



**UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y  
TELECOMUNICACIONES**

## **TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA ALTERNATIVA BASADO EN  
PANELES SOLARES EN EL ÁREA DE CONTABILIDAD DE LA EMPRESA  
TRENSAC”**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER**

**SERGIO FRANKLIN VILLAVERDE BELLIDO**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO ELECTRÓNICO Y TELECOMUNICACIONES**

**LIMA-PERÚ, 2016**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo va dedicado a mis padres que ya no están a mi lado y siempre quisieron que yo sea un profesional, mi padre que estudió la misma carrera; y mi esposa por el apoyo incondicional, y ser la luz que guía mis pasos.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecer a la Universidad Alas Peruanas, a mis profesores, a mis amigos, Adolfo Cossi por los consejos de cómo ser un profesional, y Frank Chang por enseñarme lo maravillosa que es esta carrera.

## RESUMEN

El proyecto es referente a la implementación de un sistema de energía alternativa de paneles solares para el Área de Contabilidad de la Empresa TRENSAC en el Distrito de Punchana, provincia de Maynas, departamento Loreto.

El sistema que constará de paneles fotovoltaicos, protector, baterías, inversor y panel de control, las cuales ya implementado darán 4520 Wh/d aproximadamente para el uso de computadoras y luces.

Se hicieron los estudios pertinentes para el cálculo y la viabilidad del proyecto, así como la planeación del proyecto y el tiempo de desarrollo de todo el proyecto será de 8 días aproximadamente entre planeamiento, ejecución, pruebas e informes.

## **ABSTRACT**

Project is about the implementation of an alternative energy system of solar panels for TRENAC business accounting the area in Punchana District, Maynas province, Loreto department.

The system consist of photovoltaic panels, protector, batteries, inverter and control panel, which will already be implemented approximately 4520 Wh/d for the use of computers and lights.

Relevant studies to calculate and design project feasibility and project planning were made and the development time of the entire project will be approximately 8 days between planning , implementation, testing and reporting.

## INTRODUCCIÓN

Actualmente en el Perú, muchas empresas están pasando por una difícil situación, y Trensac no es indiferente a ese problema, debido a serio problemas económicos, dejo de producir triplay su principal producto, y el dueño Luis Valdez Villacorta ha puesto la empresa en venta, mientras tanto solo trabajan las oficinas contables, ya que tienen la contabilidad atrasada.

Debido a sus problemas económicos han acumulado una abultada deuda de servicio de energía eléctrica, y el administrador entró en discrepancias con la empresa que suministra el servicio, por ende el corte del servicio, por lo que en este momento carecen del suministro, al ver el problema les sugerí un sistema de energía alternativa.

Hoy en día con el avance de la tecnología, hay modos alternativos de generar energía eléctrica sin estar conectados a la red eléctrica, muchos de ellos son limpios y renovables.

El objetivo de este trabajo es la implementación de un sistema de energía renovable, o sea un proyecto de implementación de sistema fotovoltaico, el cual cubrirá todas las necesidades eléctricas necesarias para el desenvolvimiento de las oficinas contables.

## INDICE PRINCIPAL

Tabla de contenido	
DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTOS .....	III
RESUMEN.....	IV
ABSTRACT .....	V
INTRODUCCIÓN .....	VI
INDICE PRINCIPAL.....	VII
CAPÍTULO I: GENERALIDADES .....	9
1.1 ANTECEDENTES DE LA EMPRESA:.....	9
1.2 PERFIL DE LA EMPRESA:.....	9
1.3 ACTIVIDADES DE LA EMPRESA:.....	9
1.3.1 MISIÓN.....	9
1.3.2 VISIÓN .....	9
1.3.3 OBJETIVO.....	10
1.4 ORGANIZACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA: .....	10
1.5 DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO DE LA EMPRESA:.....	11
1.5.1 ENTORNO GENERAL .....	11
1.5.2 ENTORNO COMPETITIVO.....	12
1.5.3 ANÁLISIS ESTRATÉGICO .....	12
CAPÍTULO II: REALIDAD PROBLEMATICA .....	14
2.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA .....	14
2.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA .....	14
2.3 OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	14
CAPÍTULO III: DESARROLLO DEL PROYECTO.....	15
3.1 DESCRIPCIÓN Y DISEÑO DEL PROCESO DESARROLLADO .....	15
3.1.1 REQUERIMIENTOS.....	16
3.1.2 CÁLCULOS.....	21

3.1.3 DIMENSIONAMIENTO .....	28
3.1.4 EQUIPOS UTILIZADOS .....	30
3.1.5 CONCEPTOS BÁSICOS PARA EL DISEÑO DEL PILOTO .....	30
3.1.6 ESTRUCTURA.....	31
3.1.7 ELEMENTOS Y FUNCIONES.....	33
3.1.8 PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO .....	47
3.1.9 SERVICIOS .....	52
3.2 CONCLUSIONES .....	52
3.3 RECOMENDACIONES .....	52
CAPÍTULO IV: REFERENCIAS .....	53
CAPÍTULO V: GLOSARIO DE TÉRMINOS .....	54
5.1 GLOSARIO DE TÉRMINOS .....	54
CAPÍTULO VI: INDICES .....	56
6.1 ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	56
6.2 ÍNDICE DE TABLAS.....	56
6.3 ÍNDICE DE FOTOS.....	56
BIBLIOGRAFÍA.....	57
CAPÍTULO VII: ANEXOS .....	58

## **CAPÍTULO I: GENERALIDADES**

### **1.1 ANTECEDENTES DE LA EMPRESA:**

TRENSAC

RUC 20103859621

Av. Navarro Cauper 980

Fue fundada el año 1973 y comenzó sus operaciones en el año 1975. Tiene sus oficinas administrativas y comerciales en la ciudad de Lima, donde además cuenta con un almacén.

Es propietaria de un área de terreno de 35,413.24 m<sup>2</sup> situado en la ciudad de Iquitos, departamento de Loreto, en la parte nororiental del Perú, a orillas del río Amazonas.

### **1.2 PERFIL DE LA EMPRESA:**

Trensac es una empresa productora de triplay de las variedades de madera de lupuna (*Chorisia Integrifolia*), Copaiba (*Copaifera SP*), Capinuri (*Clarisa Nitida*) y de láminas de madera para exportación.

### **1.3 ACTIVIDADES DE LA EMPRESA:**

Trensac es una empresa que se dedica a la producción de triplay de varios grosores, también al secado y corte de maderas que servirán de insumos en la elaboración de muebles y acabados.

#### **1.3.1 MISIÓN**

Proporcionar a nuestros clientes soluciones para sus proyectos, poniendo a su disposición materiales de madera o derivados de alta calidad a un precio justo, con atención cálida y personalizada, participando en todos los proyectos de nuestros clientes desde proyectos personales hasta soluciones industriales y de gran impacto.

#### **1.3.2 VISIÓN**

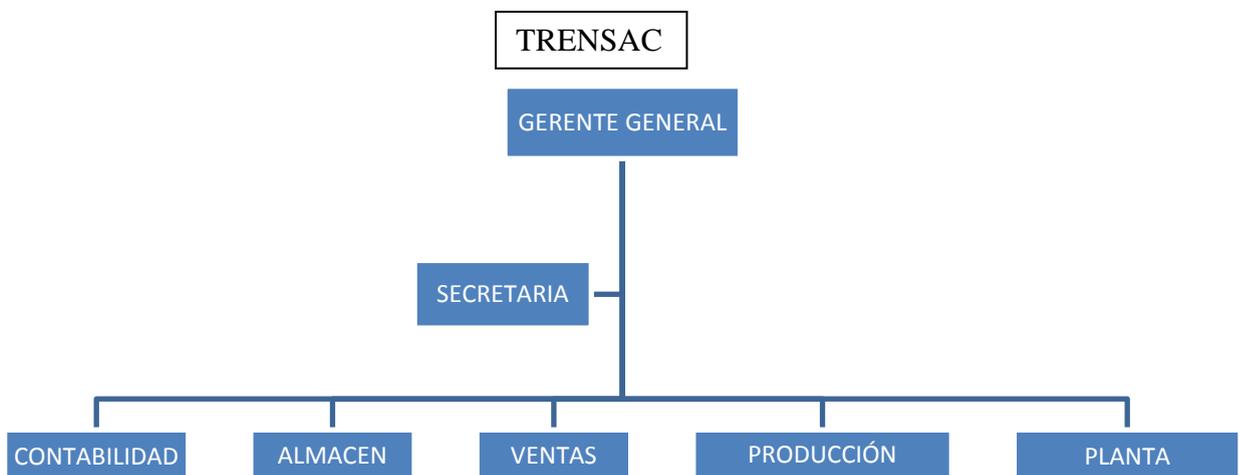
Expandir nuestra oferta de productos y servicios para que nuestros clientes encuentren solución a sus todas sus necesidades madereras en un mismo lugar, ampliando nuestra gama de productos y servicios.

### 1.3.3 OBJETIVO

- Enfocamos en la producción de triplay, control de costos, mejora de la producción y el mantenimiento de una estructura de capital prudente para que sigan siendo rentables
- Ejecutar proyectos de modernización y ampliación de sus áreas operativas.
- Mejorar continuamente la eficiencia del sistema de gestión de riesgos e implementar métodos y tecnologías modernas de prevención.
- Difundir políticas de seguridad e higiene entre los trabajadores y visitantes.

### 1.4 ORGANIZACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA:

Grafico 1.1: Organigrama Actual



Fuente: Elaboración Propia

**Gerencia General:** Área imprescindible, considerada la cabeza de la empresa. Lleva el timón de la empresa, establece los objetivos y la dirige hacia ellos. Está relacionada con el resto de áreas funcionales, ya que es quien las controla todas las áreas de trabajo que se encuentran en la empresa.

**Planta:** Relacionada con el funcionamiento de la empresa. Es la operación de negocio en sentido general, desde contrataciones, pagos a personal. Por lo general es el emprendedor o empresario quien se encarga de esta área funcional. Está relacionada con otras áreas como recursos humanos.

**Secretaría:** Área de coordinación y supervisión los asuntos importantes de la empresa.

**Contabilidad:** Reglamentario para todas las empresas, ya que es obligatorio que lleven un registro contable. Tendrá en cuenta todos los movimientos de dinero,

tanto dentro como fuera de la empresa, que también en algunas veces pueden estar almacenadas en bancos o en una caja fuerte.

**Almacén:** Se encarga de garantizar el abasto suficiente de los artículos y productos recurrentes.

**Ventas:** En esta área se plantean las estrategias que la empresa seguirá en el área del marketing, los mercados donde la empresa opera, los segmentos de mercado, el ciclo de vida de los productos, diseño de nuevos productos para la ganancia de dinero.

**Producción:** Área que tiene como función principal la transformación de insumos en productos finales.

## **1.5 DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO DE LA EMPRESA:**

### **1.5.1 ENTORNO GENERAL**

A pesar de contar con enormes recursos forestales la industria maderera no ha tenido un desarrollo significativo. La mayoría de las empresas madereras que mayormente se encuentran fuera de la región, operan con tecnologías atrasadas.

Pocas empresas logran acceder con productos de valor agregado en el mercado internacional. El valor de reposición de los activos de las diferentes etapas de extracción, transformación primaria y secundaria, transporte y comercialización bordea los US\$ 400 millones.

En la actualidad la producción maderera nacional responde prioritariamente a la demanda del mercado interno y solo una pequeña fracción se orienta al mercado externo. En 1996, por ejemplo, la exportación fue de 23,000 m<sup>3</sup> de productos de madera, es decir, solo el 3.14 % de la producción total.

### **POLÍTICA Y LEGISLACIÓN FORESTAL**

El Estado, en concertación con la sociedad civil, debe definir una política forestal orientada al desarrollo sostenible y que promueva inversiones privadas en manejo forestal, agroforestería, plantaciones forestales en áreas intervenidas y desarrollo de una industria forestal competitiva a nivel internacional. Se debe establecer reglas de juego eficiente, claro y estable en el largo plazo para promover nuevas inversiones forestales e industriales.

### 1.5.2 ENTORNO COMPETITIVO

En Iquitos, Trensac compite con empresas como Lymasac, Trimasa y Triplay Iquitos, la ventaja que nosotros tenemos frente a ellos es la calidad y precio, ya que ellos poseen precios más altos y su producto es de menor calidad.

Sin embargo Trensac está por debajo de sus competidores en lo que se refiere a sucursales, ya que ellos tienen más puntos de venta.

Factores claves de éxito:

- La más alta calidad en nuestros productos
- Excelentes proyectos de crecimiento
- Equipo gerencial experimentado
- Excelente trato a clientes y capacitación permanente

### 1.5.3 ANÁLISIS ESTRATÉGICO

#### ANÁLISIS FODA

##### FORTALEZAS

- Trensac busca obtener un excelente ambiente laboral
- Fomentar la pro actividad en las tareas
- Manejo y conocimiento del mercado
- El producto final es de buena calidad
- Procesos administrativos de calidad
- Habilidad y destreza del personal técnico

##### OPORTUNIDADES

- Asociarse con otras empresas
- Los productos son de necesidad mundial
- Integración vertical

##### DEBILIDADES

- Parte del equipamiento es obsoleto
- Parte del personal es empírico
- Incapacidad de financiar los cambios necesarios en la estrategia
- Problemas en equipos por falta de repuestos

### AMENAZAS

- Nuevos proyectos
- Disminución de precio de los productos
- Estancamiento por problemas sociales
- Conflicto con el sindicato

Grafico 1.2: FODA



Fuente: Elaboración Propia

## **CAPÍTULO II: REALIDAD PROBLEMATICA**

### **2.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA**

- Los empleados de la empresa Triplay Enchape SAC. no cuentan con fluido eléctrico, debido a una abultada deuda con el servicio eléctrico que generó en el corte del servicio.
- No se vislumbra pago de deuda a Electro Oriente en breve plazo y por ende no se espera la reposición del servicio eléctrico por el momento.
- El área contable no pueden ponerse al día respecto a sus pendientes, ya que no se pueden usar las computadoras.

### **2.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

La empresa Trensac no cuenta con fluido eléctrico, la cual se necesita para operar las computadoras, impresoras e iluminación.

### **2.3 OBJETIVOS DEL PROYECTO**

Diseñar e implementar un medio de energía alternativa haciendo uso de sistemas de paneles solares en la empresa Trensac.

## CAPÍTULO III: DESARROLLO DEL PROYECTO

### 3.1 DESCRIPCIÓN Y DISEÑO DEL PROCESO DESARROLLADO

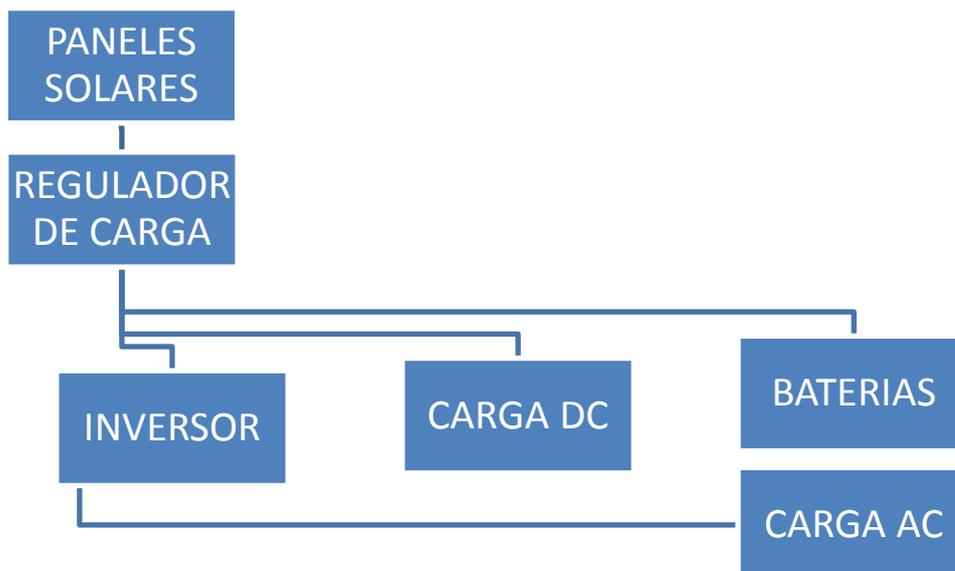
¿QUE SE HIZO?

Se realizó el estudio e implementación de un sistema de paneles solares para la empresa Trensac

Esquema: Hice un diagrama de bloques en el cual el sistema está compuesto de:

- Paneles fotovoltaicos policristalinos.
- Regulador o controlador de carga.
- Baterías recargables de ciclo profundo y libre mantenimiento.
- Inversor robusto de onda sinusoidal pura.
- Carga AC (Computadoras, impresoras, ventilador).
- Carga DC (Focos led).

Gráfico 1.3: Diagrama de bloques de sistema fotovoltaico



Fuente: Elaboración propia

### 3.1.1 REQUERIMIENTOS

Para instalar el sistema de energía solar en las oficinas de contabilidad de Trensac se necesitaron seguir una serie de pasos específicos para lograr que el diseño de ese sistema genere los resultados que se espera. Estos son:

- a. Estimar su consumo eléctrico total
- b. Datos del lugar donde se realizará la instalación
- c. Dimensionar su sistema de energía solar fotovoltaica
  - Generar la energía: tamaño de su arreglo fotovoltaico
  - Acumular la energía: tamaño y tipo de acumuladores
  - Transformar la energía para los electrodomésticos: Inversores
- d. Instalación y puesta en marcha del sistema solar fotovoltaico
- e. Mantenimiento regular de su sistema fotovoltaico

También se necesitaron herramientas como:

- Pelacables
- Alicates
- Llaves de corona
- Taladro
- Martillo

### IDENTIFICACIÓN DE ESTÁNDARES Y MÉTRICAS

El Código Nacional de Electricidad, tiene como objetivo establecer las reglas preventivas que permitan salvaguardar a las personas (de la concesionaria, o de las contratistas en general, o terceros o ambas) y las instalaciones, durante la construcción, operación y/o mantenimiento de las instalaciones tanto de suministro eléctrico como de comunicaciones, y sus equipos asociados, sin afectar a las propiedades públicas y privadas, ni al medio ambiente, ni al Patrimonio Cultural de la Nación. (Minas, 2009)

## NORMA TECNICA DE EDIFICACION EM080 INSTALACIONES CON ENERGIA SOLAR

- Especificaciones Técnicas y Método para la Calificación Energética.
- Norma Técnica Peruana NTP 399.400 2001: Colectores Solares. Método de ensayo para determinar la eficiencia de los colectores solares.
- Resolución Ministerial R.M. N° 037-2006-MEM/DM Código Nacional de Electricidad.
- Resolución Directoral N° 003-2007-EM/DGE: Reglamento Técnico Especificaciones Técnicas y Procedimientos de Evaluación del Sistema Fotovoltaico y sus Componentes para Electrificación Rural.
- Resolución Ministerial R.M. N° 091-2002-EM/VME Norma DGE Terminología en Electricidad y Símbolos Gráficos en Electricidad.

### SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

#### DATOS TÉCNICOS

N.T.E. EM.080 INSTALACIONES CON ENERGIA SOLAR

En las siguientes tablas se muestran las características técnicas mínimas de los módulos fotovoltaicos que deberán ser proporcionados por el proveedor.

