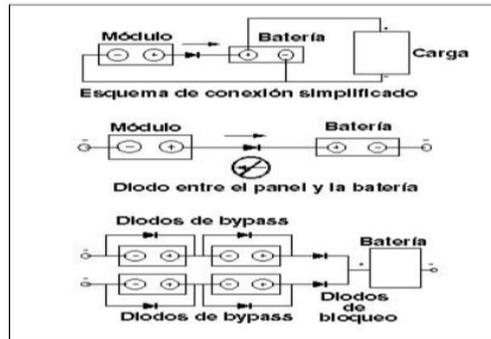
**Conexión Regulador – Módulo:** Conectar el módulo al regulador.

**Conexión Regulador – Consumo:** Conecte los equipos de consumo a la toma del regulador de carga.

La Imagen N° 17 muestra un sistema de conectores individuales.

### IMAGEN N° 17

#### CONECTORES INDIVIDUALES



Fuente: [www.solorzano.com.mx](http://www.solorzano.com.mx)

### 3.5. CALIDAD DEL SUMINISTRO DE ENERGÍA DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

Los lineamientos en relación a los parámetros de calidad que deberá cumplir la generación de energía por medio del sistema fotovoltaico serán aplicadas las siguientes normas técnicas:

#### Tensión de Servicio, Corriente y Potencia

Para un correcto funcionamiento de las cargas de corriente alternas a la red de distribución de energía local, se debe mantener la tensión del servicio de la red de electricidad entre los parámetros establecidos por los reglamentos nacionales. Se tiene que tener en cuenta que la tensión de salida del sistema fotovoltaico tiene que ser semejante a la de la red eléctrica.

## **Parpadeo**

En el momento que el sistema fotovoltaico sea puesto en operación, no debe provocar parpadeo en la tensión que sobrepase los parámetros de la red eléctrica. Estos parámetros comúnmente son dispuestos por las empresas eléctricas locales en este caso específico por la CNEL Regional Santa Elena. Si se llegase a presentar un parpadeo esto es producto de la frecuencia y nivel de la variación de tensión que exista en la red eléctrica.

## **Frecuencia**

La frecuencia de operación del sistema fotovoltaico debe ser la misma en relación a la existente en la red eléctrica pública.

## **Armónicos**

Se recomienda niveles de tensión y corriente armónicos mínimos, si se presentan niveles armónicos altos crece el riesgo de presentar desperfectos en los equipos que se encuentran vinculados a la red eléctrica. Los niveles armónicos adecuados de corriente y tensión obedecen a las características propias del tipo de distribución de energía, el uso de la red eléctrica y de los aparatos eléctricos que se encuentren conectados a la misma.

Se plantea para el caso específico del sistema fotovoltaico a instalar en el sector El Tablazo el mantener un nivel armónico de la red eléctrica en los siguientes niveles.

- 5% En la distorsión total armónica de la corriente.
- 2% En la distorsión total armónica de la tensión.
- 1% Máximo en cada armónico individual de tensión.

Los sistemas fotovoltaicos a instalar deberán de presentar un factor de potencia de retardo de fase superior a los 0.85 de carga nominal, si este valor es menor se deberá de hacer uso de técnicas de corrección relacionadas al factor de potencia.

Todos los lineamientos anteriormente enunciados serán verificados permanentemente con el fin de asegurar la calidad de energía suministrada por el sistema fotovoltaico y la correcta operación de la red. Si se llegase a reconocer alteraciones en la calidad de la energía suministrada, se procederá a la verificación y detección de su origen tomándose inmediatamente las medidas correctivas necesarias. Cabe recalcar que el propietario del sistema debe mantener el cuidado y el correcto uso del mismo.

### **3.6. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES Y MEDIDAS AMBIENTALES**

Los efectos de la energía solar fotovoltaica sobre los principales factores ambientales son los siguientes:

**Clima:** La generación de energía eléctrica directamente a partir de la luz solar no requiere ningún tipo de combustión, por lo que no se produce contaminación térmica ni emisiones de CO<sub>2</sub> que favorezcan el efecto invernadero.

**Geología:** Las células fotovoltaicas se fabrican con silicio, elemento obtenido de la arena, muy abundante en la naturaleza y del que no se requieren cantidades significativas. Por lo tanto, en la fabricación de los paneles fotovoltaicos no se producen alteraciones en las características litológicas, topográficas o estructurales del terreno.

**Suelo:** Al no producirse ni contaminantes, ni vertidos, ni el movimiento de tierra, la incidencia sobre las características físico-químicas del suelo o su erosionabilidad es nula.

**Aguas Superficiales y Subterráneas:** No se produce alteración de los acuíferos o de las aguas superficiales ni por consumo, ni por contaminación por residuos o vertidos.

**Flora y Fauna:** la repercusión sobre la vegetación es nula y, al eliminarse los tendidos eléctricos, se evitan los posibles efectos perjudiciales para las aves.

**Paisaje:** Los paneles solares tienen distintas posibilidades de integraciones, lo que hace que sea un elemento fácil de integrar y armonizar en diferentes tipos de estructuras, minimizando su impacto visual. Además, al tratarse de sistemas autónomos, no se altera el paisaje con postes y líneas.

**Ruidos:** El sistema fotovoltaico es absolutamente silencioso, lo que representa una clara ventaja frente a los generadores de motor en viviendas aisladas.

**Medio Social:** El suelo necesario para instalar un sistema fotovoltaico de dimensión media, no representa una cantidad significativa como para producir un grave impacto. Además en gran parte de los casos, se pueden integrar en los techos de las viviendas.

Por otra parte, la energía solar fotovoltaica representa la mejor solución para aquellos lugares a los que se quiere dotar de energía eléctrica preservando las condiciones del entorno.

### **3.7 ASPECTOS ORGANIZACIONALES Y LEGALES**

La Constitución Política de la república del Ecuador en relación al ambiente, manifiesta en su artículo 14 lo siguiente:

“Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir”.

Se evidencia el interés público que tiene el estado por la preservación y cuidado del medioambiente, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

El proyecto, está amparado en los estatutos del estado Ecuatoriano y que se ve comprometido con sus disposiciones partiendo desde la constitución quien es la matriz de las leyes que rigen actualmente en el país. Encontrando aquí que el Ecuador está comprometido con el buen vivir de sus habitantes y además con la preservación del medio ambiente, esto nos da la vialidad de encontrar nuevas tendencias innovadoras de generación eléctrica para cubrir las zonas donde las empresas comercializadoras aun no pueden llegar con el servicio eléctrico debido a las distancias y costo que esto implica.

## CAPÍTULO IV

### ESTUDIO ECONÓMICO Y FINANCIERO

#### 4.1. Inversiones Totales

##### 4.1.1. Inversión Fija del Sistema Fotovoltaico

**TABLA N° 20**

<b>INVERSIÓN FIJA</b>	
CONSTRUCCIONES (Ensamblaje)	\$ 6.334,70
ACTIVOS	\$ 3.450,00
<b>SUMAN</b>	<b>\$ 9.784,70</b>
IMPREVISTOS DE INVERSIÓN FIJA	\$ 489,23
<b>TOTAL DE LA INVERSIÓN FIJA</b>	<b>\$ 10.273,93</b>

En la Tabla N° 20 se tomarán en consideración para el cálculo de la inversión fija, la construcción, activos, además se toman en consideración el 5% de imprevistos.

#### **Construcción**

Para el cálculo de la construcción se tomó en consideración los diferentes trabajos a realizarse como las estructuras metálicas, armaduras de refuerzos, las instalaciones eléctricas como los cables, las cajas de conexiones, tomas y controles, tableros metálicos de electricidad e interruptores termomagnéticos, es decir, los breakers. Ver Tabla N° 21.

**TABLA N° 21**  
**CONSTRUCCIÓN**

<b>ITEM</b>	<b>TRABAJOS A REALIZARSE</b>	<b>COSTO</b>
1	Estructuras- Infraestructura de metal	\$ 200,00
2	Estructuras- Armaduras de refuerzo	\$ 80,00
3	Instalaciones eléctricas- Cables	\$ 500,00
4	Instalaciones eléctricas - Cajas de conexión	\$ 286,50
5	Instalaciones eléctricas - Tomas y controles	\$ 420,87
6	Instalaciones eléctricas - Tableros metálicos de electricidad	\$ 3.118,61
7	Instalaciones eléctricas - Interruptores termomagnéticos (breakers)	\$ 1.050,00
<b>SUBTOTAL</b>		<b>\$ 5.655,98</b>
<b>IVA</b>		<b>\$ 678,72</b>
<b>TOTAL CONSTRUCCIONES</b>		<b>\$ 6.334,70</b>

Los activos se calcularán tomando en cuenta lo siguiente:

Equipos, repuestos y accesorios, equipos de computación, los costos del estudio, la capacitación que se va a utilizar para la implementación del presente trabajo.

Ver Tabla N° 22.

**TABLA N° 22**  
**ACTIVOS**

<b>ACTIVOS</b>	
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>COSTO (\$)</b>
REPUESTOS Y ACCESORIOS	\$ 1.850,00
EQUIPOS DE COMPUTACIÓN	\$ 500,00
COSTO DEL ESTUDIO	\$ 400,00
CAPACITACIÓN	\$ 700,00
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 3.450,00</b>

#### 4.1.2. Capital Operativo

En la Tabla N° 23 se detalla el capital operativo

**TABLA N° 23**

<b>CAPITAL DE OPERACIONES</b>	
<b>EGRESOS</b>	
<b>DENOMINACIÓN</b>	<b>COSTO (\$)</b>
MATERIALES DIRECTOS	\$ 13.959,30
MANO DE OBRA DIRECTA	\$ 2.160,00
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 16.119,30</b>

Para el cálculo del capital operativo se tomó en consideración los materiales directos, la mano de obra directa, los gastos de administración, las cuentas por cobrar en los que se incurrió para la realización del presente proyecto.

En la Tabla N° 24 y 25 se detallan los rubros en los que se incurrió para el cálculo del capital de operaciones.