<b>Características Físicas</b>	<b>Unidades</b>
Altura	milímetros (mm)
Ancho	milímetros (mm)
Espesor	milímetros (mm)
Peso	kilogramos (kg)

<b>Características Eléctricas</b>	<b>Unidades</b>
Potencia pico (P <sub>máx</sub> )	watt (W)
Corriente cortocircuito (I <sub>sc</sub> )	ampere (A)
Tensión circuito abierto (V <sub>oc</sub> )	volt (V)
Corriente máxima potencia (I <sub>max</sub> )	ampere (A)
Tensión máxima potencia (V <sub>max</sub> )	volt (V)

## **LUGAR DE UBICACIÓN.**

Los paneles o módulos fotovoltaicos se pueden instalar en terrazas, tejados, patios, ventanas, balcones, paredes, cornisas, postes, etc. teniendo muy en cuenta que no deben existir obstáculos que les puedan dar sombra (como vegetación, nieve, tierra, elementos constructivos, otras edificaciones cercanas, otros módulos, etc.) al menos durante las horas centrales del día.

Si se permite el montaje en los tejados, considere una separación adecuada entre los módulos y el tejado o cubierta para permitir la circulación del aire.

Los paneles deben ser montados de tal manera que tengan un fácil acceso a los servicios de limpieza, mantenimiento así como los espacios mínimos para una buena circulación de los usuarios. Esto también se aplica a la batería y al controlador.

Los paneles no deben colocarse cerca de fuentes contaminantes como chimeneas industriales de combustión, carreteras polvorientas, etc. así como de elementos de almacenamiento de agua para evitar el deterioro del panel fotovoltaico.

De preferencia los paneles deben ubicarse cerca de los lugares donde se ubicaran la unidad de control, la batería y el uso final, para evitar cables largos que elevan el costo y originan pérdidas de disipación.

La unidad de control y batería de almacenamiento deben instalarse dentro de un espacio que pueda soportar las inclemencias del clima, los golpes, etc. y que tenga suficiente ventilación natural. Evitar los lugares expuestos directamente a la luz del sol.

Si la batería de almacenamiento tiene electrolito líquido debe ubicarse en un ambiente aislado que evite el contacto de los gases emanados con los componentes electrónicos.

Deben tomarse precauciones para evitar el cortocircuito accidental de los terminales de la batería.

La instalación de los cables debe cumplir con lo estipulado en el Código Nacional de Electricidad.

Los cables deben asegurarse a las estructuras de soporte o a las paredes, para evitar esfuerzos mecánicos sobre otros elementos de la instalación eléctrica (cajas de conexión, balastos, interruptores, etc.).

Así mismo, su ubicación no debe conllevar ningún riesgo para la seguridad y la salud de las personas por lo que se tiene que dejar libre las rutas de escape en caso de emergencias.

## **ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN**

### **N.T.E. EM.080 INSTALACIONES CON ENERGIA SOLAR**

La orientación e inclinación de los paneles fotovoltaicos debe analizarse de tal modo que reciba una óptima radiación solar para el abastecimiento eléctrico de la vivienda de acuerdo con los usos y necesidades.

Los paneles fotovoltaicos estacionarios deben estar orientados hacia el norte y mantener un ángulo de inclinación equivalente a la latitud del lugar de instalación más 10 grados.

## **ESTRUCTURA DE SOPORTE.**

Si el montaje se hace sobre la cobertura o tejado, las estructuras de soporte no deberán fijarse a las tejas o a las calaminas, sino a las vigas u otro elemento de la estructura de la vivienda.

La estructura del techo o marco de soporte así como el anclaje de los paneles deben ser lo suficientemente fuertes para soportar las cargas extras como las del viento (especialmente en áreas donde se dan ventiscas o tormentas). Como el panel es rectangular, la mínima fuerza de palanca ejercida por el viento se tiene cuando el lado más largo es paralelo a la superficie de montaje (suelo o techo).

En caso de utilizarse estructuras metálicas, éstas deberán pintarse con un esmalte anticorrosivo no contaminante para proteger la integridad del panel fotovoltaico. Si se quiere utilizar ángulos de acero galvanizados y no vive cerca del mar (aire salino) puede usar ferretería de acero. En todos los casos se deberán sellar adecuadamente las perforaciones hechas en las azoteas para no perjudicar la impermeabilización del mismo.

Si ubica una estructura de soporte sobre el techo, considere una separación adecuada entre los paneles y el techo, para facilitar su ventilación. Esta recomendación es muy importante si el techo es metálico. Para techos que no son planos, el ángulo de inclinación del soporte debe incluir el del techo. Si vive en la montaña y nieva considerablemente, el sostén debe tener una altura superior al máximo previsto para la acumulación de nieve, para evitar el sombreado de las

células. En estos lugares, coloque el lado más corto del panel fotovoltaico paralelo al suelo, a fin de que la nieve resbale al calentarse el mismo.

Debe tomarse en cuenta que el cálculo y la construcción de la estructura y el sistema de fijación de módulos permita las necesarias dilataciones térmicas sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los paneles fotovoltaicos.

El diseño de las estructuras de soporte debe facilitar la limpieza de los módulos fotovoltaicos y la inspección de las cajas de conexión.

## **SUPERFICIE Y PESO**

### **SUPERFICIE**

La superficie que se requiere para una instalación con paneles fotovoltaicos depende de la irradiación solar del lugar, de la potencia y energía que se requiere suministrar así como de las características técnicas del módulo fotovoltaico.

Para cálculos preliminares de diseño arquitectónico se puede considerar que para cada KWp de paneles fotovoltaicos se requiere una superficie aproximada de 10 m<sup>2</sup>.

### **PESO**

El peso del panel fotovoltaico varía de acuerdo a la superficie que ocupa. Se puede considerar un aproximado de 15 kg/m<sup>2</sup>.

Por otro lado la estructura de soporte del panel fotovoltaico varía de acuerdo al material empleado (hierro, aluminio, madera, etc.), a la forma de anclaje, etc.

Hay que prever la resistencia de la superficie que la soporta como techos de torta de barro, concreto, paja, etc.

### **PROTECCIONES Y ELEMENTOS DE SEGURIDAD ELECTRICA.**

La instalación fotovoltaica incorporará los elementos y las características necesarias para garantizar en todo momento la calidad y la seguridad del suministro eléctrico (frente contactos directos e indirectos, cortocircuitos, N.T.E. EM.080 INSTALACIONES CON ENERGIA SOLAR sobrecargas, etc.) de modo que cumplan las directivas del Código Nacional de Electricidad.

La Toma a Tierra debe ser conectada al marco metálico del panel fotovoltaico.

De haber más paneles, conecte los marcos metálicos entre sí utilizando alambre conductor para puesta a tierra. El propósito de esta conexión es conducir cualquier carga eléctrica inducida en la superficie del panel a tierra, cuando se producen tormentas eléctricas. La misión de esta tierra no es actuar como pararrayo, sino conseguir que las cargas inducidas sobre la superficie del panel fotovoltaico se redistribuyan en una mayor superficie (tierra).

Blindaje, si se quiere proteger los cables contra roedores puede usarse un blindaje mecánico usando una cobertura espirada flexible, estos blindajes deben ser cortados diagonalmente, paralelo al espiral, como los bordes son filosos y dispárejos se hace necesario terminar el blindaje usando conectores que protejan la zona del corte y, a la vez, puedan ser insertados en una de las partes removibles de las cajas de conexiones.

(Vivienda, 2010)

### 3.1.2 CÁLCULOS

En esta parte se harán los cálculos necesarios, simulaciones y criterios de diseño

#### a) ESTIMACIÓN DEL CONSUMO:

Calculo de demanda eléctrica en oficina de Contabilidad por día

Para el cálculo se necesita saber la demanda de energía, cada artefacto tiene una determinada potencia de consumo y también influye cuanto tiempo está en uso cada artefacto.

Tabla 1.1: Calculo Demanda por día

CANTIDAD	ARTEFACTOS	CONSUMO W	CONSUMO TOTAL	HORAS CONSUMO	TOTAL
4	Focos led luz cálida	5	20	6	120
2	Computadoras	260	520	6	3120
2	Impresoras matriciales	250	500	2	1000
1	Ventilador pedestal	45	45	6	270
1	Recarga	5	5	2	10
CONSUMO				WATTS AL DIA	4520

Fuente: Elaboración propia

Determinamos que el consumo diario es de 4520 Watts al día en promedio para el Área de Contabilidad, por el cual con el cálculo de incidencia solar podremos determinar qué tipo de sistema de paneles solares necesitamos.

#### **b) DATOS DEL LUGAR DE INSTALACIÓN**

Para calcular la implementación una vez que tenemos una idea de cómo será la instalación eléctrica, debemos obtener latitud y longitud de área a implementar. Usamos el software Google Earth, y buscamos la ubicación, en este caso el Distrito de Punchana.

Imagen 1.1: Ubicar punto



Fuente: Google Earth

Buscamos manualmente la ubicación exacta del sitio, usamos una marca de Posición, a esta marca le damos clic derecho y nos dará latitud y longitud

Imagen 1.2: Marca de Posición



Fuente: Google Earth

- Latitud  $-3.729553^{\circ}$     Longitud  $-73.258089^{\circ}$

### c) OBTENER PARÁMETROS DE IRRADIANCIA

Teniendo la latitud y la longitud del área a implementar, entramos a la página:

<https://eosweb.larc.nasa.gov/cgi-bin/sse/grid.cgi>

(NASA, 2016)

## Imagen 1.3: Pagina de la NASA



## NASA Surface meteorology and Solar Energy - Location



Enter BOTH latitude and longitude either in decimal degrees or degrees and minutes separated by a space.

**Example:**

Latitude 33.5  
Longitude -80.75

OR

Latitude 33 30  
Longitude -80 45

Latitude?

Longitude?

South: -90 to 0

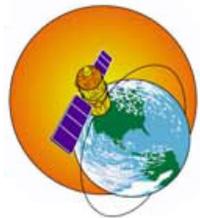
West: -180 to 0

North: 0 to 90

East: 0 to 180



*This form is "Reset" if the input is out of range.*



[Back to SSE Data Set Home Page](#)

Responsible > Data: Paul W. Stackhouse, Jr., Ph.D.  
 Officials > Archive: John M. Kusterer  
 Site Administration/Help: NASA Langley [ASDC](#) User  
 Services ([Contact Us](#))  
[\[Privacy Policy and Important Notices\]](#)  
 Document generated on Tue Aug 9 17:20:26 EDT 2016

Fuente: NASA

Ingresamos los datos hallados en el Google Earth, o sea la latitud y longitud y damos clic en botón SUBMIT o "Enviar"

Imagen 1.4: Pagina selección parámetros

<i>Parameters for Solar Cooking</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Average insolation</li> <li>Midday insolation</li> <li>Clear sky insolation</li> <li>Clear sky days</li> </ul>
<i>Parameters for Sizing and Pointing of Solar Panels and for Solar Thermal Applications</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Insolation on horizontal surface (Average, Min, Max)</li> <li>Diffuse radiation on horizontal surface (Average, Min, Max)</li> <li>Direct normal radiation (Average, Min, Max)</li> <li>Insolation at 3-hourly intervals</li> <li>Insolation clearness index, K (Average, Min, Max)</li> <li>Insolation normalized clearness index</li> <li>Clear sky insolation</li> <li>Clear sky insolation clearness index</li> <li>Clear sky insolation normalized clearness index</li> <li>Downward Longwave Radiative Flux</li> </ul>
<i>Solar Geometry</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Solar Noon</li> <li>Daylight Hours</li> <li>Daylight average of hourly cosine solar zenith angles</li> <li>Cosine solar zenith angle at mid-time between sunrise and solar noon</li> <li>Declination</li> <li>Sunset Hour Angle</li> <li>Maximum solar angle relative to the horizon</li> <li>Hourly solar angles relative to the horizon</li> <li>Hourly solar azimuth angles</li> </ul>
<i>Parameters for Tilted Solar Panels</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Radiation on equator-pointed tilted surfaces</li> <li>Minimum radiation for equator-pointed tilted surfaces</li> <li>Maximum radiation for equator-pointed tilted surfaces</li> </ul>

Fuente: NASA

Buscamos PARAMETERS FOR TILTED SOLAR PANELS o “Parámetros para paneles solares inclinados” y seleccionamos RADIATION ON EQUATOR-POINTED TILTED SURFACES o “Radiación en superficies inclinadas del Ecuador”, damos clic en SUBMIT.

Tabla 1.2: Parámetros de Irradiancia e inclinación de paneles solares

<b>Promedio mensual de la radiación que incide sobre una superficie acentuada inclinada-ecuador (KWh / m2 / día)</b>													
<b>Lat -3.73</b> <b>Lon -73.258</b>	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Anual Promedio
<b>SSE HRZ</b>	4.66	4.48	4.51	4.30	4.19	4.05	4.34	4.76	5.04	4.92	4.79	4.63	4.55
<b>K</b>	0.44	0.42	0.42	0.43	0.44	0.45	0.47	0.49	0.49	0.46	0.45	0.44	0.45
<b>Difuso</b>	2.24	2.33	2.35	2.17	1.97	1.86	1.88	2.02	2.21	2.31	2.25	2.20	2.15
<b>Directo</b>	3.58	3.07	3.05	3.09	3.38	3.46	3.83	4.03	4.00	3.70	3.72	3.64	3.55
<b>Angulo 0</b>	4.59	4.42	4.45	4.26	4.14	4.01	4.30	4.70	4.97	4.85	4.72	4.56	4.50
<b>Angulo 4</b>	4.63	4.43	4.45	4.28	4.20	4.08	4.37	4.75	4.99	4.86	4.75	4.60	4.53
<b>Angulo 19</b>	4.69	4.40	4.32	4.31	4.37	4.32	4.61	4.87	4.91	4.79	4.79	4.69	4.59
<b>Angulo 90</b>	2.36	1.98	1.64	2.11	2.55	2.74	2.83	2.53	1.92	1.95	2.33	2.44	2.29
<b>OPT</b>	4.69	4.44	4.45	4.32	4.38	4.36	4.64	4.87	4.99	4.87	4.81	4.69	4.63
<b>OPT ANG</b>	15.0	8.00	0.00	12.0	23.0	28.0	27.0	18.0	6.00	6.00	13.0	17.0	14.4

Fuente: NASA

#### d) INCLINACIÓN DE LOS PANELES SOLARES

Se tiene en cuenta que un Panel Solar instalado en el hemisferio norte del Planeta se deberá colocar mirando hacia el Sur y un Panel Solar instalado en el hemisferio sur se deberá colocar mirando al Norte.

Los ángulos de azimut para efectos del presente proyecto nos permiten determinar la incidencia de la radiación solar sobre los paneles fotovoltaicos, teniendo en cuenta la latitud.

Analizando los parámetros de Irradiancia, visto en el cuadro 1.2 se aprecia que el valor más alto es donde indica que los paneles solares deben tener un ángulo de 19°, y mirando hacia el Norte.

Pero usaremos para cálculos de demanda, el parámetro SSE HRZ, que es la media mensual de la cantidad de radiación solar total en una superficie

horizontal a la superficie de la tierra durante un mes dado, promedió entre (Jul 1993 - Jun 2015).

## MÉTODO MANUAL

También podemos hacer los cálculos manualmente con el método de la inclinación óptima anual.

La siguiente fórmula expresa la inclinación óptima anual para conseguir la mayor radiación solar anual posible sobre un panel solar estático. Está basada en el análisis estadístico de la radiación solar anual sobre superficies con diferentes inclinaciones situadas en lugares de diferentes latitudes, por lo que proporciona la inclinación óptima en función de la latitud del lugar y ofrece un resultado con gran aproximación, y la diferencia con otras fórmulas, no influye apenas en la energía eléctrica generada.

$$\beta_{opt} = 3.7 + 0.69 * |\Phi|$$

Siendo:

$\beta_{opt}$ : Ángulo de inclinación óptima (grados)

$|\Phi|$ : Latitud del lugar, sin signo (grados)

$$\beta_{opt} = 3.7 + 0.69 * |3.73|$$

$$\beta_{opt} = 6.2737$$

Se aprecia que el máximo factor de irradiancia en la tabla anterior es entre 4° y 19°, y los cálculos manuales no dan 6.27°, este resultado está dentro del rango aceptable.

$$4^\circ < 6.27^\circ < 19^\circ$$

Se le suman 10° al cálculo para que tenga la inclinación adecuada y que la lluvia lave los paneles y no se acumule agua en la superficie de estos paneles.

(Rufo, 2014)

### 3.1.3 DIMENSIONAMIENTO

Hemos determinado en el inciso a) que el consumo de la carga es de 4520 Watts al día, entonces tenemos que realizar el:

- Dimensionado del generador fotovoltaico (número de paneles necesarios).
- Dimensionado del regulador.
- Dimensionado del sistema de acumuladores (número de baterías).
- Dimensionado del inversor.

#### a) DIMENSIONADO DE LOS PANELES SOLARES

- Demanda energética (DE): 4520 Wh/día
- Irradiación solar en la zona (IS): 4.53 KWh/m<sup>2</sup>/día
- Factor para compensar pérdidas (FP): 1.2 (20% más es lo recomendado)
- Potencia total del arreglo de paneles =  $FP \times DE / IS = 1.2 \times 4520 / 4.53 = 1197.35 \text{ Wp}$
- Redondeando serán 1200 Wp
- Como los paneles solares son de 300 Wp  $\rightarrow 1200 / 300 = 4$
- Necesitaremos 4 paneles de 300 Wp colocados en paralelo, ya que cada panel es de 24 V y 9 A quedaría 24 V y 36 A.

(Cuytronic, 2015)

#### b) DIMENSIONADO DEL CONTROLADOR DE CARGA

Cálculo del controlador de carga:

- Potencia máxima de los paneles (Wp): 1200 Wp (obtenido al calcular la potencia de paneles).
- Voltaje del sistema (V): 24 V (sugerido para sistemas no mayores de 1500 Wh/día).
- Corriente en el controlador =  $Wp / V = 1200 \text{ W} / 24 \text{ V} = 50 \text{ A}$
- Necesitaremos un controlador de 50 A

### c) DIMENSIONADO DE LAS BATERÍAS

Cálculo de la capacidad de las baterías:

- Autonomía (AUT, tiempo sin brillo solar): 2 días (recomendado)
- Demanda energética (DE): 4520 Wh/día
- Eficiencia de las baterías (Rend) : 80% (baterías de ciclo profundo)
- Descarga máxima (Descarga): 53% (para no afectar demasiado la vida útil de las baterías)
- Voltaje de las baterías (V): 12 V
- Potencia total del banco de baterías (PB) =  $(AUT \times DE) / (Rend \times Descarga) = (2 \times 4520) / (0.80 \times 0.53) = 21320.75 \text{ Wh}$
- Capacidad total del banco de baterías =  $PB/V = 21321 \text{ Wh} / 12 \text{ V} = 1777 \text{ Ah}$ .
- Como las baterías solares son de 150 Ah  $\rightarrow 1,777 \text{ Ah}/150 \text{ Ah}=11.84$
- Necesitaremos 12 baterías de 150 Ah, hay que tener en cuenta que el voltaje de los paneles es de 24 V y como las baterías son de 12 V, las instalaremos en serie de dos en dos o pares, al estar en serie se suman los voltajes  $12 + 12 = 24\text{V}$ .