#### **Materiales Directos**

En la Tabla N° 24 se detallan los materiales directos

**TABLA N° 24**

<b>Materiales directos</b>	c/u	Total 10 Paneles
Panel solar Kyocera kd 140	655,00	6.550,00
Batería 115 Ah enersol OPzS Classic solar	230,00	2.300,00
Regulador solar Steca Tarom 245	180,33	1.803,30
<b>SUB TOTAL</b>	1.065,33	10.653,30
<b>Materiales para instalaciones eléctricas</b>		
Cable concéntrico 2x14	28,60	286,00
Grapas plásticas	8,00	80,00
Amarras plásticas	12,00	120,00
Caja de madera	10,00	100,00
Soporte de metal para batería	40,00	400,00
Caja metálica para equipos	80,00	800,00
Tornillos	2,00	20,00
Caja octogonal plástica	60,00	600,00
Misceláneos	90,00	900,00
<b>Sub total</b>	330,60	3.306,00
<b>Total</b>	1.395,93	13.959,30

**Mano de obra Directa**

En la Tabla N° 25 se detalla la mano de obra.

**TABLA N° 25**

<b>Cant.</b>	<b>Mano de obra</b>	<b>Unitario</b>	<b>Total</b>
2	Electricista	\$ 400,00	\$ 800,00
2	Auxiliar electricista	\$ 340,00	\$ 680,00
2	Mantenimiento	\$ 340,00	\$ 680,00
			<b>\$ 2.160,00</b>

### 4.1.3. Gastos Financieros

En la Tabla N° 26 se detalla la amortización de la deuda

\$ 1.710,00

\$ 1.250,58

---

\$ 2.960,58

**Tabla N° 26**

<b>ANEXO: TABLA DE AMORTIZACIÓN DE LA DEUDA</b>					
<b>PRÉSTAMO:</b>	\$ 19.000,00		<b>INTERÉS:</b>	0,09	
<b>PLAZO:</b>	10	<b>AÑOS</b>	<b>ANUALIDAD</b>	\$ 2.960,58	
<b>AÑO</b>	<b>INICIO</b>	<b>ANUALIDAD</b>	<b>INTERÉS</b>	<b>AMORTIZACIÓN</b>	<b>FINAL</b>
0	\$ 19.000,00				
1	\$ 19.000,00	\$ 2.960,58	\$ 1.710,00	\$ 1.250,58	\$ 17.749,42
2	\$ 17.749,42	\$ 2.960,58	\$ 1.597,45	\$ 1.363,13	\$ 16.386,28
3	\$ 16.386,28	\$ 2.960,58	\$ 1.474,77	\$ 1.485,82	\$ 14.900,47
4	\$ 14.900,47	\$ 2.960,58	\$ 1.341,04	\$ 1.619,54	\$ 13.280,93
5	\$ 13.280,93	\$ 2.960,58	\$ 1.195,28	\$ 1.765,30	\$ 11.515,63
6	\$ 11.515,63	\$ 2.960,58	\$ 1.036,41	\$ 1.924,17	\$ 9.591,46
7	\$ 9.591,46	\$ 2.960,58	\$ 863,23	\$ 2.097,35	\$ 7.494,10
8	\$ 7.494,10	\$ 2.960,58	\$ 674,47	\$ 2.286,11	\$ 5.207,99
9	\$ 5.207,99	\$ 2.960,58	\$ 468,72	\$ 2.491,86	\$ 2.716,13
10	\$ 2.716,13	\$ 2.960,58	\$ 244,45	\$ 2.716,13	\$ 0,00
			\$ 10.605,82	\$ 19.000,00	

El préstamo se calculó sobre el valor de \$ 19.000,00, a un período de pago de 10 años, capitalizable anualmente con una tasa de interés del 9%, debiendo pagar cada año \$ 2.960,58 que es el valor de las cuotas anuales. El valor del pago anual se encuentra acorde a la tarifa consultada a los consumidores en las encuestas presentes en el Capítulo II, el cual es de 25 dólares por consumo.

#### 4.1.4. Costos Operativos

En la Tabla N° 27 se detallan los costos operativos incurridos en el proyecto:

**Tabla N° 27**

<b>COSTO UNITARIO DEL PRODUCTO EN OPERACIONES</b>	
COSTO DE PRODUCCIÓN	\$ 22.210,37
GASTOS DE FINANCIAMIENTO	\$ 2.960,58
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 25.170,95</b>
PRODUCCIÓN	40,00
COSTO UNITARIO DEL PRODUCTO	\$ 1.065,33
% DE GANANCIA	30%
VALOR DE GANANCIA	\$ 319,60
PRECIO DE VENTA AL PÚBLICO	\$ <b>1.384,93</b>

#### 4.2. Ingresos Suministro de Energía Solar

En la Tabla N° 28 se detallan los ingresos por la implementación del proyecto:

**Tabla N° 28**

<b>Precio suministro de energía</b>	<b>N° de familias</b>	<b>Ingreso mensual</b>	<b>Ingreso Anual</b>
\$ 15,00	10	\$ 150,00	\$ 1.800,00
<b>VENTA DE PANELES</b>			
<b>Número de paneles</b>	<b>Precio venta al público</b>	<b>Valor total</b>	
40,00	\$ 1.384,93	\$ 55.397,16	

### **4.3. FUENTES DE FINANCIAMIENTO**

#### **4.3.1. Privada, Pública y Mixta: Municipio, Ministerio de Energía Renovable**

El presente proyecto contará con la inversión de las entidades públicas como lo son el Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Santa Elena y el Ministerio de Energía Renovable, quienes correrán con los gastos financieros en los que se incurre para la realización del mismo. El monto que se asumirá por medio de las entidades del estado es de \$ 30.000,00, financiado a 10 años con una tasa de interés anual del 9%, con pagos anuales de \$ 4.674,60.