El tamaño del sistema fotovoltaico está dado por el Watt Pico (Wp), que es la salida máxima de un panel solares bajo condiciones estándar que son: temperatura ambiente de 25°C y 1000 Watt/m<sup>2</sup> de irradiación.

La fórmula supone una eficiencia del sistema de aproximadamente 8% que se basa en la eficiencia del panel (10%) y la eficiencia de la batería (80%). Otro dato que se asume es la potencia proporcional de los paneles por metro cuadrado de 100 Wp.

Durante el mediodía, en días despejados, se puede esperar una irradiación de 1000 W/m<sup>2</sup>. Esto significa que un panel de 100 Wp generará, durante las horas más soleadas del día, 100 Watts. En promedio los paneles FV están en aproximadamente 100 Wp por m<sup>2</sup> o, para decirlo de una manera diferente, los paneles solares tienen una eficiencia promedio del 10%.

(Intikallpa, 2014)

### 3.1.4 EQUIPOS UTILIZADOS

Los equipos utilizados fueron:

- Multímetro
- Pinza amperimétrica

### 3.1.5 CONCEPTOS BÁSICOS PARA EL DISEÑO DEL PILOTO

Necesitamos tener conceptos básicos para el diseño, por lo cual es muy importante saber cómo convertir la energía solar en electricidad.

## FUNDAMENTOS DE TECNOLOGIA FOTOVOLTAICA

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

Los dispositivos para conversión de la energía que se usan para cambiar la luz solar en electricidad por efecto fotovoltaico, son conocidos como celdas fotovoltaicas o celdas solares; es decir, que una celda solar es un transductor que convierte la energía radiante del sol directamente en electricidad y es básicamente un diodo semiconductor capaz de desarrollar un voltaje de 0.5-1.0V y una densidad de corriente de 20-40 mA/cm<sup>2</sup>, dependiendo de los materiales usados y de las condiciones de luz solar.

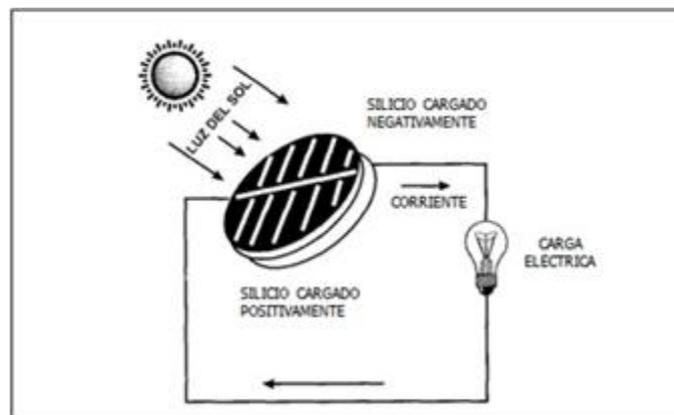
El efecto fotovoltaico se puede observar en forma natural en una variedad de materiales, pero los que tienen un mejor desempeño en la luz solar son los semiconductores. Cuando los fotones de la luz del sol son absorbidos en un semiconductor, se crean electrones libres (y agujeros) con energías más altas que los electrones que proporcionan la vinculación en la base de cristal. Una vez que estos pares de huecos o agujeros de electrones libres son creados, debe haber un campo eléctrico para inducir estos electrones de energías más altas a fluir fuera

del semiconductor para desarrollar un trabajo útil. En una celda solar típica esto se puede hacer mediante el uso de uniones p-n. Es sabido que si un campo eléctrico existe a través de una unión p-n, este campo recoge a los electrones en una dirección y a los agujeros en otra.

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

(Roseguel, 2014)

Imagen 1.5: Silicio



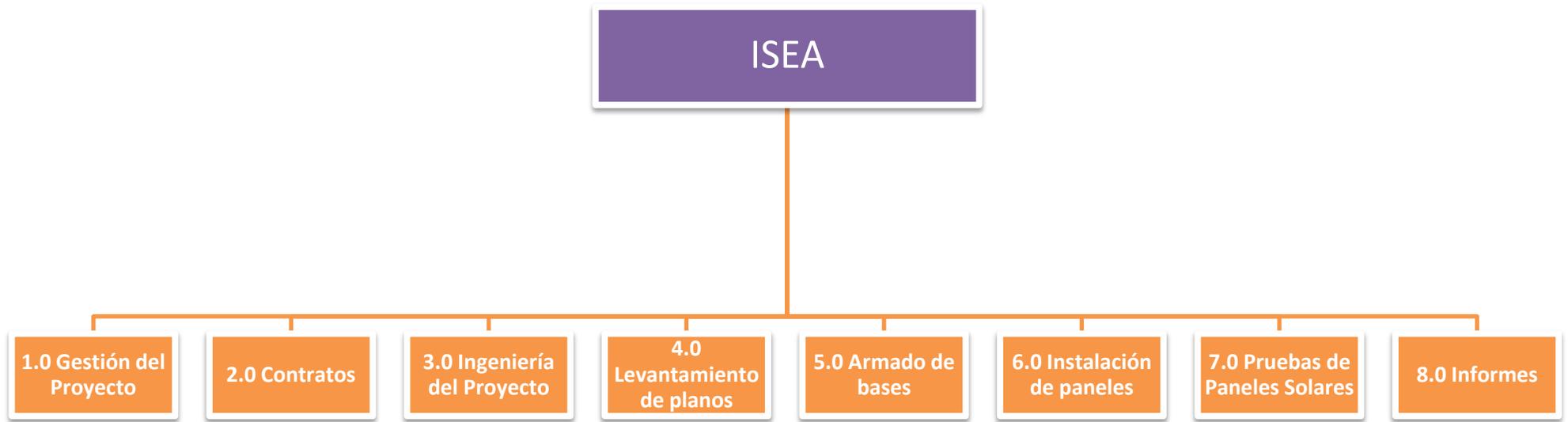
Fuente: HARPER Enríquez, Principio Básico de Trabajo de la Tecnología Fotovoltaica, 2010.

### 3.1.6 ESTRUCTURA

El proceso contó con la siguiente estructura:

- 1.0 Gestión del proyecto
- 2.0 Contratos
- 3.0 Ingeniería del proyecto
- 4.0 Levantamiento de planos
- 5.0 Armado de bases
- 6.0 Instalación de paneles
- 7.0 Prueba de paneles solares
- 8.0 Informes

Grafico 1.4: Estructura del proceso



Fuente: Elaboración propia

### 3.1.7 ELEMENTOS Y FUNCIONES

Se describe los elementos para el sistema fotovoltaico, además de las funciones de cada elemento.

Imagen 1.6: Celda Solar



Fuente: [www.solener.com](http://www.solener.com)

### PANELES SOLARES

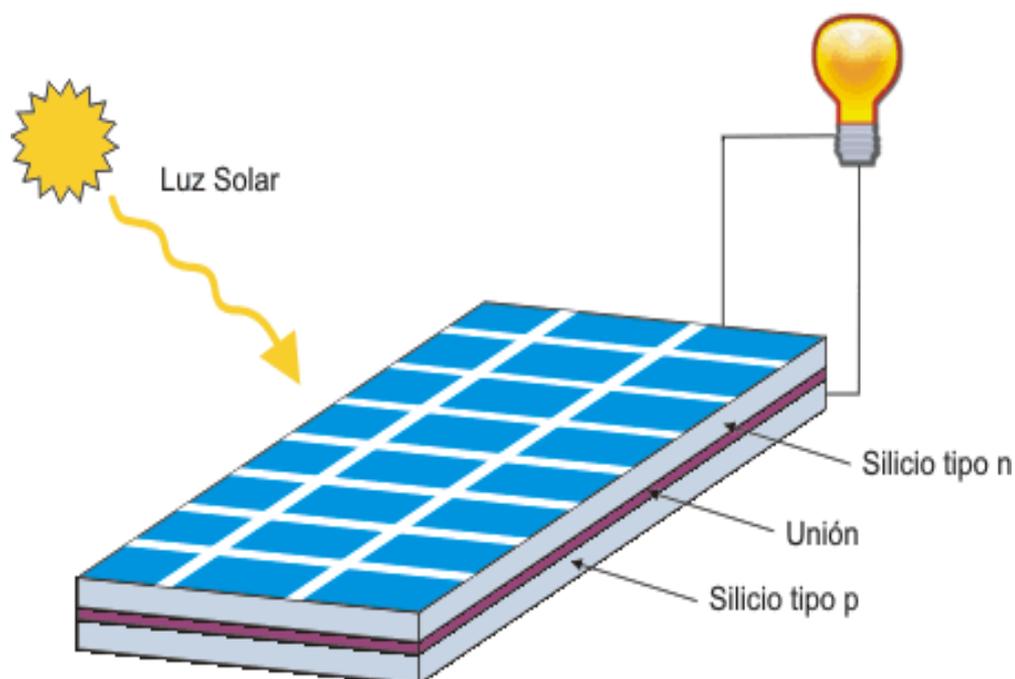
Los paneles solares están compuestos de silicio, este material está despojado de impurezas es un material ideal para transmitir electrones, cada átomo tiene espacio para ocho electrones, aunque en estado natural solo llevan cuatro, por lo que tienen espacio para cuatro más. Cuando se chocan, se crea un fuerte vínculo pero no están cargados ni positivas ni negativamente.

Por eso, los paneles solares están hechos de silicio mezclado con otros materiales que generan cargas positivas o negativas, como por ejemplo el fósforo que tiene cinco electrones y el boro que tiene tres, esto es así porque se deben crear cargas positivas y negativas para generar la electricidad.

Las placas negativas con fósforo y las positivas con boro se intercalan en el panel con hilos conductores entre ellos, a su vez, estos paneles están recubiertos de cristal no reflectante.

(Vasquez, ¿Como funciona un panel solar?, 2016)

Imagen 1.7: Composición del panel solar



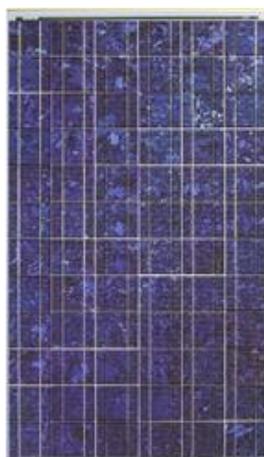
Fuente: [www.gstriatum.com/energiasolar/blog/](http://www.gstriatum.com/energiasolar/blog/)

## TIPOS DE PANELES SOLARES

Se puede encontrar distintos tipos de paneles, eso depende de los materiales con que se construyen:

- **SILICIO PURO MONOCRISTALINO:** Están basados en secciones de una oblea o barra de silicio cristalizado en una sola pieza.
- **SILICIO PURO POLICRISTALINO:** De materiales semejantes a los paneles solares de silicio puro monocristalino, el proceso de cristalización es diferente, se basan en secciones de una barra de silicio que se ha estructurado de forma desordenada en forma de pequeños cristales.
- **SILICIO AMORFO O DE PELÍCULA DELGADA:** También son paneles basados en silicio, pero este material no sigue una estructura cristalina. Este tipo de paneles son empleados habitualmente para pequeños dispositivos electrónicos y en pequeños portátiles.

Imagen 1.8: Tipos de paneles solares



Policristalino



Monocristalino



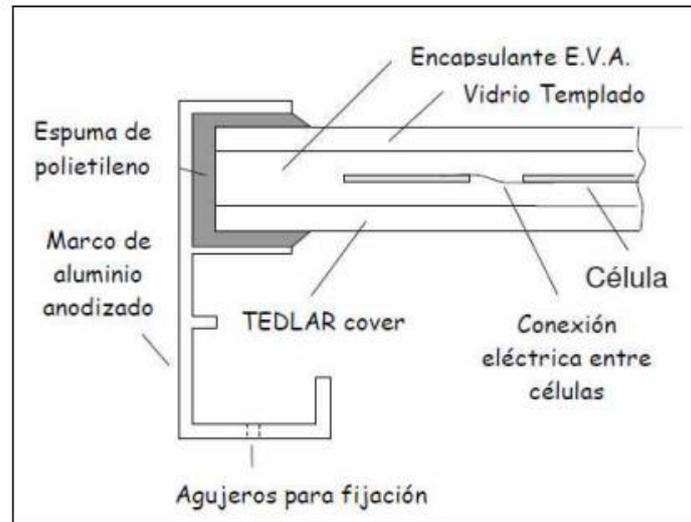
Película Delgada

Fuente: [solectricenergiasolar.wordpress.com](http://solectricenergiasolar.wordpress.com)

La corriente producida por la celda fotovoltaica es una corriente directa (C.D.), la cual se puede convertir cuando es necesario en corriente alterna (C.A.) con la ayuda de un equipo apropiado (inversor). La principal diferencia entre el sistema fotovoltaico y otros tipos de energía solar es que el fotovoltaico usa la energía del sol directamente en la forma de luz solar, en tanto que otras tecnologías solares usan el calor del sol; las celdas fotovoltaicas tienen un mantenimiento bajo y una larga vida, no tienen partes en movimiento y sus componentes son de electrónica del estado sólido, esto hace posible usar los sistemas fotovoltaicos en sitios remotos en donde los recursos son escasos.

(Sitiosolar.com, 2013)

Imagen 1.9: Estructura de panel solar



Fuente: <https://solectricenergiasolar.files.wordpress.com/2013/11/construccion-panel.png>

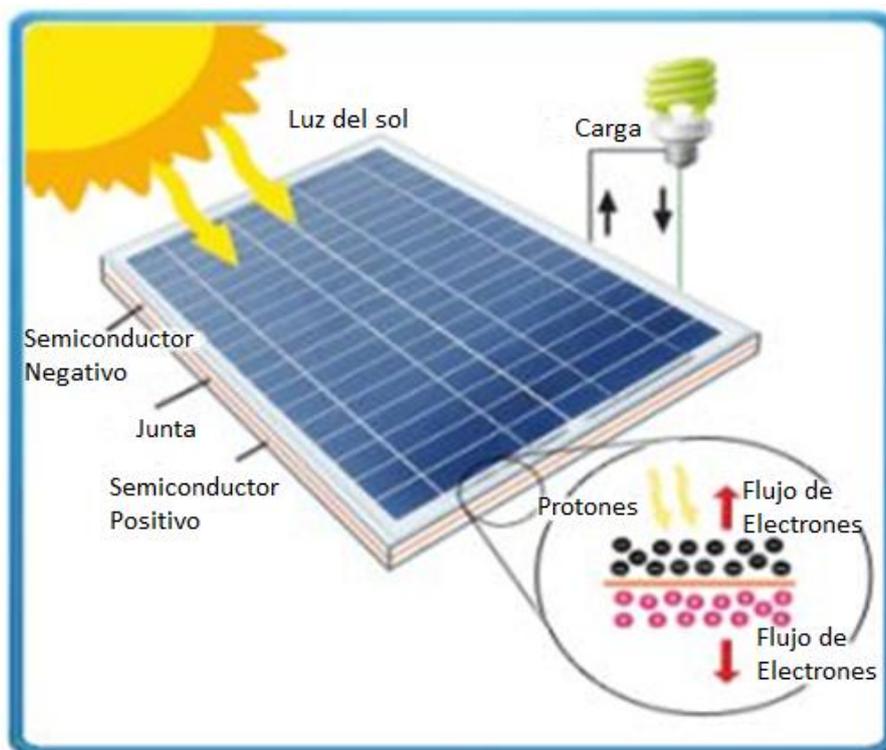
### **FUNCIONAMIENTO DE UN PANEL SOLAR**

El sol libera muchas partículas de energía diferentes, pero sólo los fotones son necesarios para generar energía solar, el fotón actúa como un martillo en movimiento, únicamente cuando las placas negativas se colocan de forma particular hacia el sol, por lo que los fotones bombardean esos átomos de silicio y fósforo, rompiendo electrones y liberando algunos, la electricidad generada por una única célula solar no es mucha, pero unidas todas por los hilos conductores permite generar más energía, lo que no se utiliza vuelve nuevamente a las placas negativas y el proceso comienza otra vez

Algunos paneles solares para que tengan la máxima eficiencia es necesario que la temperatura de las células fotovoltaicas alcance una temperatura óptima, casi por los 25 °C. En las zonas donde la incidencia de radiación es mayor como la selva, dicha temperatura óptima se supera, disminuyendo el rendimiento de las placas solares, pero eso mayormente ocurre en los paneles monocristalinos, estos disminuyen su eficiencia cuando la temperatura es mayor a 25°, lo que no ocurre con los paneles policristalinos,

que trabajan mejor con temperaturas elevadas, la pérdida de eficiencia en módulos policristalinos en general es menor que en paneles de celdas monocristalinas. (Vasquez, Batanga, 2014)

Imagen 1.10: Funcionamiento de un panel solar

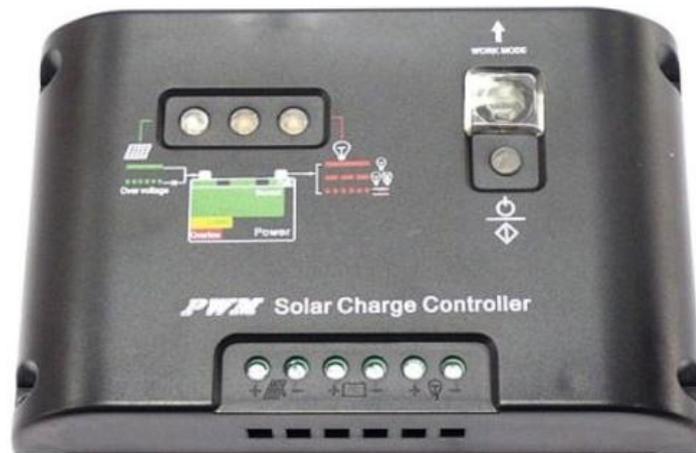


Fuente: [www.cemaer.org/wp-content/uploads/2014/06/fi-comofuncionaunpanelsolar](http://www.cemaer.org/wp-content/uploads/2014/06/fi-comofuncionaunpanelsolar)

### **REGULADOR DE VOLTAJE DE CARGA**

Este dispositivo es muy importante en los sistemas solares, protege de sobrevoltajes o sobrecorrientes tanto al panel solar como a la carga regulando su nivel de voltaje o desconectándola.

Imagen1.11: Regulador de carga



Fuente: [www.energiamoderna.com.ar/tutoriales/0006,-Como-elegir-paneles-solares-y-baterias-.html](http://www.energiamoderna.com.ar/tutoriales/0006,-Como-elegir-paneles-solares-y-baterias-.html)

## DESCRIPCIÓN DEL PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DE UN REGULADOR DE VOLTAJE

El ciclo de trabajo de un controlador de carga solar se divide en cuatro fases:

- **PRIMERA FASE.**- El regulador de carga solar hace posible la entrada de corriente de carga sin interrupción a las baterías que se encuentran vacías, el voltaje se eleva al máximo mientras la batería consume toda la energía posible.
- **SEGUNDA FASE.**- En esta fase, la tensión de la carga que se mantiene a lo largo de una hora (aproximadamente) termina, es cuando el regulador interrumpe la carga gradualmente y la batería alcanza el 90% de su capacidad.
- **TERCERA FASE.**- Aquí se completa la carga final. Una vez que los acumuladores de energía ya están cargados y el panel solar sigue haciendo su trabajo, absorbiendo el calor solar, es cuando el regulador acciona el circuito de control automático para detener la carga a la batería.

- **CUARTA FASE.**- Finalmente, la batería está descargada y se encuentra en su mínima capacidad, entrando al proceso de igualación que se refiere cuando la carga de los acumuladores de energía ha sido baja tras un determinado periodo de tiempo. Aquí se acciona de nuevo el circuito del regulador para permitir la entrada de energía e iniciar de nuevo el ciclo.

En el caso de que no haya sol por dos días y especialmente en las noches, el controlador de carga tiene un papel importante, evita que la energía que está almacenada en la batería no vuelva a los paneles, se bloquea esta transmisión a través de un diodo, este protege las celdas solares y mantiene que los paneles trabajen normalmente.

Estos dispositivos hacen posible un equilibrio en el flujo de energía a través de todo el circuito que conforma el sistema de energía fotovoltaico, bloquean corrientes inversas, previenen sobrecargas y mantienen apropiadamente la alimentación de las baterías de manera segura para que el sistema esté en condiciones óptimas a largo plazo.

## **TIPOS DE CONTROLADORES DE CARGA**

En las instalaciones fotovoltaicas aisladas existen dos tipos de reguladores de carga solares: los PWM y los MPPT, ambos se encargan de lo mismo, controlar el flujo de energía entre el campo fotovoltaico y las baterías, pero difieren en la tensión de funcionamiento y por tanto en las aplicaciones en las que deben ser usados, como veremos más adelante.

### **REGULADOR PWM**

Un regulador PWM (Modulación por ancho de pulsos) sólo dispone en su interior de un diodo, por tanto el campo fotovoltaico funciona a la misma tensión que las baterías, la energía a un lado y al otro del regulador es la

misma, con los valores de tensión y corriente iguales también.

Esto hace que los módulos no trabajen en su punto de máxima potencia, sino en el que impone la batería según su estado de carga, produciendo una pérdida de potencia, que puede llegar hasta el 25 ó 30%.

El regulador PWM es capaz de llenar por completo la batería gracias a que introduce la carga de forma gradual, a pulsos de tensión, en la fase de flotación, fase de llenado último de la batería; así, la corriente se va introduciendo poco a poco hasta que la batería se llena de manera óptima y estable.

## **REGULADOR MPPT**

Un regulador MPPT o maximizador solar, dispone además del diodo de protección, de un convertidor de tensión CC-CC y de un seguidor del punto de máxima potencia. Esto le permite dos cosas:

- El convertidor de tensión CC-CC (de alta tensión en el campo fotovoltaico a baja tensión en las baterías) permite trabajar a tensiones diferentes en el campo fotovoltaico y en las baterías.
- El seguidor del punto de máxima potencia (MPPT por sus siglas en inglés) adapta la tensión de funcionamiento en el campo fotovoltaico a la que proporcione la máxima potencia.

Por tanto, en un regulador MPPT la energía que entra y sale del regulador es la misma, al igual que en los reguladores PWM, pero la tensión y la corriente son diferentes a un lado y a otro; con ello se consigue aumentar la tensión del panel solar y aumentar la producción solar en hasta un 30% respecto a los reguladores PWM, aunque los MPPT son más costosos.

Al poder trabajar a tensiones más elevadas en el campo fotovoltaico, se reducen las pérdidas energéticas ocasionadas con bajas tensiones (como las pérdidas son proporcionales a la corriente, a menor corriente, menores pérdidas), haciendo que los reguladores MPPT sean especialmente indicados

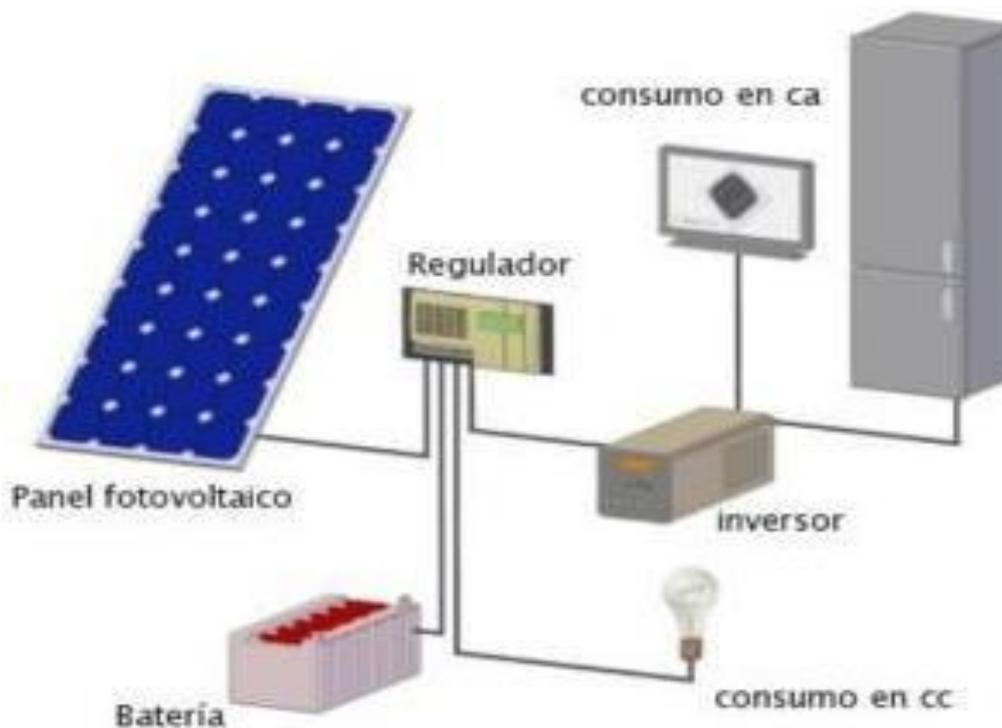
para potencias fotovoltaicas elevadas, dónde se busque generar el máximo de energía.

En resumen, ambos reguladores, por su forma de trabajar, funcionan con paneles solares diferentes y sirven para instalaciones diferentes.

En cuanto a cuál elegir, en instalaciones ya existentes, el panel solar instalado va a determinar el regulador a utilizar.

Mientras que, en nuevas instalaciones aisladas, el regulador solar se puede elegir libremente en función de los objetivos de la instalación. (Monsolar.com, 2013)

Imagen 1.12:: Función del regulador de carga



Fuente: [www.solener.com](http://www.solener.com)

## EL INVERSOR

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

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

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

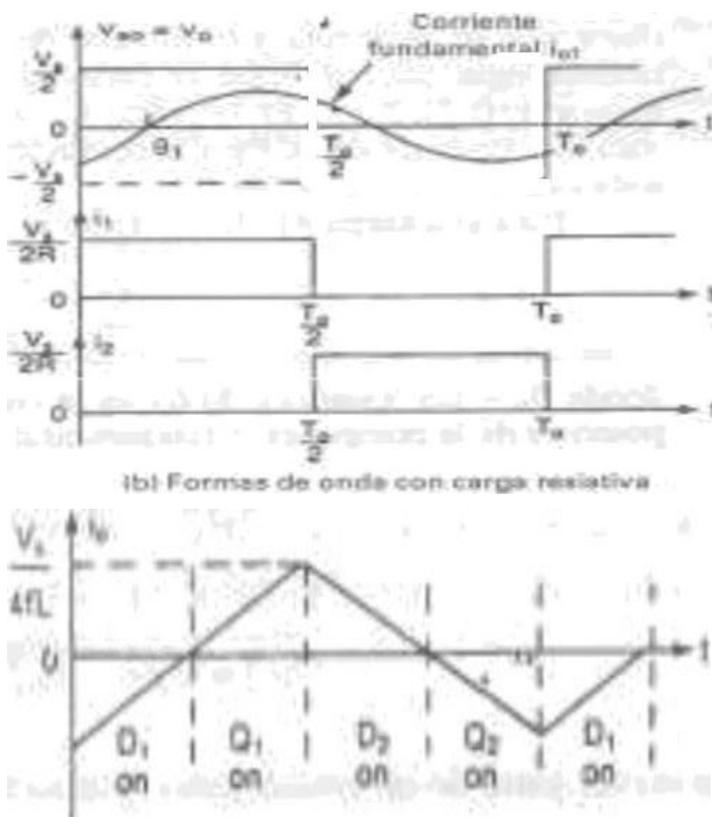
## PRINCIPIO DE OPERACIÓN DE UN INVERSOR MONOFASICO

El circuito inversor está formado por dos pulsadores, cuando solo el transistor  $Q_1$  está activo durante el tiempo  $T_o/2$ , el voltaje instantáneo a través de la carga es  $V_s/2$ . Si solo el transistor  $Q_2$  está activo durante el tiempo  $T_o/2$ , aparece el voltaje  $-V_s/2$  a través de la carga. El circuito lógico debe diseñarse de tal forma que  $Q_1$  y  $Q_2$  no estén activos simultáneamente. En la figura de abajo se muestra las formas de onda para los voltajes de salida y las corrientes

de los transistores en el caso de una carga resistiva. Este inversor requiere de una fuente de cd de tres conductores, cuando el transistor está inactivo, su voltaje inverso es  $V_s$ , en vez de  $V_s/2$ . Este inversor se conoce como inversor de medio puente.

El voltaje RMS de salida es  $V_s/2$ . Si la carga fuera altamente inductiva, la gráfica de la carga sería (c). (GALARZA, GORDILLO, & RIVERA, 2012)

Imagen 1.13: Inversor Tipo Y2 Puente



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

## BATERÍAS DE CICLO PROFUNDO

Las baterías de ciclo profundo están especialmente diseñadas para soportar un alto número de descargas profundas, y ser recargadas sin afectar su desempeño, a diferencia de las baterías automotrices, que al ser sometidas a condiciones de descargas profundas, pierden su capacidad.

Un ciclo se describe como una descarga y una carga de batería, no importando el porcentaje de descarga que haya sufrido, ejemplo: si descargas una batería al 50% y la recargas al 100%, eso es un ciclo.

A las baterías de ciclo profundo también se le llaman Baterías Gel, y por lo general hay dos tipos de batería que se usan con más frecuencia en sistemas Fotovoltaicos: Plomo-Acido Regulada por Válvulas (PARV) y Plomo-Acido Húmeda (PAH). La tecnología PARV incluye baterías de electrolito gelatinoso y baterías de Esponja de Fibra de Vidrio (EFV o AGM por sus siglas en inglés).

Las baterías de Gel también llevan ácido, solamente que al evaporarse, éste es absorbido y transformado en gel (de ahí el nombre) y vuelto a condensar para transformarse nuevamente en ácido. (ALCUBIERRE, 2015)

Imagen 1.14. Batería de ciclo profundo



Fuente: [www.powershop.cl](http://www.powershop.cl)

Las baterías de Níquel-Cadmio tienen una estructura física similar a las de Plomo-ácido. En lugar de Plomo, se utiliza hidróxido de Níquel para las placas positivas y óxido de Cadmio para las negativas. El electrolito es hidróxido de Potasio.

El voltaje nominal de un elemento de batería de Ni-Cd es de 1,2 V, en lugar de los 2 V de los elementos de batería de Plomo-ácido.

Las baterías de Ni-Cd aguantan procesos de congelación y descongelación sin ningún efecto sobre su comportamiento. Las altas temperaturas tienen menos incidencia que en las de Plomo-ácido. Los valores de auto descarga oscilan entre 3 y 6% al mes.

Les afectan menos las sobrecargas. Pueden descargarse totalmente sin sufrir daños. No tienen peligro de sulfatación. Su capacidad para aceptar un ciclo de carga es independiente de la temperatura.

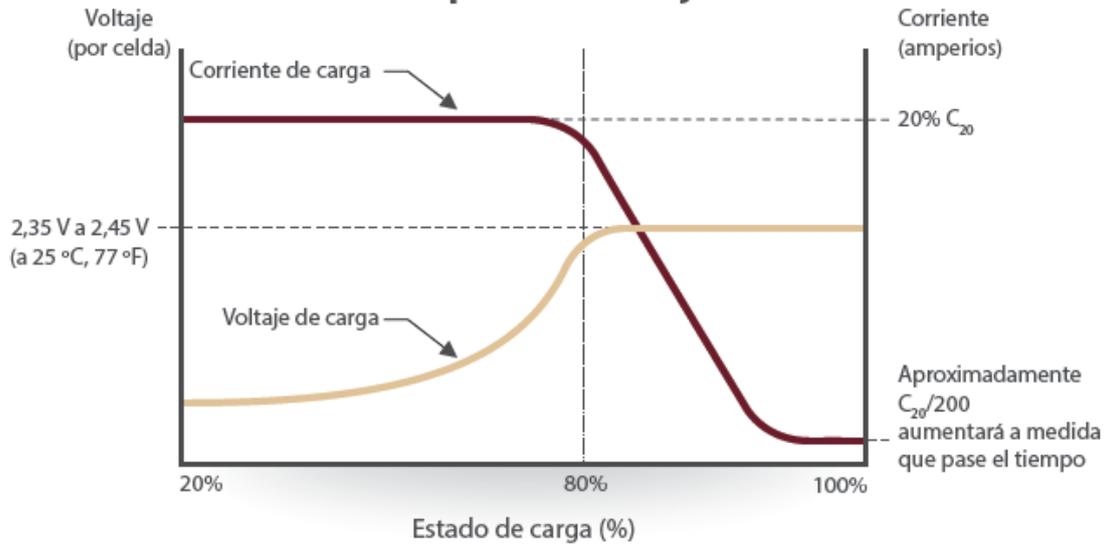
El costo de una batería de Ni-Cd es mucho más elevado que el de una de Plomo-ácido; no obstante tiene un mantenimiento más bajo y una vida más larga. Esto las hace aconsejables para lugares aislados o de acceso peligroso.

Las baterías de Ni-Cd no pueden probarse con la misma fiabilidad que las de Plomo-ácido. Por tanto, si es necesario controlar el estado de carga, las baterías de Ni-Cd no son la mejor opción.

El Ni-Cd presenta el llamado "efecto memoria": la batería "recuerda" la profundidad de descarga y reduce su capacidad efectiva. Esto se debe a que el compuesto químico que se forma en una placa cargada tiende a cristalizar, por lo que si se le deja el tiempo suficiente queda inutilizada, perdiéndose capacidad. Este proceso no es irreversible pero si de difícil reversión.

(Enersac, 2015)

Grafico 1.5: Cuadro de carga



Fuente: [www.trojanbattery.com](http://www.trojanbattery.com)

## CRITERIOS PARA ELEGIR MATERIALES

### ELEGIR TIPO DE PANELES SOLARES

Se eligió paneles solares policristalinos, porque estos paneles trabajan mejor con temperaturas elevadas, y como aquí en la selva las temperaturas son altas bordeando los 30-35 grados.

En cambio los paneles monocristalinos, disminuyen su eficiencia cuando la temperatura es mayor a 25°, lo que no ocurre con los paneles policristalinos.

Otro factor es el precio, cuestan un poco menos que los monocristalinos.

Además en ese momento los de 300 Wp estaban en oferta ya que su precio era superior.

### ELEGIR TIPO DE CONTROLADOR

En este caso se sugirió un tipo de controlador de carga e inversor, pero el Sr. Luis Valdés dueño de la empresa Trensac, envió una caja de control solar Sun-SP2000 desde la ciudad de Pucallpa, según él adquirido por un amigo

que viajó a Guatemala y que la compró en la empresa “Energía Solar Centroamericana S.A.

Analizando el datasheet del artículo, este cumple con los requerimientos, pero lo recomendable hubiese sido comprar el controlador e inversor separados, por si se malogran.

### **ELEGIR TIPO DE BATERÍA**

Se eligieron baterías de ciclo profundo GFM por su relación calidad y precio, son productos recomendados por otros conocedores en la materia.

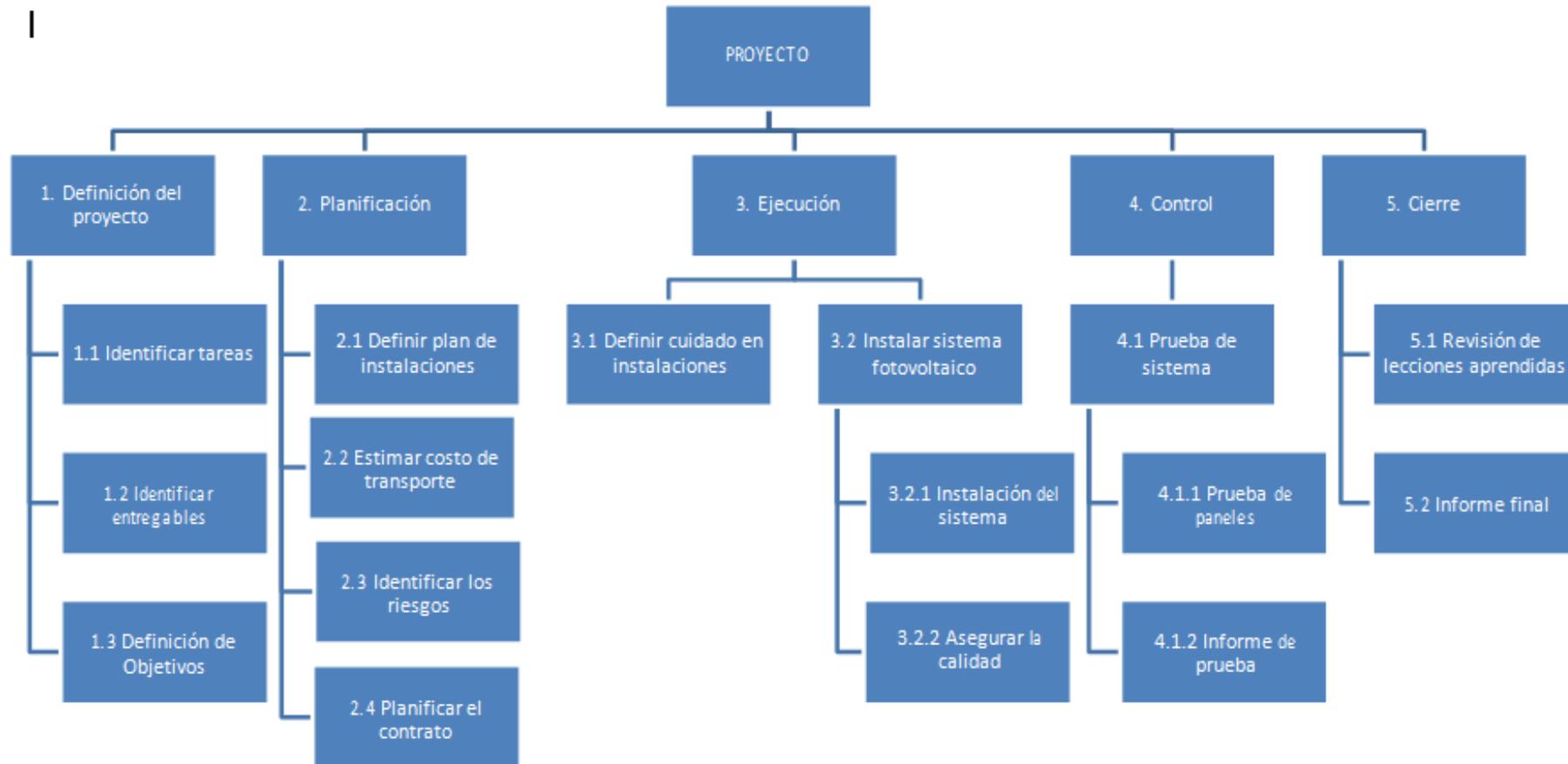
La rejilla positiva de la batería está hecha de una aleación especial, que evita la pérdida de capacidad temprana, lo que le permite tener una larga vida útil de aproximadamente 12 años tanto bajo carga flotante como utilización con ciclos.