### 4.3.2. Calendario de Inversiones

En la Tabla N° 29 se detalla el calendario de inversiones:

**TABLA N° 29**

**CALENDARIO DE INVERSIONES**

<b>Día</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
Adquisición de los paneles												
Construcción de las bases de los paneles												
Instalación de Paneles fotovoltaicos												
Instalación de sistema eléctrico												
Instalación de tomas y controles												
Instalación de Breakers												
Capacitación operarios												
Puesta en marcha												
CAPITAL DE TRABAJO												

## CAPÍTULO V

### ASPECTOS ECONÓMICOS DE LA PROPUESTA

#### 5.1. Punto de Equilibrio

En la Tabla N° 30 se detallan los costos fijos y variables para el cálculo del punto de equilibrio.

**TABLA N° 30**

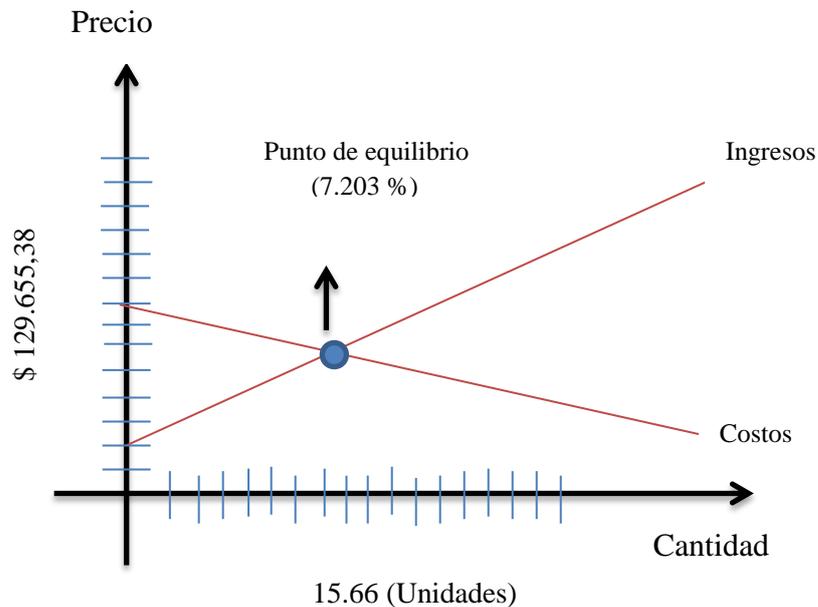
<b>CÁLCULO DEL PUNTO DE EQUILIBRIO</b>			
	<b>COSTOS FIJOS</b>	<b>COSTOS VARIABLES</b>	
<b>MATERIALES DIRECTOS</b>			
MANO DE OBRA DIRECTA		\$ 2.160,00	
<b>COSTOS DE FABRICACIÓN</b>			
a.- Mano de obra indirecta	\$ 340,00		
b.- Materiales indirectos		\$ -	
c.- Depreciaciones	\$ 4.566,73		
d.- Suministros	\$ 840,00		
e.- Reparación y mantenimiento	\$ 126,69		
f.- Seguros	\$ -		
g.- Imprevistos	\$ 1.057,64		
<b>GASTOS DE ADMINISTRACIÓN</b>			
<b>GASTOS DE VENTAS</b>			
<b>GASTOS DE FINANCIAMIENTO</b>	\$ 19.000,00		
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 25.931,07</b>	<b>\$ 2.160,00</b>	<b>\$ 28.091,07</b>

**TABLA N° 31**

PUNTO DE EQUILIBRIO=	$\frac{\text{COSTO FIJO}}{\text{VENTAS NETAS} - \text{COSTO VARIABLE}} * 100\%$	=	$\frac{\$ 25.931,07}{\$ 1.800,00 - \$ 2.160,00} * 100\%$	=	$\frac{\$ 25.931,07}{\$ 360,00} * 100\%$	=	7.203,07 %
PUNTO DE EQUILIBRIO EN DINERO=	$\frac{\text{COSTO FIJO}}{1 - \frac{\text{COSTO VARIABLE}}{\text{VENTAS NETAS}}}$	=	$\frac{\$ 25.931,07}{1 - \frac{\$ 2.160,00}{\$ 1.800,00}}$	=	$\frac{\$ 25.931,07}{1 - 1,2}$	=	$\frac{\$ 25.931,07}{0,2} = \$ 129.655,33$
PUNTO DE EQUILIBRIO EN UNIDADES=	$\frac{\text{COSTO FIJO}}{\text{INGRESO DE VENTA} - \text{COSTO VARIABLE UNITARIO}}$	=	$\frac{\$ 25.931,07}{\$ 1.800,00 - \$ 144,00}$	=	$\frac{\$ 25.931,07}{\$ 1.656,00}$	=	15,66