### **3.1.8 PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO**

Para este proyecto lo primero que hacemos es el EDT o desglose de las actividades:

## EDT

Grafico 1.6. EDT

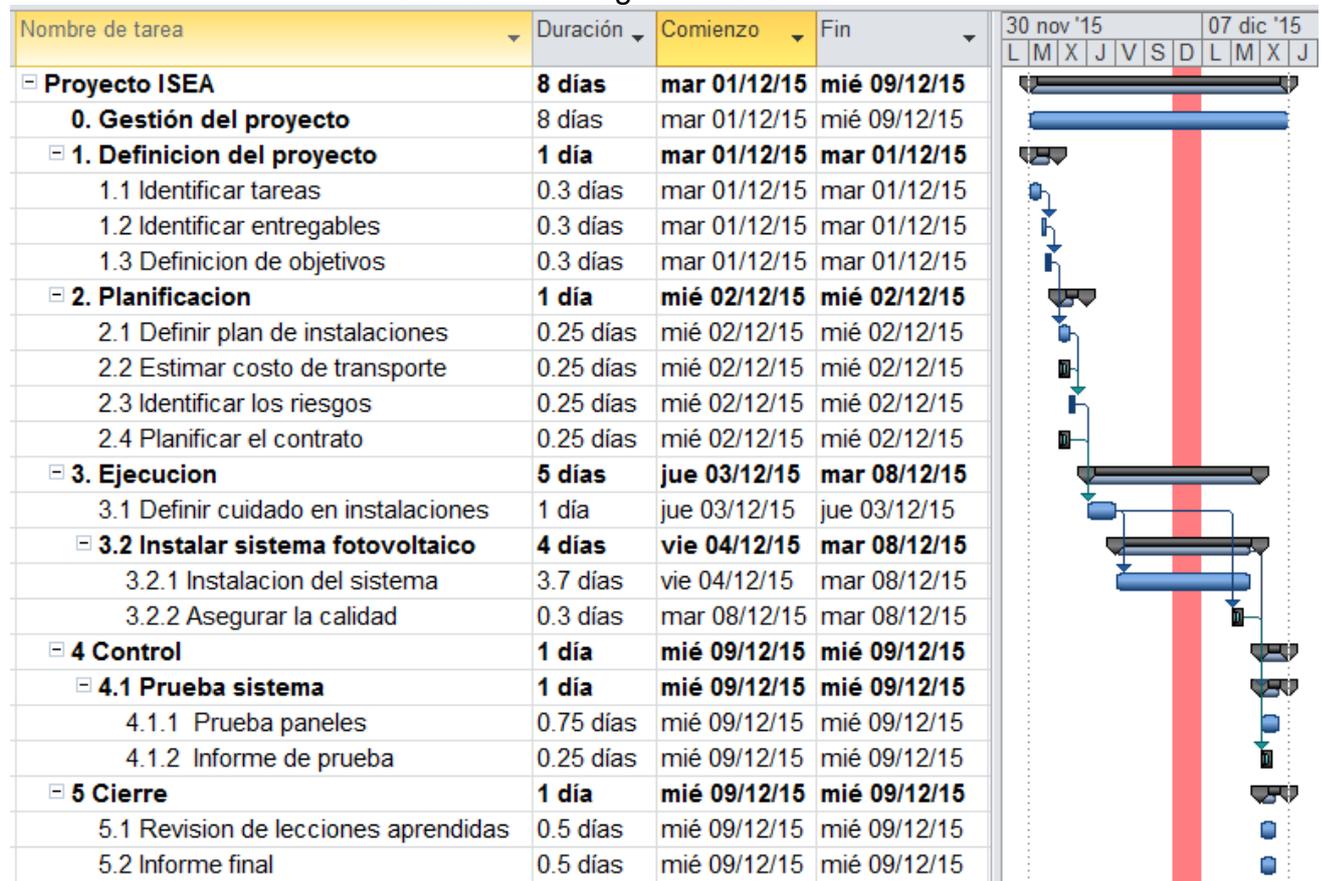


Fuente: Elaboración propia

Teniendo el desglose de las actividades, se procedió al cronograma de las actividades, se utilizó Microsoft Project 2010 para realizar el diagrama de Gantt.

## DIAGRAMA DE GANTT

Grafico 1.7: Diagrama de Gantt



Fuente: Elaboración propia

Tabla 1.3: Equipos Utilizados

Tipo	Marca	Origen	Descripción	Tipo / Diodo	Precio \$
Policristalino 300 Wp/24V	Simax	China	45 V max Voc 8.93 A max Isc	Poli 72 cel / Si	390
Batería Gel 150 Ah/12VDC	sbb	China	Ciclo profundo 2400 ciclos a 30% DOD		260
Caja de control solar del sistema eléctrico Sun- SP2000	Masspower	China	2000 Watts 24 VDC 50 A	Controlador de carga e Inversor de onda pura	616
Todos los equipos son adquiridos en Proviento					

Fuente: Elaboración propia

Terminado el desglose de las actividades, se procedió con el cálculo de costos

## COSTOS

Tabla 1.4: Costo Actualizado de Sistema Solar

CANT.	DESCRIPCIÓN	PRECIO	TOTAL
04	PANELES SOLARES 300 WP 24V	1,318.20	5,272.80
12	BATERÍAS 150 AH 12V	878.80	10,545.60
1	CONTROLADOR INVERSOR 2000W 50A 24VDC	2,083.00	2,083.00
	TRANSPORTE		785.00
	SERVICIO		1,000.00
	MÁQUINAS		100.00
	MATERIALES DE INSTALACIONES		250.00
	ELECTRICAS		
	Cable concéntrico 2x14		
	Boquillas		
	Focos		
	Grapas plástica		
	Amarras plásticas		
	Caja de madera		
	Soporte de metal para batería		
	Caja metálica para equipos		
	Silicona fría		
	Tornillos		
	Caja Octogonal plástica Misceláneos		
	VARIOS		
	TOTAL		20,086.40

T/C: 3.38

Fuente: Elaboración propia

## CALCULO DEL VAN

Si a los flujos de caja (cobros - pagos) le llamamos:  $Q_1, Q_2, \dots, Q_n$

A la tasa de descuento seleccionada:  $k$  y al desembolso inicial:  $A$

$$VAN = -A + \frac{Q_1}{(1+k)^1} + \frac{Q_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{Q_n}{(1+k)^n}$$

Siendo:

$Q_1, Q_2, Q_3, Q_4, Q_5, Q_6, Q_7, Q_8, Q_9, Q_{10}, Q_{11}, Q_{12} = 2,400$  anual

$k = 4.37\%$  Tasa referencial Banco de Crédito del Perú

A = 20,086  
Tendremos:

$$\begin{aligned} VAN = & -20086 + \frac{2400}{(1+0.0437)^1} + \frac{2400}{(1+0.0437)^2} + \frac{2400}{(1+0.0437)^3} + \\ & \frac{2400}{(1+0.0437)^4} + \frac{2400}{(1+0.0437)^5} + \frac{2400}{(1+0.0437)^6} + \frac{2400}{(1+0.0437)^7} + \\ & \frac{2400}{(1+0.0437)^8} + \frac{2400}{(1+0.0437)^9} + \frac{2400}{(1+0.0437)^{10}} + \frac{2400}{(1+0.0437)^{11}} = 503.75 \end{aligned}$$

CALCULO DEL TIR

$$\begin{aligned} 0 = & \frac{2400}{(1+I)^1} + \frac{2400}{(1+I)^2} + \frac{2400}{(1+I)^3} + \frac{2400}{(1+I)^4} + \frac{2400}{(1+I)^5} + \frac{2400}{(1+I)^6} + \\ & \frac{2400}{(1+I)^7} + \frac{2400}{(1+I)^8} + \frac{2400}{(1+I)^9} + \frac{2400}{(1+I)^{10}} + \frac{2400}{(1+I)^{11}} - 20086 \end{aligned}$$

$$I = 4.9\%$$

TIR = 4.9%

Se calcula mínimo 11 años para recuperar la inversión, está dentro de los parámetros de recupero de inversión de sistemas aislados de paneles solares, porque el tiempo de recuperación varía entre 10 a 15 años, son proyectos de largo plazo, sin subvención del gobierno.

(Negocios, 2016)

### **3.1.9 SERVICIOS**

Brindar electricidad a través de un sistema de paneles fotovoltaicos, para el uso de luces y computadoras..

### **3.2 CONCLUSIONES**

Se logró diseñar un sistema de energía alternativo, con el uso de paneles solares.

Se implementó el sistema de paneles solares en la empresa Trensac en el tiempo establecido, y está generando la potencia requerida.

### **3.3 RECOMENDACIONES**

En definitiva, se debe usar solo baterías solares que se requirió, por desconocimiento se usaron algunos de otro tipo, la vida útil de estas será corta, pero muchas veces hay que lidiar con ese problema y adaptarte al cliente buscando un punto medio o en todo caso informarle cual serán las consecuencias.

Debe por tanto monitorearse este sistema para estar prevenidos y hacer los cambios respectivos lo más pronto posible cuando haya más dinero para comprar las faltantes.

## CAPÍTULO IV: REFERENCIAS

- Minas, M. d. (2009). *Intranet Minem*. Obtenido de [http://intranet2.minem.gob.pe/web/common/publicaciones/data/CNE\\_Suministrol.pdf](http://intranet2.minem.gob.pe/web/common/publicaciones/data/CNE_Suministrol.pdf)
- Vivienda, M. d. (2010). *Geo Vivienda*. Obtenido de <http://geo.vivienda.gob.pe/dnv/documentos/RNE/8.pdf>
- Roseguel. (2014). *Celdas Fotovoltaicas*. Obtenido de <https://users.dcc.uchile.cl/~roseguel/celdasolar.html>
- Vasquez, L. (2014). *Batanga*. Obtenido de <http://www.batanga.com/curiosidades/2011/03/03/como-funciona-un-panel-solar>
- Sitiosolar.com*. (2013). Obtenido de <http://www.sitiosolar.com/los-paneles-solares-fotovoltaicos/>
- Monsolar.com*. (2013). Obtenido de <http://www.monsolar.com/fotovoltaica-aislada/reguladores-de-carga.html>
- GALARZA, G., GORDILLO, C., & RIVERA, C. (MAYO de 2012). *UNIVERSIDAD TECNICA SALESIANA*. Obtenido de <http://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/7170/MEMORIA%20TECNICA.pdf>
- ALCUBIERRE, D. (2015). *CEMAER*. Obtenido de <http://energia.cemaer.org/curso--gratis--amigos/>
- Enersac. (2015). *Energías renovables*. Obtenido de <http://www.enersac.com/energia-solar-faq-que-diferencia-hay-entre-las-baterias-de-plomo-acido-y-niquel-cadmio.php>

## CAPÍTULO V: GLOSARIO DE TÉRMINOS

### 5.1 GLOSARIO DE TÉRMINOS

**SSE MAX:** La cantidad mensual promedio del total de la radiación solar incidente sobre una superficie horizontal en la superficie de la tierra para el año que tiene más, o máximo, el valor promedio mensual en el período de 22 años (julio 1993-junio 2015).

**Índice de Claridad (K):** La cantidad promedio mensual del total de la radiación solar incidente sobre una superficie horizontal en la superficie de la tierra para el año que tiene más, o máximo, el valor promedio mensual en el período de 22 años dividido por el promedio mensual entrante inicio de página la insolación atmósfera de ese mes.

**Difuso:** El importe medio mensual de la radiación solar por un incidente mes dado sobre una superficie horizontal en la superficie de la tierra debajo de todo el cielo de condiciones con la radiación directa del rayo del sol bloqueada por una banda de sombra o un disco de seguimiento para el año que tenga el menor, o mínimo, el valor promedio mensual en el período de 22 años.

**Normal directa:** La cantidad promedio mensual de la radiación directa normal incidente en una superficie orientada normal a la radiación solar para el año que tiene más, o máximo, el valor promedio mensual en el período de 22 años.

#### **Inclinación 0, Latitud-15, latitud, latitud + 15, 90**

La cantidad promedio mensual del total de la radiación solar incidente sobre una superficie inclinada respecto a la horizontal y señaló hacia el ecuador para el año que tiene más, o máximo, el valor promedio mensual en el período de 22 años. Tenga en cuenta que las diferencias entre los valores de inclinación 0 y los valores SSE MAX son debido a las aproximaciones en las entradas y las imprecisiones de integración de tiempo en el tratamiento de las ecuaciones e integrando sobre el "día promedio mensual" (ESS Metodología). la radiación solar total para cada ángulo de inclinación se determinó utilizando SSE MAX en el método isotópico difusa RET Screen discutido en SSE Metodología.

**OPT:** La cantidad promedio mensual del total de la radiación solar incidente sobre una superficie inclinada en el ángulo óptimo respecto a la horizontal y señaló hacia el ecuador.

**OPT ANG:** El ángulo respecto a la horizontal para que la radiación solar total promedio mensual sea un máximo.

**Controlador:** El controlador de carga protege a la batería contra posible sobrecarga del módulo solar y evita que sea fuertemente descargada durante los consumos.

**Radiación:** Vatios que emite el sol.

**Irradiancia:** Vatios X unidad de superficie (el sistema internacional es  $Vxm^2$ ).

**Insolación:** Irradiancia X unidad de tiempo ( $exm^2$ ).

**Amperaje:** Fuerza o potencia en una corriente eléctrica circulando entre dos puntos.

**Voltaje:** También tensión, es el diferencial de potencial, se le denomina a la fuerza electromotriz que ejerce presión o carga en un circuito eléctrico.

**Watts:** Potencia eléctrica producida por una diferencia de potencia de 1 voltio y una corriente eléctrica de 1 amperio (1 voltamperio).

**Conexión en Serie:** Cuando hacemos conexiones en serie conectamos el polo positivo de un aparato con el polo negativo, o sea el terminal de salida del dispositivo uno se conecta a la terminal de entrada del dispositivo siguiente.

**Conexión en Paralelo:** Cuando hacemos conexiones en paralelo conectamos polo positivo con polo positivo y polo negativo con polo negativo.

**Panel Solar:** es un dispositivo que capta la energía de la radiación solar para su aprovechamiento a través de los paneles que no son otra cosa que células fotovoltaicas.

**Baterías:** Las baterías de ciclado profundo están especialmente diseñadas para soportar un alto número de descargas profundas, y ser recargadas sin afectar su desempeño.

**Inversor:** Es un dispositivo capaz de convertir la corriente directa que entrega nuestra batería en corriente alterna que utilizan nuestros aparatos domésticos, es decir de DC 12 volts la trasforma a AC 240 volts.

## CAPÍTULO VI: INDICES

### 6.1 ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRAFICO 1.1 Organigrama actual.....	9
GRAFICO 1.2 FODA.....	12
GRAFICO 1.3 Diagrama de bloques de Sistema Fotovoltaico.....	14
GRAFICO 1.4 Estructura del proceso.....	31
GRAFICO 1.5 Cuadro de carga.....	44
GRAFICO 1.6 Estructura de desglose de trabajo.....	46
GRAFICO 1.7 Diagrama de Gantt.....	47

### 6.2 ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1.1 Cálculo demanda por día.....	20
TABLA 1.2 Parámetros de irradiancia e inclinación de paneles solares.....	25
TABLA 1.3 Equipos utilizados.....	47
TABLA 1.4 Costo actualizado de sistema solar.....	48

### 6.3 ÍNDICE DE FOTOS

IMAGEN 1.1 Ubicar punto.....	21
IMAGEN 1.2 Marca de posición.....	22
IMAGEN 1.3 Página de NASA.....	23
IMAGEN 1.4 Página selección de parámetros.....	24
IMAGEN 1.5 Silicio.....	30
IMAGEN 1.6 Celda solar.....	32
IMAGEN 1.7 Composición de panel solar.....	33
IMAGEN 1.8 Tipo de paneles solares.....	34
IMAGEN 1.9 Estructura de panel solar.....	35
IMAGEN 1.10 Función de un panel solar.....	36
IMAGEN 1.11 Regulador de carga.....	37
IMAGEN 1.12 Función del regulador de carga.....	40
IMAGEN 1.13 Inversor tipo Y2 Puente.....	42
IMAGEN 1.14 Batería de ciclo profundo.....	43

## BIBLIOGRAFÍA

(s.f.).

ALCUBIERRE, D. (2015). *CEMAER*. Obtenido de <http://energia.cemaer.org/curso--gratis--amigos/>

American Psychological Association. (2010). *Publication Manual of the American Psychological Association*. Washington D.C.: APA.

Arboleda Grajales, M. T., Botello Giraldo, K., & Perales Florian, Y. (12 de Diciembre de 2013). *Proyecto de Implementacion de Paneles Solares*. Obtenido de SlideShare: <http://es.slideshare.net/yoly34/propuesta-diapositivas-diseo-de-proyectos>

Benites, J. (1986). *Instituto de Investigación de la Amazonía Peruana*. Obtenido de <http://www.iiap.org.pe/Upload/Publicacion/PUBL720.pdf>

Cordero, R. G. (Enero de 2015). *SUNFIELDS EUROPA*. Obtenido de <http://www.sfe-solar.com/paneles-solares-fotovoltaicos/ranking-comparativo-paneles/>

Cuytronic. (2015). *Electricidad Gratuita*. Obtenido de <http://www.electricidad-gratuita.com/dimensionamiento-fotovoltaico%203.html>

Enersac. (2015). *Energías renovables*. Obtenido de <http://www.enersac.com/energia-solar-faq-que-diferencia-hay-entre-las-baterias-de-plomo-acido-y-niquel-cadmio.php>

GALARZA, G., GORDILLO, C., & RIVERA, C. (MAYO de 2012). *UNIVERSIDAD TECNICA SALESIANA*. Obtenido de <http://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/7170/MEMORIA%20TECNICA.pdf>

Intikallpa. (19 de Mayo de 2014). *Buen Tutorial*. Obtenido de <http://www.buentutorial.com/cuantos-paneles-solares-baterias-necesito/>

Minas, M. d. (2009). *Intranet Minem*. Obtenido de [http://intranet2.minem.gob.pe/web/common/publicaciones/data/CNE\\_Suministrol.pdf](http://intranet2.minem.gob.pe/web/common/publicaciones/data/CNE_Suministrol.pdf)

*Monsolar.com*. (2013). Obtenido de <http://www.monsolar.com/fotovoltaica-aislada/reguladores-de-carga.html>

Muñoz, D. F. (2005). *Universidad Nacional de Ingenieria*. Obtenido de [http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/893/1/munoz\\_ad.pdf](http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/893/1/munoz_ad.pdf)

NASA. (2016). *NASA Surface meteorology Solar Energy - Location*. Obtenido de <https://eosweb.larc.nasa.gov/cgi-bin/sse/grid.cgi>

Negocios, C. (2016). *El Van y El Tir*. Obtenido de <http://www.crecenegocios.com/el-van-y-el-tir/>

PERÚ, P. U. (2012). *GRUPO DE APOYO AL SECTOR RURAL*. Obtenido de <http://gruporural.pucp.edu.pe/noticias/nacionales/el-desarrollo-de-la-energia-solar-en-el-peru/>

Project Manager Institute. (2013). *Project Management Body of Knowledge. PMBOK Guide*. (5th Ed.). South West, USA.