**GRÁFICO N° 10**

En el Gráfico N° 10 se observa el punto de equilibrio



Una vez que se han realizado los cálculos para hallar el punto de equilibrio, se tienen los siguientes datos del presente proyecto: Tomando en consideración los costos fijos, dividido para las ventas netas restado para los costos variables, todo esto multiplicado por 100 da como resultado un 7.203 % en nuestro punto de

equilibrio siendo este el porcentaje, el punto de equilibrio en dinero nos da como resultado \$129.655,38 y finalmente el punto de equilibrio en unidades arroja un resultado de 15,66 unidades que redondeado da 16 unidades. Entonces se podría decir que el presente trabajo tiene un punto de equilibrio de un 7.203% lo cual es muy bueno para la ejecución del proyecto. Ver Tabla N° 31

## 5.2. Estado de Resultado. Rentabilidades para administrar y mantener el sistema

En la Tabla N° 32 se detalla el estado de pérdidas y ganancias

**TABLA N° 32**

ESTADO DE PÉRDIDAS/GANANCIAS										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INGRESO POR VENTAS	\$ 55.397,16	\$ 1.800,00	\$ 1.980,00	\$ 2.178,00	\$ 2.395,80	\$ 2.635,38	\$ 2.898,92	\$ 3.188,81	\$ 3.507,69	\$ 3.858,46
COSTO DE PRODUCCIÓN	\$ 22.210,37	\$ 126,69	\$ 126,69	\$ 126,69	\$ 126,69	\$ 126,69	\$ 126,69	\$ 126,69	\$ 126,69	\$ 126,69
<b>UTILIDAD NETA BRUTA</b>	<b>\$ 33.186,79</b>	<b>\$ 1.673,31</b>	<b>\$ 1.853,31</b>	<b>\$ 2.051,31</b>	<b>\$ 2.269,11</b>	<b>\$ 2.508,69</b>	<b>\$ 2.772,22</b>	<b>\$ 3.062,12</b>	<b>\$ 3.381,00</b>	<b>\$ 3.731,77</b>
GASTOS DE ADMINISTRACIÓN Y GENERALES (Anexo F)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
GASTOS DE VENTAS	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>UTILIDAD NETA EN PRODUCCIÓN</b>	<b>\$ 33.186,79</b>	<b>\$ 1.673,31</b>	<b>\$ 1.853,31</b>	<b>\$ 2.051,31</b>	<b>\$ 2.269,11</b>	<b>\$ 2.508,69</b>	<b>\$ 2.772,22</b>	<b>\$ 3.062,12</b>	<b>\$ 3.381,00</b>	<b>\$ 3.731,77</b>
GASTOS DE FINANCIAMIENTO. INTERESES DE PRÉSTAMO (Anexo G)	\$ 1.710,00	\$ 1.597,45	\$ 1.474,77	\$ 1.341,04	\$ 1.195,28	\$ 1.036,41	\$ 863,23	\$ 674,47	\$ 468,72	\$ 244,45
<b>UTILIDAD EN EJERCICIO</b>	<b>\$ 31.476,79</b>	<b>\$ 75,86</b>	<b>\$ 378,54</b>	<b>\$ 710,26</b>	<b>\$ 1.073,82</b>	<b>\$ 1.472,28</b>	<b>\$ 1.908,99</b>	<b>\$ 2.387,65</b>	<b>\$ 2.912,28</b>	<b>\$ 3.487,31</b>
UTILIDADES TRABAJADORES (15%)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>UTILIDAD NETA ANTES DE IMPUESTO A LA RENTA</b>	<b>\$ 31.476,79</b>	<b>\$ 75,86</b>	<b>\$ 378,54</b>	<b>\$ 710,26</b>	<b>\$ 1.073,82</b>	<b>\$ 1.472,28</b>	<b>\$ 1.908,99</b>	<b>\$ 2.387,65</b>	<b>\$ 2.912,28</b>	<b>\$ 3.487,31</b>
IMPUESTO A LA RENTA (24%)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>UTILIDAD NETA DESPUÉS DEL IMPUESTO</b>	<b>\$ 31.476,79</b>	<b>\$ 75,86</b>	<b>\$ 378,54</b>	<b>\$ 710,26</b>	<b>\$ 1.073,82</b>	<b>\$ 1.472,28</b>	<b>\$ 1.908,99</b>	<b>\$ 2.387,65</b>	<b>\$ 2.912,28</b>	<b>\$ 3.487,31</b>
AMORTIZACIÓN DE LA DEUDA	\$ 1.250,58	\$ 1.363,13	\$ 1.485,82	\$ 1.619,54	\$ 1.765,30	\$ 1.924,17	\$ 2.097,35	\$ 2.286,11	\$ 2.491,86	\$ 2.716,13
<b>UTILIDAD NETA ANTES DEL IMPUESTO A LA RENTA</b>	<b>\$ 30.226,21</b>	<b>\$ (1.287,28)</b>	<b>\$ (1.107,28)</b>	<b>\$ (909,28)</b>	<b>\$ (691,48)</b>	<b>\$ (451,90)</b>	<b>\$ (188,36)</b>	<b>\$ 101,53</b>	<b>\$ 420,42</b>	<b>\$ 771,18</b>
<b>UTILIDAD NETA</b>										
<b>UTILIDAD NETA ANTES DEL IMPUESTO A LA RENTA</b>	<b>\$ 31.476,79</b>	<b>\$ 75,86</b>	<b>\$ 378,54</b>	<b>\$ 710,26</b>	<b>\$ 1.073,82</b>	<b>\$ 1.472,28</b>	<b>\$ 1.908,99</b>	<b>\$ 2.387,65</b>	<b>\$ 2.912,28</b>	<b>\$ 3.487,31</b>
SOBRE EL CAPITAL PROPIO EN %	1,95%	0,00%	0,02%	0,04%	0,07%	0,09%	0,12%	0,15%	0,18%	0,22%
SOBRE LA INVERSIÓN TOTAL EN %	4,50%	0,01%	0,05%	0,10%	0,15%	0,21%	0,27%	0,34%	0,42%	0,50%
SOBRE VENTAS EN %	2,42%	0,01%	0,03%	0,05%	0,08%	0,11%	0,15%	0,18%	0,22%	0,27%

### 5.3. Flujo de Caja

En la Tabla N° 33 se detalla los flujos de caja proyectado a 10 años.

**TABLA N° 33**  
**FLUJO DE CAJA PROYECTADO**

FLUJO DE CAJA											
RUBRO/AÑO	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
VENTAS NETAS		\$ 55.397,16	\$ 1.800,00	\$ 1.800,00	\$ 1.800,00	\$ 1.800,00	\$ 1.800,00	\$ 1.800,00	\$ 1.800,00	\$ 1.800,00	\$ 1.800,00
COSTO DE PRODUCCIÓN		\$ 22.210,37	\$ 126,69	\$ 126,69	\$ 126,69	\$ 126,69	\$ 126,69	\$ 126,69	\$ 126,69	\$ 126,69	\$ 126,69
MARGEN BRUTO		\$ 33.186,79	\$ 1.673,31	\$ 1.673,31	\$ 1.673,31	\$ 1.673,31	\$ 1.673,31	\$ 1.673,31	\$ 1.673,31	\$ 1.673,31	\$ 1.673,31
GASTOS DE ADMINISTRACIÓN		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
GASTOS DE VENTAS		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
UTILIDAD OPERACIONAL		\$ 33.186,79	\$ 1.673,31	\$ 1.673,31	\$ 1.673,31	\$ 1.673,31	\$ 1.673,31	\$ 1.673,31	\$ 1.673,31	\$ 1.673,31	\$ 1.673,31
INTERES DEL PRÉSTAMO		\$ 1.710,00	\$ 1.597,45	\$ 1.474,77	\$ 1.341,04	\$ 1.195,28	\$ 1.036,41	\$ 863,23	\$ 674,47	\$ 468,72	\$ 244,45
UTILIDAD LÍQUIDA		\$ 34.896,79	\$ 3.270,75	\$ 3.148,07	\$ 3.014,35	\$ 2.868,59	\$ 2.709,71	\$ 2.536,54	\$ 2.347,78	\$ 2.142,03	\$ 1.917,76
15% DE PARTICIPACIÓN DE LOS TRABAJADORES		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS		\$ 34.896,79	\$ 3.270,75	\$ 3.148,07	\$ 3.014,35	\$ 2.868,59	\$ 2.709,71	\$ 2.536,54	\$ 2.347,78	\$ 2.142,03	\$ 1.917,76
IMPUESTO A LA RENTA 24%		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
UTILIDAD NETA DESPUÉS DE IMPUESTOS		\$ 34.896,79	\$ 3.270,75	\$ 3.148,07	\$ 3.014,35	\$ 2.868,59	\$ 2.709,71	\$ 2.536,54	\$ 2.347,78	\$ 2.142,03	\$ 1.917,76
DEPRECIACIÓN Y AMORTIZACIÓN		\$ 4.566,73	\$ 4.566,73	\$ 4.566,73	\$ 4.566,73	\$ 4.566,73	\$ 4.566,73	\$ 4.566,73	\$ 4.566,73	\$ 4.566,73	\$ 4.566,73
INVERSIÓN DEL PROYECTO	\$ 13.959,30										
CAPITAL DE OPERACIONES	\$ 25.170,95										
PRÉSTAMO	\$ 19.000,00										
AMORTIZACIÓN DE LA DEUDA		\$ 1.250,58	\$ 1.363,13	\$ 1.485,82	\$ 1.619,54	\$ 1.765,30	\$ 1.924,17	\$ 2.097,35	\$ 2.286,11	\$ 2.491,86	\$ 2.716,13
VALOR DE DESECHO											
FLUJO DE CAJA	\$ (58.130,25)	\$ 38.212,95	\$ 6.474,35	\$ 6.228,99	\$ 5.961,54	\$ 5.670,03	\$ 5.352,27	\$ 5.005,92	\$ 4.628,40	\$ 4.216,90	\$ 3.768,36
VAN 10%	\$ 5.222,36										
TIR DEL PROYECTO	14%										

#### 5.4. Evaluación VAN, TIR, Periodo de recuperación de la Inversión del Sistema Fotovoltaico del Proyecto.

**TABLA N° 34**  
**RESULTADOS DE VAN Y TIR**

VAN 10%	\$ 5.222,36
TIR DEL PROYECTO	14%

Según lo que se observa en el flujo de caja se tiene que la recuperación de la inversión se la realizará durante el año 5, luego de este periodo se podrá ver los ingresos y las utilidades que se obtendrán del proyecto.