Ramirez, K. P. (06 de Julio de 2010). *Monografías.com*. Obtenido de <http://www.monografias.com/trabajos82/energia-solar-fotovoltaica-y-sus-aplicaciones/energia-solar-fotovoltaica-y-sus-aplicaciones3.shtml#conclusioa>

Roseguel. (2014). *Celdas Fotovoltaicas*. Obtenido de <https://users.dcc.uchile.cl/~roseguel/celdasolar.html>

Rufo, R. (24 de Octubre de 2014). *Ingelibre*. Obtenido de <https://ingelibreblog.wordpress.com/2014/01/09/inclinacion-optima-de-placas-fotovoltaicas/>

*Sitiosolar.com*. (2013). Obtenido de <http://www.sitiosolar.com/los-paneles-solares-fotovoltaicos/>

Vasquez, L. (2016). *¿Como funciona un panel solar?* Obtenido de <http://www.batanga.com/curiosidades/2011/03/03/como-funciona-un-panel-solar>

Vivienda, M. d. (2010). *Geo Vivienda*. Obtenido de <http://geo.vivienda.gob.pe/dnv/documentos/RNE/8.pdf>

## CAPÍTULO VII: ANEXOS

### ACTA DE CONSTITUCIÓN DEL PROYECTO

CONTROL DE VERSIONES					
Versión	Hecha por	Revisada por	Aprobada por	Fecha	Motivo
1.0	RR	SV	SV	01-12-15	Versión Original

#### PROJECT CHARTER

NOMBRE DEL PROYECTO	SIGLAS DEL PROYECTO
IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA ALTERNATIVA	ISEA
<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO: QUÉ, QUIÉN, CÓMO, CUÁNDO Y DÓNDE?</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- El proyecto es referente a la implementación de un sistema de energía alternativa de paneles solares para el Área de Contabilidad de la Empresa TRENAC en el Distrito de Punchana, provincia de Maynas, departamento Loreto.</li> <li>- Instalación de Equipos complementarios como banco de baterías, sistemas reguladores y de protección.</li> <li>- Instalación de cableado que una estos dos.</li> <li>- Curso rápido de uso de equipo a nivel usuario.</li> <li>- Tips para el mantenimiento de equipos y teléfono para consultas.</li> </ul> <p>El desarrollo del proyecto estará a cargo de los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ing. Sergio Villaverde</li> <li>- Tec. Rafael Rengifo</li> </ul> <p>La implementación consistirá en brindar a Trensa un Sistema de Paneles Solares que sea capaz de generar 4520 Wh/d, para cubrir la demanda básica de electricidad.</p> <p>El proyecto se realizó a cabo desde el 01 de Diciembre hasta el 09 de Diciembre de 2015, instalándose al cliente a partir del 03 de Diciembre.</p>	
<b>DEFINICIÓN DEL PRODUCTO DEL PROYECTO: DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO, SERVICIO O CAPACIDAD A GENERAR.</b>	
<p><b>Descripción del producto:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 04 Paneles solares clase A 300 Watts</li> <li>- 01 Controlador de carga 50 Amperios</li> <li>- 01 Inversor robusto 2000W</li> <li>- 12 Baterías solares de 150 Amperios hora</li> <li>- 30 mts. Cable 14 AWG</li> <li>- 1 Tablero de control con llave general del sistema</li> </ul> <p><b>Capacidad del producto:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 4 focos led luz cálida de 5 Watts</li> <li>- 2 computadoras desktop PIV</li> <li>- 2 impresoras matriciales LX-300</li> <li>- 1 ventilador eléctrico de pedestal</li> <li>- 1 recarga de un teléfono celular</li> </ul> <p>El Sistema de Paneles Solares es capaz de generar 4520 Wh/d El sistema está calculado para usarse en lugares donde la cantidad de horas de sol NO sea inferior de 10 horas. Esto NO excluye que esta central de energía solar pueda usarse para otras funciones y equipos a usar.</p>	

<b>DEFINICIÓN DE REQUISITOS DEL PROYECTO: DESCRIPCIÓN DE REQUERIMIENTOS FUNCIONALES, NO FUNCIONALES, DE CALIDAD, ETC., DEL PROYECTO/PRODUCTO</b>		
El Sponsor tiene los siguientes requisitos:		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cumplir con los acuerdos presentados en la propuesta, y respetar los requerimientos del cliente.</li> </ul>		
El Cliente tiene los siguientes requisitos:		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- La implementación deberán ser realizadas en un plazo no menor de 7 días útiles.</li> <li>- Entregar el documento de conformidad de la instalación.</li> <li>- Entregar un documento final que contenga la memoria de las implementaciones realizadas y los resultados alcanzados por dicha implementación.</li> </ul>		
<b>OBJETIVOS DEL PROYECTO: METAS HACIA LAS CUALES SE DEBE DIRIGIR EL TRABAJO DEL PROYECTO EN TÉRMINOS DE LA TRIPLE RESTRICCIÓN.</b>		
<b>CONCEPTO</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>CRITERIO DE ÉXITO</b>
<b>1. ALCANCE</b>	Cumplir con la elaboración de los siguientes entregables:	Aprobación de todos los entregables por parte del cliente.
<b>2. TIEMPO</b>	Concluir el proyecto en el plazo solicitado por el cliente	Concluir el proyecto en 1 semanas del 01 de diciembre hasta el 09 de Diciembre de 2015
<b>3. COSTO</b>	Cumplir con el presupuesto estimado de S/.22,100.00	No exceder el presupuesto del proyecto.
<b>FINALIDAD DEL PROYECTO: FIN ÚLTIMO, PROPÓSITO GENERAL, U OBJETIVO DE NIVEL SUPERIOR POR EL CUAL SE EJECUTA EL PROYECTO. ENLACE CON PROGRAMAS, PORTAFOLIOS, O ESTRATEGIAS DE LA ORGANIZACIÓN.</b>		
<b>Generar ingreso para la empresa.</b>		
<b>JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO: MOTIVOS, RAZONES, O ARGUMENTOS QUE JUSTIFICAN LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO.</b>		
<b>JUSTIFICACIÓN CUALITATIVA</b>	<b>JUSTIFICACIÓN CUANTITATIVA</b>	
Generar electricidad para área de contabilidad	<i>Flujo de Ingresos</i>	2,400
Poner libros contables al día.	<i>Flujo de Egresos</i>	20,086.40
Obtener feedback del desarrollo de la primera implementación para identificar mejoras a realizar en futuras implementaciones.	<i>VAN</i>	503.75
	<i>TIR</i>	4.9%
<b>DESIGNACIÓN DEL PROJECT MANAGER DEL PROYECTO.</b>		
<b>NOMBRE</b>	RR	<b>NIVELES DE AUTORIDAD</b>
<b>REPORTA A</b>	SV	Exigir el cumplimiento de los entregables del proyecto.
<b>SUPERVISA A</b>	SV/RR	
<b>CRONOGRAMA DE HITOS DEL PROYECTO.</b>		
<b>HITO O EVENTO SIGNIFICATIVO</b>	<b>FECHA PROGRAMADA</b>	
Inicio del Proyecto	Martes 01 de Diciembre de 2015	
1. Gestión del Proyecto	Del 01 de Diciembre al 09 de Diciembre de 2015	
2. Contratos	Del 01 de Diciembre al 01 de Diciembre	
3. Instalaciones	Del 02 de Diciembre al 08 de Diciembre de 2015	
4. Pruebas	Del 09 de Diciembre al 09 de Diciembre de 2015	
5. Informes	Del 09 de Diciembre al 09 de Diciembre de 2015	

Fin del Proyecto	Sábado 09 de Diciembre de 2015		
<b>ORGANIZACIONES O GRUPOS ORGANIZACIONALES QUE INTERVIENEN EN EL PROYECTO.</b>			
<b>ORGANIZACIÓN O GRUPO ORGANIZACIONAL</b>	<b>ROL QUE DESEMPEÑA</b>		
Sergio Villaverde	Proveedor del Servicio de Instalación de Sistema de Paneles Solares.		
Triplay y Enchapes SAC	Demandante del Servicio de Instalación de Sistema de Paneles Solares.		
PRO VIENTO SAC	Proveedor Mayorista de los componentes del Sistema de Paneles Solares.		
<b>PRINCIPALES AMENAZAS DEL PROYECTO (RIESGOS NEGATIVOS).</b>			
- Los materiales no sean entregados en la fecha correspondiente, originando retrasos en la entrega de los sistemas a los usuarios			
- Los costos del proyecto no deben exceder al presupuesto presentado en la propuesta, caso contrario, estos deben ser asumidos por el proveedor del sistema.			
- Que la empresa de carga deje de operar el día destinado para la entrega de los equipos.			
- Que los trabajadores se enfermen o tengan percances.			
- Los sistemas solares no consigan cumplir con los resultados esperados por el cliente, indicados en la proforma.			
<b>PRINCIPALES OPORTUNIDADES DEL PROYECTO (RIESGOS POSITIVOS).</b>			
- El desarrollo del proyecto permita ofrecer y desarrollar sistemas de paneles solares a más viviendas, haciendo esto un proyecto viable de creciente envergadura.			
- La creciente demanda de energía eléctrica y la tendencia a la baja de costos para la confección de los paneles y dispositivos, hace esto atractivo para futuras inversiones.			
- Se pueda observar que hay métodos limpios de generar electricidad y contribuir a cuidar el medio ambiente.			
<b>PRESUPUESTO PRELIMINAR DEL PROYECTO.</b>			
<b>CONCEPTO</b>		<b>MONTO(\$)</b>	
1. Personal	Equipo de Proyecto	1,000.00	
2. Materiales	Kits Sistemas Paneles Solares	17,901.40	
3. Maquinas		100.00	
4. Otros Costos	Transportes, Otros	1,085.00	
	Total Línea Base	20,086.40	
5. Reserva de Contingencia	10%	2,008.64	
	Total presupuesto	22,095.04	
<b>SPONSOR QUE AUTORIZA EL PROYECTO.</b>			
<b>NOMBRE</b>	<b>EMPRESA</b>	<b>CARGO</b>	<b>FECHA</b>
Manuel Gamarra	TRENSAC	Gerente	01/12/15

## ALCANCES DEL PRODUCTO

DESCRIPCIÓN DEL ALCANCE DEL PRODUCTO	
REQUISITOS: condiciones o capacidades que debe poseer o satisfacer el producto para cumplir con contratos, normas, especificaciones, u otros documentos formalmente impuestos.	CARACTERÍSTICAS: propiedades físicas, químicas, energéticas, o psicológicas, que son distintivas del producto, y/o que describen su singularidad.
1. Lograr que el futuro usuario de los paneles solares conozcan su uso y no cometan errores en su manipulación	1. Una charla grupal a los usuarios.

2. Lograr que los usuarios tengan conocimiento del mantenimiento básico de los paneles	2. Un Curso rápido a cada usuario.
3. Informar a los usuarios sobre aspectos humanos como comunicación, motivación, etc. entre los miembros de equipo.	3. Una Charla Informativa de una hora después de terminada las instalaciones.
<b>CRITERIOS DE ACEPTACIÓN DEL PRODUCTO: ESPECIFICACIONES O REQUISITOS DE RENDIMIENTO, FUNCIONALIDAD, ETC., QUE DEBEN CUMPLIRSE ANTES QUE SE ACEPTE EL PRODUCTO DEL PROYECTO.</b>	
<b>CONCEPTOS</b>	<b>CRITERIOS DE ACEPTACIÓN</b>
<b>TECNICO</b>	La instalación de los paneles debe cubrir el 100% del cliente.
<b>DE CALIDAD</b>	Se debe lograr un 75% de nivel de satisfacción del cliente
<b>ADMINISTRATIVOS</b>	Todos los entregables deben ser aprobados por la Municipalidad Distrital de Punchana
<b>COMERCIALES</b>	Se deberá cumplir lo estipulado en el contrato.
<b>SOCIALES</b>	

### ALCANCES DEL PROYECTO ENTREGABLES

<b>ENTREGABLES DEL PROYECTO: PRODUCTOS ENTREGABLES INTERMEDIOS Y FINALES QUE SE GENERAN EN CADA FASE DEL PROYECTO</b>	
<b>FASE DEL PROYECTO</b>	<b>PRODUCTOS ENTREGABLES</b>
<b>1.0 Gestión del Proyecto</b>	1.1 Iniciación 1.2 Plan del Proyecto 1.3 Ejecución 1.4 Control 1.5 Riesgos 1.6 Cierre del Proyecto
<b>2.0 Contratos</b>	Contratos de adquisición de equipos de energía solar.
<b>3.0 Ingeniería del Proyecto</b>	3.1 Diseño de Obras 3.2 Métodos constructivos 3.3 Programa de implementación del proyecto
<b>4.0 Levantamiento de planos</b>	4.1 Todos los entregables deben ser aprobados por la Municipalidad Distrital de Punchana. 4.2 Instalación de Equipo de Soporte
<b>5.0 Armado de bases</b>	
<b>6.0 Instalación de Paneles Solares</b>	6.1 Equipo con todos sus conectores y soporte (paneles, baterías, invertir).
<b>7.0 Pruebas de Paneles Solares</b>	7.1 Revisión de paneles 7.2 Pruebas después de instalación de paneles
<b>8.0 Informes</b>	8.1 Informe sobre el diseño de implementación. 8.2 Informe semanal sobre los avances las instalaciones. 8.3 Informe final que incluye todo el material elaborado durante la instalación y pruebas.

# DATASHEET DE SISTEMA FOTOVOLTAICO

## PANEL SOLAR

SIMAX 156 SP672-280W-285W-290W-295W-300W-305W-310W



### Product Features



**Positive tolerance**  
Guaranteed tolerance +3%  
Reliable power output



**High module efficiency**  
Module efficiency up to 15.7%  
Cells efficiency up to 17.8%



**Strong compressive strength**  
Certified to withstand high wind of 2400Pa  
and snow loads of 5400Pa



**High manufacture standards**  
certified to high standards by the  
most reputable labs According to  
IEC:61215: IEC:61730-1/2



**International Management System**  
Manufactured and certified according  
to ISO9001, Quality management system



**Fire test approved**  
Application class A, Safety Class II, Fire Rating C



**Excellent performance under extreme condition**  
High salt mist and ammonia resistance



**Reliable quality forever**  
Without potential induced  
degradation(PID-free)

### Leading Warranty in PV Industry

- 25 year transferrable power output warranty: 10 years / 90%, 25 years / 80%
- Linear performance warranty from SIMAX Power
- 12 year material and workmanship warranty



\* Please refer to Simax Solar Product Warranty for details.







BATERIA



Sunbright Power Co.,LTD.

## 6-GFM(G)-150Ah Gel Battery Specification

We are an ISO9001 certified organization. And the products are approved by CE & UL. The nominal voltage of this series is 12V. And the capacity ranges from 33Ah to 250Ah. Their typical applications include: emergency lighting systems, electricity power supply systems, communication systems, UPS systems, starting systems, solar systems etc.

Battery Construction		General Features
Component	Material	Maintenance free
Positive plate	Lead dioxide	Convenient for installation
Negative plate	Lead	Safety and no leakage
Container	ABS	Excellent recharge and discharge performance
Cover	ABS	Low self-discharge rate, charge each standby 6 months, temperature 25°C
Safety valve	Rubber	Adapt to high or low temperature
Terminal	Copper	Good deep discharge performance
Electrolyte	Gelled acid	Longer cycle life
		UL approval

### Performance Characteristics

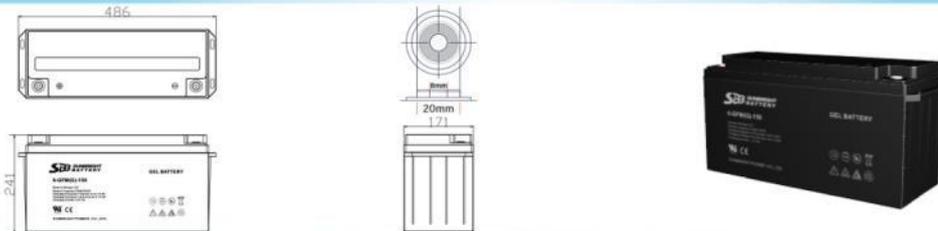
1. Dimension and weight		5. Charge Method: constant-voltage charging at 25°C (77° F)	
Length	486mm	Cyclic use	14.4~14.9V
Width	171mm	Maximum charging current	37.5A
Height	241mm	Temperature Compensation	-30mV/°C
Total Height	241mm	Float Use	13.6~13.8V
Reference Weight	47kg	Temperature Compensation	-20mV/°C

2. Functional Parameter		6. Environment Temperature Requirements	
Rated Voltage	12V	Discharge Temperature	-20~60°C
Numbers of cells	6 Cells	Charge Temperature	0~50°C
Designed Life	10~12 Years	Storage Temperature	-20~60°C

3. Rated Capacity at 25°C (77° F)		7. Inner Resistance & Max. Discharge Current	
10 hr rate (0.1C, 10.8V)	150Ah	A fully charged battery at 25°C (77° F)	4mΩ
3 hr rate (0.25C, 10.8V)	108.7Ah	Max. Discharge Current	2250A (5s)
1 hr rate (0.55C, 10.5V)	82.4Ah	Short Circuit Current	7500A

4. Capacity affected by Temperature (10hour rate)		8. Self-discharge	
40°C (104° F)	103%	3% Of the capacity per month at 25°C (77° F)	
25°C (77° F)	100%	Capacity after 3 month storage	91%
0°C (32° F)	85%	Capacity after 6 month storage	82%
-15°C (5° F)	65%	Capacity after 12 month storage	64%

### Dimensions (mm) 3D Model Review



Constant-current discharge parameter Unit: A (25°C)

F.V/Time	20min	30min	45min	1h	2h	3h	5h	6h	8h	10h	20h
1.80V/cell	159.51	122.20	91.95	77.07	47.93	36.22	25.37	21.83	17.44	15.00	8.23
1.75V/cell	179.27	134.39	99.39	82.44	50.73	38.17	26.34	22.68	17.93	15.32	8.40
1.70V/cell	193.17	143.90	105.61	87.32	53.78	39.76	27.20	23.41	18.54	15.73	8.50
1.65V/cell	200.98	149.51	109.27	90.61	55.24	41.10	27.68	23.78	18.78	15.85	8.59
1.60V/cell	217.80	160.00	117.44	96.10	57.44	42.68	28.54	24.39	19.15	16.22	8.71

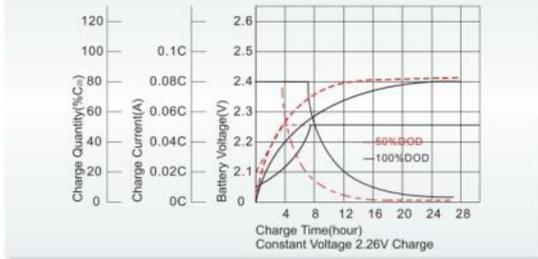
Constant-current discharge parameter Unit: W (25°C)