#### 5.5. Evaluación del Impacto Social del Proyecto.

**TABLA N° 35**  
**MATRIZ DE IMPACTO SOCIAL**

IDENTIFICACIÓN DEL IMPACTO SOCIAL							Gestión Ambiental						
No.	ACTIVIDAD (A) PRODUCTO (P) SERVICIO (S)	DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD / PRODUCTO / SERVICIO	CONDICIÓN	TEMPORALIDAD	INCIDENCIA	GESTIÓN AMBIENTAL		EVAL CUANTITATIVA					EVAL. LEG.
						IMPACTO	CLASE	S: Sensibilidad	P: Probabilidad	I: Intensidad	T: Factor Temporal	MI: Módulo de Impacto	
1	(A)	Económico	(N)	(P)	(D)	Mejora en la economía de las familias beneficiadas	(N)	4	4	4	4	16	SI
2	(A)	Salud	(N)	(P)	(D)	Cero emisiones de gases contaminantes	(N)	5	5	5	5	20	SI

En la Tabla N° 35 matriz se observa el impacto social que tendrá el presente proyecto sobre las familias beneficiadas, del sector el Tablazo, como lo son en el ámbito económico, con un impacto beneficioso mejorando de esta manera la economía con un promedio de 16 puntos en el módulo de impacto, en lo que es salud este también tiene un impacto beneficioso, ya que los paneles solares no emiten gases y ningún tipo de contaminante, con un valor de 20 puntos en el módulo de impacto. Esto quiere decir que la implementación de los paneles solares beneficiará en toda forma a los involucrados en el proyecto.

## CAPÍTULO VI

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 6.1. Conclusiones

- Del presente trabajo investigativo se consideran los fundamentos para el desarrollo de la generación eléctrica ecológica para el presente y el futuro, ya que esta contribuye al cuidado del medioambiente.
- La energía solar es una de las mejores alternativas para el abastecimiento de la electricidad debido a los beneficios ambientales y por la existencia del sol como fuente primaria de la misma.
- Es un sistema viable debido a que no genera mayores costos de mantenimiento, además de que a partir del quinto año ya se recupera la inversión y se empieza a tener utilidad.
- Algunos habitantes del cerro el Tablazo muchas veces no cuentan con el suministro de energía en ciertas horas debido a la ubicación de sus hogares.
- Respuestas positivas de la comunidad El Tablazo sobre el proyecto.

## **6.2. Recomendaciones**

- Que se desarrolle la generación eléctrica ecológica fotovoltaica para el presente y el futuro, ya que esta contribuye al cuidado del medioambiente y porque resulta una alternativa viable y económica a largo plazo.
- Que se establezcan alternativas para el abastecimiento de la electricidad fotovoltaica debido a los beneficios ambientales y por la existencia del sol como fuente primaria de la misma.
- Que se haga conciencia a la ciudadanía de la provincia para que consuma nuevos sistemas de abastecimiento eléctrico debido a que no genera mayores costos de mantenimiento, además de que a partir del quinto año ya se recupera la inversión y se empieza a tener utilidad.
- Que los organismos gubernamentales mejoren las condiciones de vida de los habitantes de otros sectores marginales con este tipo de proyecto, quienes muchas veces no cuentan con el suministro de energía en ciertas horas debido a la ubicación de sus hogares.
- Que los entes privados y del gobierno hagan realidad este proyecto en beneficio de la clase más necesitada de la provincia.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Diario El Mercurio. Mayor Consumo de Energía es por Despilfarro. Cuenca. 5 Ene. 2007. (Jul. 2008)
- Nuevos Proyectos de Generación”. Electrificación. Ministerio de Minas y Petróleos. República del Ecuador. (Jul. 2008).
- OMS - Organización Mundial de la Salud. Extremely low frequency fields. Serie Criterios de Salud Ambiental, Vol. 238. Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 2007.
- Preguntas y respuestas sobre los campos eléctricos y magnéticos asociados con el uso de la energía eléctrica. Ed. National Institute of Environmental Health Sciences y U.S. Department of Energy, USA, (2011).
- Proyectan Generar Energía en los Próximos Diez Años”. El Diario. 27 Oct. 2007. (Jul. 2008).
- Puntos de Control. Instituto Geográfico Militar. (Jul. 2008)
- Ubeda A, Trillo MA. (2010) Radiaciones Rf de Antenas de Telefonía y Salud Pública: El Estado de la Cuestión. Radioprotección 20: 24-36
- Úbeda, A. Bases Biológicas para Normativas de Protección ante Radiaciones No Ionizantes: Curso Para Especialistas (SEPR 2000). Radioprotección (2010)
- Vargas, F. Riesgos para la salud humana de las exposiciones ambientales a campos eléctricos y magnéticos. Física y Sociedad. nº 10 Monográfico. 2009.
- Velocidad Media del Viento. Mapa. Quito: Corporación para la Investigación Energética. 2009.