F.V/Time	20min	30min	45min	1h	2h	3h	5h	6h	8h	10h	20h
1.80V/cell	301.34	233.17	177.07	149.27	93.17	70.61	49.88	43.17	34.63	29.88	16.46
1.75V/cell	334.88	254.15	190.00	158.90	98.54	74.39	51.71	44.51	35.61	30.49	16.71
1.70V/cell	356.83	269.76	200.24	167.20	103.90	77.32	53.17	45.98	36.59	31.10	16.95
1.65V/cell	367.32	277.44	205.98	172.44	106.10	79.39	54.02	46.59	37.07	31.46	17.07
1.60V/cell	393.54	294.15	219.63	182.20	109.76	82.20	55.61	47.56	37.67	32.01	17.32

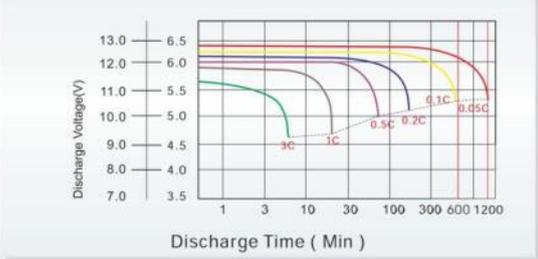
EDITION 2014

**6-GFM(G)-150Ah Gel Battery Specification**

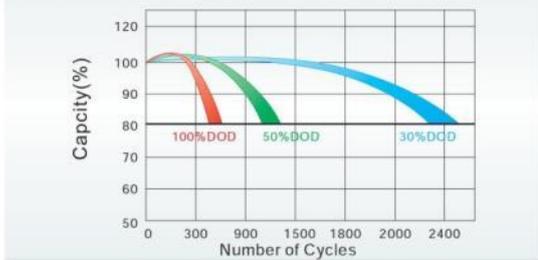
Charge Characteristics for Float Use @ 25°C/77°F



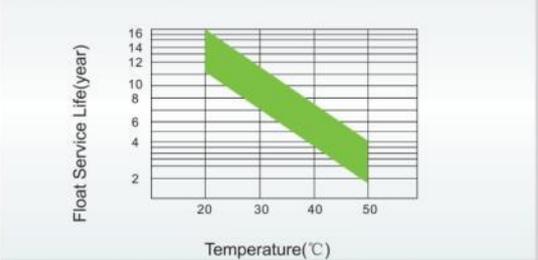
Discharge Characteristics at Various Rates @ 25°C/77°F



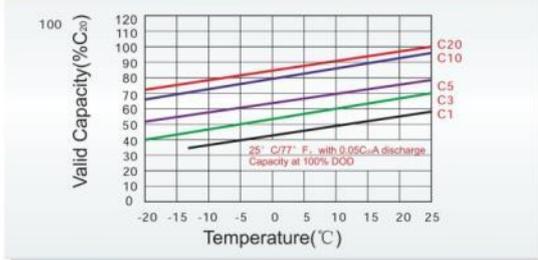
Cycle Life in Relation to Depth of Discharge



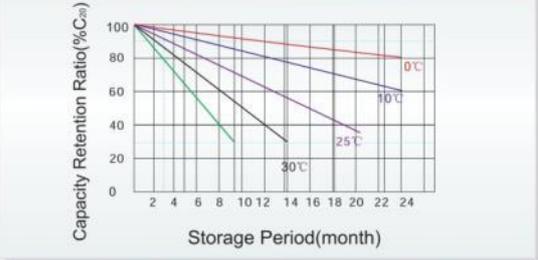
Float Service Life



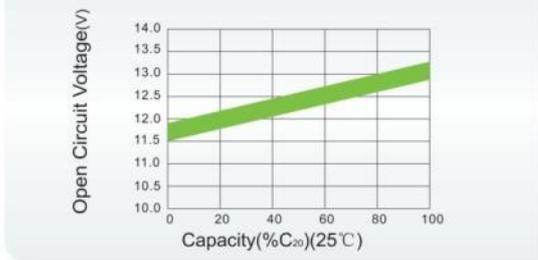
Temperature and Valid Capacity



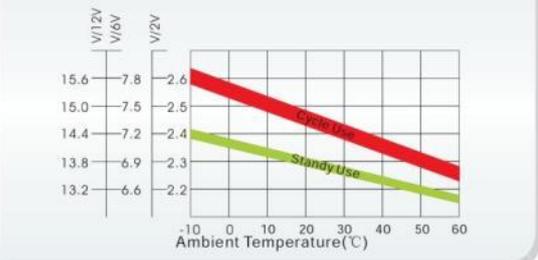
Self Discharge Characteristics



Capacity and Open Circuit Voltage



Relationship between Charging Voltage and Temperature



EDITION 2014

## DIAPOSITIVAS DEL PROYECTO



**UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGÍA ALTERNATIVA  
BASADO EN PANELES SOLARES EN EL ÁREA DE CONTABILIDAD DE LA  
EMPRESA TRENSAC”**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER:  
SERGIO FRANKLIN VILLAVEDE BELLIDO**

**PARA OPTAR POR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
ELECTRÓNICO**

**Iquitos, Setiembre de 2016**

## RESUMEN

El proyecto es referente a la implementación de un sistema de energía alternativa de paneles solares para el Área de Contabilidad de la Empresa TRENAC en el Distrito de Punchana, provincia de Maynas, departamento Loreto.

El sistema que constará de paneles fotovoltaicos, protector, baterías, inversor y panel de control, las cuales ya implementado darán 4520 Wh/d aproximadamente para el uso de computadoras y luces.

Se hicieron los estudios pertinentes para el cálculo y la viabilidad del proyecto, así como la planeación del proyecto y el tiempo de desarrollo de todo el proyecto será de 8 días aproximadamente entre planeamiento, ejecución, pruebas e informes.

## ABSTRACT

- Project is about the implementation of an alternative energy system of solar panels for TRENAC business accounting the area in Punchana District, Maynas province, Loreto department.
- The system consist of photovoltaic panels, protector, batteries, inverter and control panel, which will already be implemented approximately 4520 Wh/d for the use of computers and lights.
- Relevant studies to calculate and design project feasibility and project planning were made and the development time of the entire project will be approximately 8 days between planning , implementation, testing and reporting.

## INTRODUCCION

Actualmente en el Perú, muchas empresas están pasando por una difícil situación, y Trensac no es indiferente a esto, debido a problemas económicos, dejo de producir triplay su principal producto, se ha puesto la empresa en venta, mientras tanto las oficinas contables tienen la contabilidad atrasada.

Tienen una abultada deuda de servicio de energía eléctrica, y el administrador no desea pagar, se cortó el servicio, no tienen electricidad, se necesita tener la contabilidad al día.

Les sugerí un sistema de energía alternativa, limpia y renovable.

## **CAPITULO I**

### **“GENERALIDADES DE LA EMPRESA TRIPLAY ENCHAPES SAC”**

## PERFIL DE LA EMPRESA

- Trensac es una empresa productora de triplay de las variedades de madera de lupuna (*Chorisia Integrifolia*), Copaiba (*Copaifera SP*), Capinuri (*Clarisa Nitida*) y de láminas de madera para exportación.

## **ACTIVIDADES DE LA EMPRESA**

- Trensac es una empresa que se dedica a la producción de triplay de varios grosores, también al secado y corte de maderas que servirán de insumos en la elaboración de muebles y acabados.

## MISIÓN

- Proporcionar a nuestros clientes soluciones para sus proyectos, poniendo a su disposición materiales de madera o derivados de alta calidad a un precio justo, con atención cálida y personalizada, participando en todos los proyectos de nuestros clientes desde proyectos personales hasta soluciones industriales y de gran impacto.

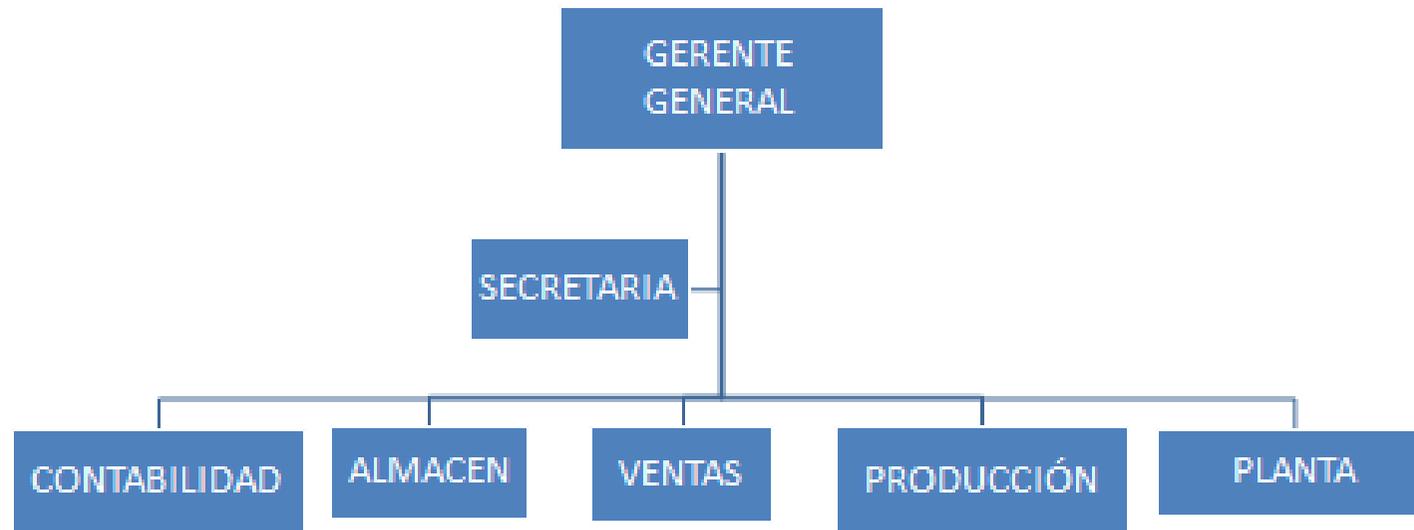
## VISIÓN

- Expandir nuestra oferta de productos y servicios para que nuestros clientes encuentren solución a sus todas sus necesidades madereras en un mismo lugar, ampliando nuestra gama de productos y servicios.

## **OBJETIVOS**

- Enfocamos en la producción de triplay, control de costos, mejora de la producción y el mantenimiento de una estructura de capital prudente para que sigan siendo rentables
- Ejecutar proyectos de modernización y ampliación de sus áreas operativas.
- Mejorar continuamente la eficiencia del sistema de gestión de riesgos e implementar métodos y tecnologías modernas de prevención.
- Difundir políticas de seguridad e higiene entre los trabajadores y visitantes.

# ORGANIZACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA



# DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO DE LA EMPRESA



## **CAPÍTULO II**

**“REALIDAD PROBLEMATICA”**

## **DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA**

- Los empleados de la empresa Triplay Enchape SAC. no cuentan con fluido eléctrico, debido a una abultada deuda con el servicio eléctrico que generó en el corte del servicio.
- No se vislumbra pago de deuda a Electro Oriente en breve plazo y por ende no se espera la reposición del servicio eléctrico por el momento.
- El área contable no pueden ponerse al día respecto a sus pendientes, ya que no se pueden usar las computadoras.

## **DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

- La empresa Trensac no cuenta con fluido eléctrico, la cual se necesita para operar las computadoras, impresoras e iluminación.

## **OBJETIVOS DEL PROYECTO**

- Diseñar e implementar un medio de energía alternativa haciendo uso de sistemas de paneles solares en la empresa Trensac.

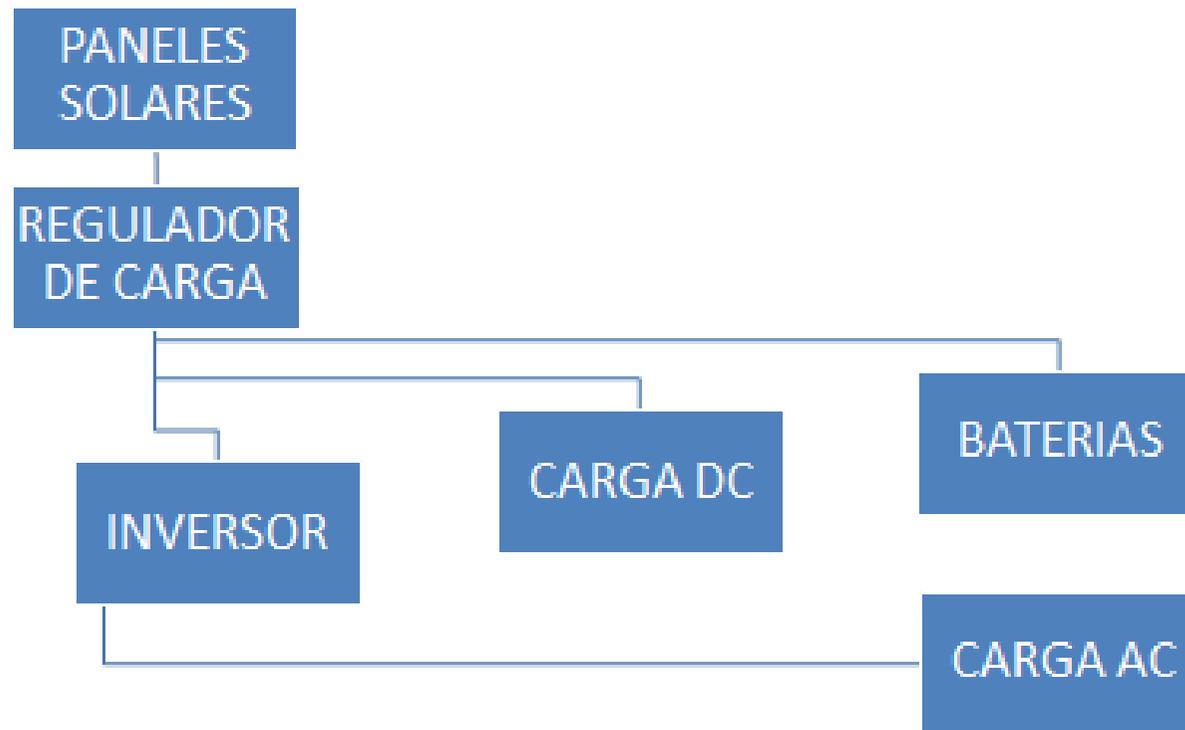
## **CAPITULO III**

**“DESARROLLO DEL PROYECTO”**

## Descripción y Diseño del Proceso Desarrollado

- ¿QUE SE HIZO?
- Se realizó el estudio e implementación de un sistema de paneles solares para la empresa Trensac
- Esquema: Se hizo un diagrama de bloques en el cual el sistema está compuesto de:
  - Paneles fotovoltaicos policristalinos.
  - Regulador o controlador de carga.
  - Baterías recargables de ciclo profundo y libre mantenimiento.
  - Inversor robusto de onda sinusoidal pura.
  - Carga AC (Computadoras, impresoras, ventilador).

## DIAGRAMA DE BLOQUES



## REQUERIMIENTOS

- Para instalar el sistema de energía solar en las oficinas de contabilidad de Trensac se necesitaron seguir una serie de pasos específicos para lograr que el diseño de ese sistema genere los resultados que se espera. Estos son:
  - a. Estimar su consumo eléctrico total.
  - b. Datos del lugar donde se realizará la instalación.
  - c. Dimensionar su sistema de energía solar fotovoltaica:
    - Generar la energía: tamaño de su arreglo fotovoltaico
    - Acumular la energía: tamaño y tipo de acumuladores
    - Transformar la energía para los electrodomésticos:  
Inversores
  - d. Instalación y puesta en marcha del sistema solar fotovoltaico.
  - e. Mantenimiento regular de su sistema fotovoltaico.

## **NORMA TECNICA DE EDIFICACION EM080**

### **INSTALACIONES CON ENERGIA SOLAR**

- Especificaciones Técnicas y Método para la Calificación Energética.
- Norma Técnica Peruana NTP 399.400 2001: Colectores Solares. Método de ensayo para determinar la eficiencia de los colectores solares.
- Resolución Ministerial R.M. N° 037-2006-MEM/DM Código Nacional de Electricidad.
- Resolución Directoral N° 003-2007-EM/DGE: Reglamento Técnico Especificaciones Técnicas y Procedimientos de Evaluación del Sistema Fotovoltaico y sus Componentes para Electrificación Rural.
- Resolución Ministerial R.M. N° 091-2002-EM/VME Norma DGE Terminología en
- Electricidad y Simbolos Gráficos en Electricidad.

# CALCULO DEMANDA

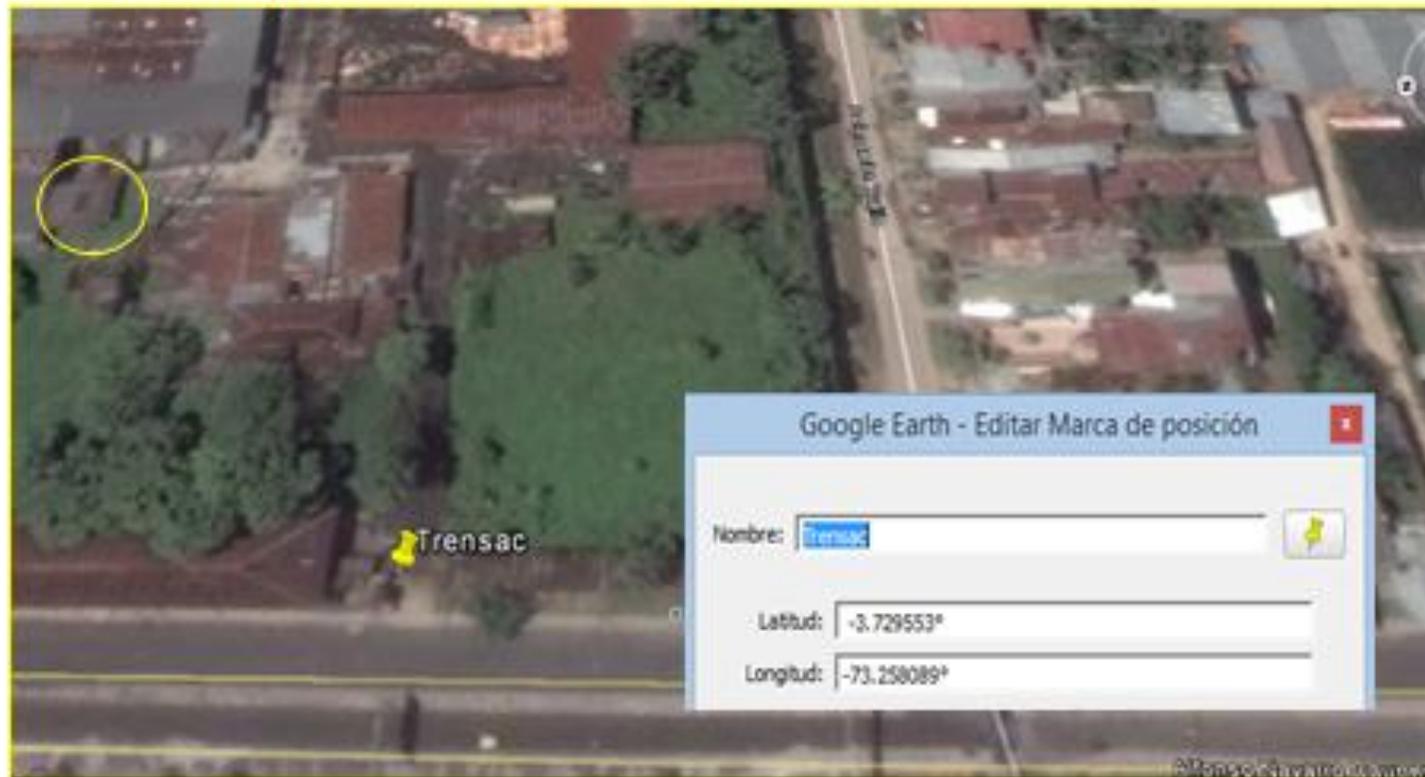
Calculo de demanda por día

CANTIDAD	ARTEFACTOS	CONSUMO W	CONSUMO TOTAL	HORAS CONSUMO	TOTAL
4	Focos led luz cálida	5	20	6	120
2	Computadoras	260	520	6	3120
2	Impresoras matriciales	250	500	2	1000
1	Ventilador pedestal	45	45	6	270
1	Recarga	5	5	2	10
			CONSUMO	WATTS AL DIA	4520

Se necesitarán generar 4520 Wp por día

## UBICACIÓN DEL PUNTO

- Ubicando el punto, debemos obtener latitud y longitud del área a implementar. Usamos el software Google Earth, y buscamos la ubicación, en este caso el Distrito de Punchana.



# OBTENER IRRADIANCIA

Teniendo la latitud y la longitud del área a implementar, entramos a la página: <https://eosweb.larc.nasa.gov/cgi-bin/sse/grid.cgi>



## NASA Surface meteorology and Solar Energy - Location



Enter BOTH latitude and longitude either in decimal degrees or degrees and minutes separated by a space.

Example:

Latitude 33.5  
Longitude -80.75

OR

Latitude 33 30  
Longitude -80 45

Latitude?

South: -90 to 0

North: 0 to 90

Longitude?

West: -180 to 0

East: 0 to 180

*This form is "Reset" if the input is out of range.*



[Back to SSE Data Set Home Page](#)

Responsible > Data: Paul F. Stockhouse, Jr., Ph.D.  
 Officials > Archive: John W. Korbener  
 Site Administration/Help: NASA Langley [ASDC](#) User  
 Services [Contact Us](#)  
[\[Privacy Policy and Important Notices\]](#)  
 Document generated on Tue Aug 8 17:20:16 EDT 2011

## TABLA DE IRRADIANCIA

Lat -3.73 Long -73.258	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Anual Promedio
SSE HRZ	4.66	4.48	4.51	4.30	4.19	4.05	4.34	4.76	5.04	4.92	4.79	4.63	4.55
K	0.44	0.42	0.42	0.43	0.44	0.45	0.47	0.49	0.49	0.46	0.45	0.44	0.45
Difuso	2.24	2.33	2.35	2.17	1.97	1.86	1.88	2.02	2.21	2.31	2.25	2.20	2.15
Directo	3.58	3.07	3.05	3.09	3.38	3.46	3.83	4.03	4.00	3.70	3.72	3.64	3.55
Angulo 0	4.59	4.42	4.45	4.26	4.14	4.01	4.30	4.70	4.97	4.85	4.72	4.56	4.50
Angulo 4	4.63	4.43	4.45	4.28	4.20	4.08	4.37	4.75	4.99	4.86	4.75	4.60	4.53
Angulo 19	4.69	4.40	4.32	4.31	4.37	4.32	4.61	4.87	4.91	4.79	4.79	4.69	4.59
Angulo 90	2.36	1.98	1.64	2.11	2.55	2.74	2.83	2.53	1.92	1.95	2.33	2.44	2.29
OPT	4.69	4.44	4.45	4.32	4.38	4.36	4.64	4.87	4.99	4.87	4.81	4.69	4.63
OPT ANG	15.0	8.00	0.00	12.0	23.0	28.0	27.0	18.0	6.00	6.00	13.0	17.0	14.4

## **DIMENSIONAMIENTO DE PANELES SOLARES**

Demanda energética (DE): 4520 Wh/día

Irradiación solar en la zona (IS): 4.53 KWh/m<sup>2</sup>/día

Factor para compensar pérdidas (FP): 1.2 (20% más es lo recomendado)

Potencia total del arreglo de paneles =

$$FP \times DE / IS = 1.2 \times 4520 / 4.53 = 1197.35 \text{ Wp}$$

Redondeando serán 1200 Wp

Como los paneles solares son de 300 Wp →

$$1200 / 300 = 4$$

Necesitaremos 4 paneles de 300 Wp colocados en paralelo, ya que cada paneles es de 24 V y 9 A quedaría 24 V y 36 A.

## **DIMENSIONAMIENTO DE CONTROLADOR DE CARGA O REGULADOR**

Cálculo del controlador de carga:

Potencia máxima de los paneles ( $W_p$ ): 1200 Wp  
(obtenido al calcular la potencia de paneles).

Voltaje del sistema (V): 24 V

(sugerido para sistemas no mayores de 1500  
Wh/día).

Corriente en el controlador =

$$W_p / V = 1200 \text{ W} / 24 \text{ V} = 50 \text{ A}$$

Necesitaremos un controlador de 50 A

## DIMENSIONAMIENTO DE BATERIAS DE CICLO PROFUNDO

Cálculo de la capacidad de las baterías:

Autonomía (AUT, tiempo sin brillo solar): 2 días (recomendado)

Demanda energética (DE): 4520 Wh/día

Eficiencia de las baterías (Rend) : 80% (baterías de ciclo profundo)

Descarga máxima (Descarga): 53% (para no afectar demasiado la vida útil de las baterías)

Voltaje de las baterías (V): 12 V

Potencia total del banco de baterías (PB) = (AUT x DE)/(Rend x Descarga) = (2 x 4520)/(0.80 x 0.53) = 21320.75 Wh

Capacidad total del banco de bat. = PB/V = 21321 Wh / 12 V = 1777 Ah.

Como las baterías solares son de 150 Ah → 1,777 Ah/150 Ah=11.84

Necesitaremos 12 baterías de 150 Ah.

## TEMPERATURA DE LOS PANELES

- Para que los paneles solares tengan la máxima eficiencia es necesario que la temperatura de las células fotovoltaicas alcance una temperatura óptima, casi por los 25 °C. En las zonas donde la incidencia de radiación es mayor como la selva, dicha temperatura óptima se supera disminuyendo el rendimiento de las placas solares.
- Pero la disminución de rendimiento es mucho menor a casi nada en paneles fotovoltaicos policristalinos , estos a diferencia de los monocristalinos, soportan mejor mayores incidencias de radiación, por lo que en la selva peruana se recomiendan mas los paneles solares policristalinos.

# Alcance del Proyecto

## Necesidades del Cliente

- El cliente necesita un sistema para generar su propia electricidad, ya que no cuentan con ese servicio.
- Necesita obtener la energía eléctrica de un modo ecológico, ya que así contara con el servicio de Electro Oriente, esta empresa la obtiene por generadores termoeléctricos, usando Diésel Residual, la cual crea gases tipo invernadero que afectan al planeta.

## ALCANCE DEL PROYECTO

### Descripción

El proyecto **“Implementación de un sistema de energía alternativa de paneles solares para el Área de Contabilidad de la Empresa TRENSAC”** en el Distrito de Punchana, provincia de Maynas, departamento Loreto. Consiste en instalar paneles fotovoltaicos, protector, baterías, inversor y panel de control, las cuales ya implementado darán 4520 Wh/d aproximadamente para el uso de computadoras y luces.

Se hicieron los estudios pertinentes para el cálculo y la viabilidad del proyecto, así como la planeación del proyecto y el tiempo de desarrollo de todo el proyecto fué de 8 días aproximadamente entre planeamiento, ejecución, pruebas e informes.

El proyecto se realizó a cabo desde el 01 de diciembre del 2015 hasta 09 de diciembre del 2015, instalándose a los clientes a partir del 04 de diciembre.

# Alcance del Proyecto

## Identificación de los stakeholder

Rol	Nombres	Usuario / Anexo	Empresa
Sponsor	Manuel Gamarrá	mgamarrá	965671298
Project Manager	Sergio Villaverde	svillaverde	965609044
Técnico	Rafael Rangilo	rrangilo	965805859
Técnico	Roycer Lozano	rlozano	963988998
Proveedor	Carlos Távara	ctavara	982985104

# Alcance del Proyecto

## Factores críticos de éxito

- Gestión adecuada de los cambios
  - Comunicación oportuna
  - Manejo formal (actas)
- Participación oportuna de stakeholders
  - Revisión y aprobación de entregables
- Manejo adecuado del factor tecnológico
  - Uso óptimo de la Plataforma Tecnológica
- Calidad del producto final
  - Amigable
  - Fácil de mantener (basado en estándares)
- Calidad del proceso (de implantación y de gestión)
  - Disciplina de todos

# Alcance del Proyecto

## Restricciones

- El tiempo de ejecución debe ser en el tiempo planeado.
- Se respetará el costo acordado.
- El resultado final será expuesto a un Control de Calidad.

## Supuestos

- Un nivel de participación adecuado en el Proyecto de los responsables técnicos y de los instaladores.
- El responsable técnico y el Ingeniero son las personas autorizadas para la validación, revisión y aprobación de los entregables del proyecto.
- Se tiene bien definido la presentación de las vistas. Lo que permitirá agilizar el desarrollo de las instalaciones.

# Cronograma

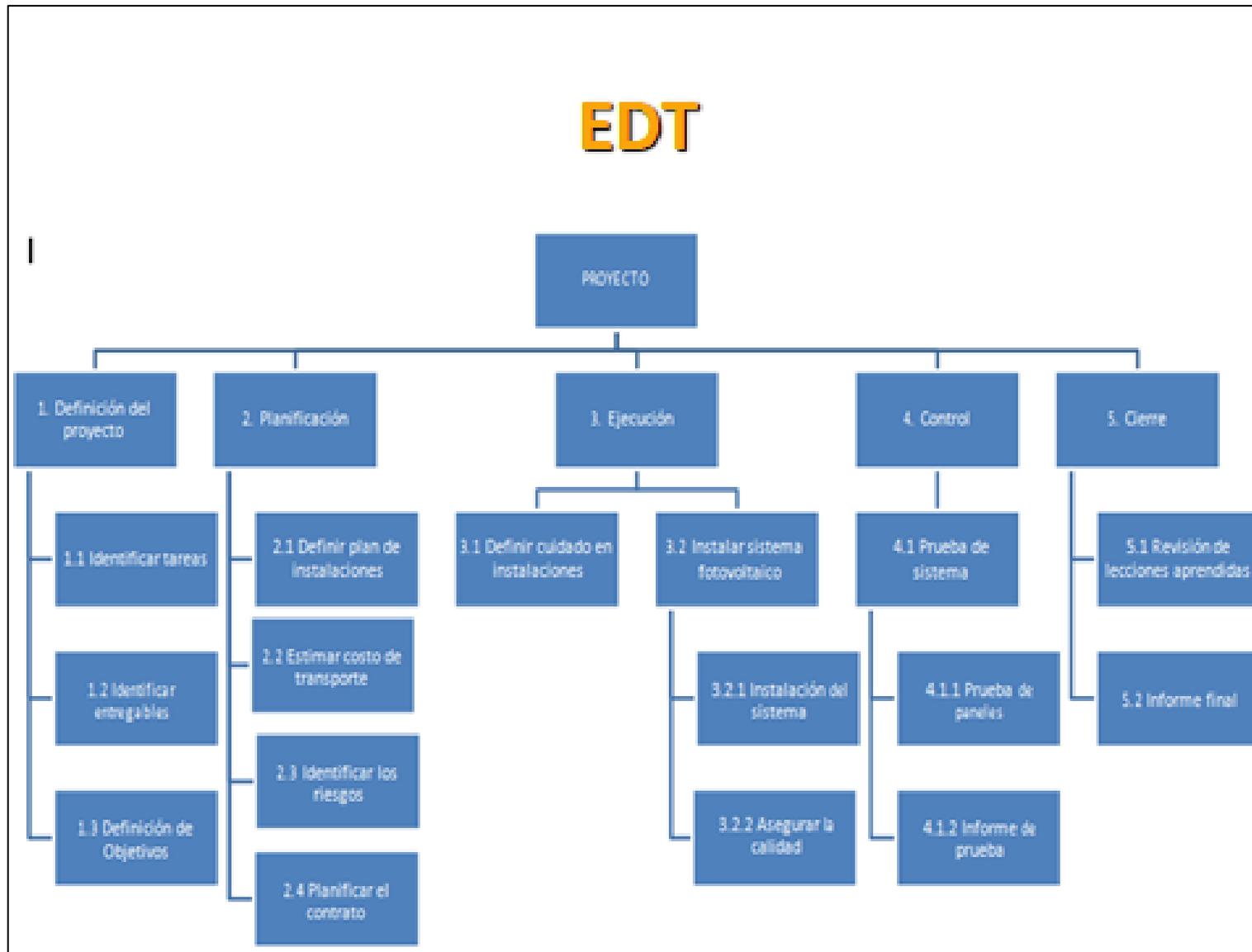
Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	30 nov '15	07 dic '15
				L M X J V S D	L M X J
<b>Proyecto ISEA</b>	<b>8 días</b>	<b>mar 01/12/15</b>	<b>mié 09/12/15</b>		
<b>0. Gestión del proyecto</b>	8 días	mar 01/12/15	mié 09/12/15		
<b>1. Definición del proyecto</b>	<b>1 día</b>	<b>mar 01/12/15</b>	<b>mar 01/12/15</b>		
1.1 Identificar tareas	0.3 días	mar 01/12/15	mar 01/12/15		
1.2 Identificar entregables	0.3 días	mar 01/12/15	mar 01/12/15		
1.3 Definición de objetivos	0.3 días	mar 01/12/15	mar 01/12/15		
<b>2. Planificación</b>	<b>1 día</b>	<b>mié 02/12/15</b>	<b>mié 02/12/15</b>		
2.1 Definir plan de instalaciones	0.25 días	mié 02/12/15	mié 02/12/15		
2.2 Estimar costo de transporte	0.25 días	mié 02/12/15	mié 02/12/15		
2.3 Identificar los riesgos	0.25 días	mié 02/12/15	mié 02/12/15		
2.4 Planificar el contrato	0.25 días	mié 02/12/15	mié 02/12/15		
<b>3. Ejecucion</b>	<b>5 días</b>	<b>jue 03/12/15</b>	<b>mar 08/12/15</b>		
3.1 Definir cuidado en instalaciones	1 día	jue 03/12/15	jue 03/12/15		
<b>3.2 Instalar sistema fotovoltaico</b>	<b>4 días</b>	<b>vie 04/12/15</b>	<b>mar 08/12/15</b>		
3.2.1 Instalacion del sistema	3.7 días	vie 04/12/15	mar 08/12/15		
3.2.2 Asegurar la calidad	0.3 días	mar 08/12/15	mar 08/12/15		
<b>4 Control</b>	<b>1 día</b>	<b>mié 09/12/15</b>	<b>mié 09/12/15</b>		
<b>4.1 Prueba sistema</b>	<b>1 día</b>	<b>mié 09/12/15</b>	<b>mié 09/12/15</b>		
4.1.1 Prueba paneles	0.75 días	mié 09/12/15	mié 09/12/15		
4.1.2 Informe de prueba	0.25 días	mié 09/12/15	mié 09/12/15		
<b>5 Cierre</b>	<b>1 día</b>	<b>mié 09/12/15</b>	<b>mié 09/12/15</b>		
5.1 Revision de lecciones aprendidas	0.5 días	mié 09/12/15	mié 09/12/15		
5.2 Informe final	0.5 días	mié 09/12/15	mié 09/12/15		

## EQUIPOS UTILIZADOS

Tipo	Marca	Origen	Descripción	Tipo / Diodo	Precio \$
Policristalino 300 Wp/24V	Simax	China	45 V max Voc 8.93 A max Isc	Poll 72 cel / Si	390
Batería Gel 150 Ah/12VDC	SBB	China	Ciclo profundo 2400 ciclos a 30% DOD		260
Caja de control solar del sistema eléctrico Sun-SP2000	Masspower	China	2000 Watts 24 VDC 50 A	Controlador de carga e Inversor de onda pura	616

# COSTOS

CANT.	DESCRIPCIÓN	PRECIO	TOTAL
04	PANELES SOLARES 300 WP 24V	1318.20	5272.80
12	BATERÍAS 150 AH 12V	878.80	10545.60
1	CONTROLADOR INVERSOR 2000W 50A 24VDC	2,083.00	2,083.00
	TRANSPORTE		785.00
	SERVICIO		1000.00
	MÁQUINAS		100.00
	MATERIALES DE INSTALACIONES		
	ELECTRICAS		
	Cable concéntrico 2x14		
	Boquillas		
	Focos		
	Grapas plástica		
	Amarras plásticas		250.00
	Caja de madera		
	Soporte de metal para batería		
	Caja metálica para equipos		
	Silicona fría		
	Tornillos		
	Caja Octogonal plástica Misceláneos		
	VARIOS		50.00
	TOTAL		20,086.40



# Comunicación

## Documentación

- Planes del proyecto.
- Actas de reunión.
- Lista de pendientes.
- Actas de aceptación.
- Solicitud de cambios.
- Otros (Cuaderno de Pruebas).

## Reuniones formales

- Reuniones de trabajo (revisiones técnicas)
- Reuniones de comité operativo
- Reuniones de comité ejecutivo

## Riesgos

- **Que los materiales no lleguen a tiempo.**
- **Que el técnico no siga al pie de la letra con los lineamientos de la instalación.**
- **Que no se termine con el tiempo establecido.**

## EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL SISTEMA

- VAN
- Si a los flujos de caja (cobros - pagos) le llamamos:  $Q_1, Q_2, \dots, Q_n$
- A la tasa de descuento seleccionada:  $k$  y al desembolso inicial:  $A$

$$VAN = -A + \frac{Q_1}{(1+k)^1} + \frac{Q_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{Q_n}{(1+k)^n}$$

- Siendo:  $Q_1, Q_2, Q_3, Q_4, Q_5, Q_6, Q_7, Q_8, Q_9, Q_{10}, Q_{11}, Q_{12}$   
= 2,400 anual
- $k = 4.37\%$  Tasa referencial Banco de Crédito del Perú

## CONCLUSIONES

- Se logró diseñar un sistema de energía alternativo, con el uso de paneles solares.
- Se implementó el sistema de paneles solares en la empresa Trensac en el tiempo establecido, y está generando la potencia requerida.

## RECOMENDACIONES

- En definitiva, se debe usar solo baterías solares que se requirió, por desconocimiento se usaron algunos de otro tipo, la vida útil de estas será corta, pero muchas veces hay que lidiar con ese problema y adaptarte al cliente buscando un punto medio o en todo caso informarle cual serán las consecuencias.
- Debe por tanto monitorearse este sistema para estar prevenidos y hacer los cambios respectivos lo más pronto posible cuando haya más dinero para comprar las faltantes.

## IMAGEN DE PANELES Y BATERIAS QUE SE USARON



## IMAGEN DE CONTROLADOR DE CARGA



## IMAGEN DE LOS PANELES COLOCADOS