## **Páginas Web**

- <http://www.igm.gov.ec/cms/puntosc/forms/pcordenadas.php>>
- <http://www.menergia.gov.ec/secciones/electrificacion/dereeprojectogeneracion.html>
- <http://www.sensacion800.com/seccion.asp?id=400>
- <http://www.eldiario.com.ec/noticias-manabi-ecuador/57568>
- <http://www.seguridadindustrial.org/presen/presentacionespdf/seguridadindustrial.rar>

# Anexos



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**ANEXO N° 1**

**ENCUESTA REALIZADA A LOS HABITANTES DEL SECTOR EL**  
**TABLAZO**

1. ¿Cuál es su consumo mensual de energía eléctrica?

100-150 Kw	<input type="text"/>
150-200 Kw	<input type="text"/>
200-250 Kw	<input type="text"/>
250 - 300 Kw	<input type="text"/>

2. ¿Cuánto es el valor que paga mensualmente a CNEL por el consumo de energía eléctrica?

\$ 5 - \$ 10	<input type="text"/>
\$ 15 - \$ 20	<input type="text"/>
\$ 20 - \$ 25	<input type="text"/>
\$ 25 - \$ 30	<input type="text"/>

3. ¿Cuántas horas al día utiliza energía eléctrica proveída por CNEL?

Una hora	<input type="text"/>
Entre una y dos horas	<input type="text"/>
Entre dos y tres horas	<input type="text"/>
Entre tres y cuatro horas	<input type="text"/>
Más de cuatro horas	<input type="text"/>

4. ¿Conoce que es la energía fotovoltaica?

Conozco muy bien	<input type="text"/>
Conozco poco	<input type="text"/>
Desconozco	<input type="text"/>
Indiferente	<input type="text"/>

5. ¿Está usted de acuerdo con la utilización de paneles solares como prueba piloto en los hogares del sector El Tablazo?

Totalmente de acuerdo	<input type="text"/>
Parcialmente de acuerdo	<input type="text"/>
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	<input type="text"/>
Parcialmente en desacuerdo	<input type="text"/>
Totalmente en desacuerdo	<input type="text"/>

6. ¿Estaría usted de acuerdo que se le provea a usted, de energía eléctrica por medio de paneles solares individuales, aprovechando la luz del Sol?

Totalmente de acuerdo	<input type="text"/>
Parcialmente de acuerdo	<input type="text"/>
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	<input type="text"/>
Parcialmente en desacuerdo	<input type="text"/>
Totalmente en desacuerdo	<input type="text"/>

7. ¿Cuál sería el valor máximo, como tasa mensual, que estaría dispuesto a pagar por mantenimiento de equipo fotovoltaico?

Entre \$4 y \$5,99	<input type="text"/>
Entre \$6 y \$7,99	<input type="text"/>
Entre \$8 y \$9,99	<input type="text"/>
Entre \$10 y \$11,99	<input type="text"/>

8. Según UD, ¿Cuántas horas como mínimo desearía contar con energía eléctrica producida por medio de los paneles solares?

Entre una y dos horas

Entre tres a cinco horas

Entre seis a ocho horas

Más de ocho horas


9. ¿Considera usted que con la implementación de paneles solares que generen energía eléctrica se lograría reducir la energía suministrada por CNEL?

Totalmente de acuerdo

Parcialmente de acuerdo

Ni de acuerdo ni en desacuerdo

Parcialmente en desacuerdo

Totalmente en desacuerdo


**Muchas Gracias.....**

OFICIO 0178-2015-GADSE-SG  
Santa Elena, enero 29 de 2015.

Ingeniero  
Marlon Naranjo, Msc  
**DIRECTOR DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA-UPSE**

Saludo a usted atentamente y a la vez me permito exponer lo siguiente:

El señor **ALVARO FREDDY REYES VERA**, con Cédula de Ciudadanía N° 09259918245, estudiante egresado de la Carrera de su digna Dirección, ha presentado en esta Municipalidad un **PROYECTO DE FACTIBILIDAD PARA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO COMO ENERGÍA ALTERNATIVA EN EL SECTOR EL TABLAZO**, de esta cabecera cantonal, tema de su tesis que estará elaborando.

El Lcdo. Dionicio Gonzabay Salinas, Alcalde del Cantón, ha dispuesto se le comunique que esta Administración Pública otorga el correspondiente aval para el desarrollo de esta tesis, además que brindará las facilidades del caso al señor **ALVARO REYES VERA**.

Lo que comunico a usted para los fines de ley.

Cordialmente

  
*Abog. Douglas Yagual Ayala*  
**SECRETARIO GENERAL MUNICIPAL**

