



Secretaría de  
Educación Pública  
Gobierno del Estado de Hidalgo



# UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL VALLE DEL MEZQUITAL

## PROGRAMA EDUCATIVO DE TÉCNICO SUPERIOR UNIVERSITARIO EN ENERGÍAS RENOVABLES, ÁREA CALIDAD Y AHORRO DE ENERGÍA

### PROCESO DE AUTOEVALUACIÓN - CACEI

CATEGORIA: 2. ESTUDIANTES

INDICADOR: 2.5 ESTADÍAS



Secretaría de  
Educación Pública  
Gobierno del Estado de Hidalgo



## 2.5.6 Existen reportes de los proyectos de estadía:

Sí, El procedimiento del sistema de gestión de calidad P-SA-02 “Control y Seguimiento de Estadías” establece que el estudiante debe presentar un reporte del proyecto de estadía llamada “memoria de estadía” para acreditar el proceso correspondiente.

Para determinar el contenido de la memoria de estadía se cuenta con el Instructivo de Trabajo IT-SA-02 en el cual se indica los apartados mínimos a contener, y formato de documento.

Los estudiantes realizan la memoria de estadía a lo largo de las catorce semanas que pasan en la empresa, es revisada y validada por el asesor académico y por el director del programa educativo.

### Evidencias:

- I. Lineamientos para el proceso de estadía
- II. Introducción del reporte de memoria de estadía del proyecto “Dimensionamiento de un Sistema Fotovoltaico Interconectado a la Red de 25 KW”
- III. Introducción del reporte de memoria de estadía del proyecto “Energías Renovables Aplicadas a la Acuicultura”
- IV. Introducción del reporte de memoria de estadía del proyecto “Investigación para la producción de paneles solares fotovoltaicos desarrollados en SEIPEL. S.A. DE C.V. y UTVM”

## Lineamientos del Proceso de estadía

- I. Para un estudiante de la Universidad Tecnológica del Valle del Mezquital la estadía es el periodo de 14 semanas como mínimo, en el que debe permanecer en una organización de manera permanente, aplicando y desarrollando sus conocimientos, habilidades y destrezas adquiridas en los cuatrimestres anteriores cursados en la Universidad.
- II. El estudiante deberá aprovechar ésta etapa de su formación, donde la universidad y las organizaciones crean espacios que le permiten consolidar y fortalecer su preparación profesional, aplicando sus conocimientos y habilidades en el campo laboral. Además, que estos espacios de estadía puedan proporcionar una posibilidad de empleo, según sea su desempeño profesional.
- III. El estudiante deberá colaborar con la organización cubriendo una jornada máxima de ocho horas diarias, adquiriendo las mismas obligaciones y responsabilidades que el resto del personal.
- IV. El estudiante debe cumplir con los reglamentos internos de la organización a la que haya asignado para realizar su proceso de estadía.
- V. El estudiante debe guardar absoluta confidencialidad y ética profesional para con los estudios o resultados que se vayan obteniendo durante y posterior al desarrollo de su proyecto o plan de trabajo, así como lo relativo a la administración y políticas de trabajo en la organización que haya sido asignada.
- VI. El Director de Programa Educativo según corresponda es el único que tiene la facultad para asignar a un estudiante a una organización, y esté pueda dar inicio a sus trámites y proceso de estadía; para lo cual considera los siguientes rubros:
  - a) Perfil del estudiante.
  - b) Promedio general.
  - c) Requisitos solicitados por las organizaciones.
  - d) Disponibilidad de recursos económicos para solventar gastos durante la estadía.
  - e) Organizaciones gestionadas por el estudiante.
- VII. Así mismo, deberá considerar y priorizar dependiendo la ubicación de acuerdo a lo siguiente:
  - a) Organizaciones ubicadas en el Estado de Hidalgo.
  - b) Organizaciones, ubicadas en los estados de México, Querétaro, Guanajuato y Distrito Federal.

- c) Organizaciones solicitantes ubicadas en otros estados de la República Mexicana, previa autorización del Director del Programa Educativo según corresponda.
- VIII. Un estudiante podrá realizar gestiones al interior de la Universidad o fuera de ella, para obtener alguna opción de estadía, la cual deberá turnarla al Director del Programa Educativo correspondiente para su evaluación y este determine la viabilidad de ser considerada para el estudiante que haya realizado las gestiones.
- IX. Para que un estudiante pueda obtener su carta de presentación e iniciar su proceso de estadía, deberá realizarlo personalmente y cumplir con el requisito de entregar al responsable de Prácticas y Estadías los siguientes documentos,
- a) Ficha de registro de estadía (F-SA-15), con las indicaciones estipuladas
  - b) Copia de Registro al IMSS, sellado por el Servicio Médico de la UTVM (validando el No. como activo), el documento debe ser legible sin tachaduras ni modificaciones y/o alteraciones.
  - c) Constancia de no adeudo en original. Con las indicaciones estipuladas
- X. El estudiante deberá solicitar a la organización asignada, una carta de aceptación la cual valide el inicio de su estadía, y una carta de terminación que valide el cumplimiento del proceso, (considerando como guía los ejemplos publicados en la intranet/estudiantes/estadías); es importante considerar que el P.E. (Programa Educativo) así como el nivel de estudio se considere en las Cartas, esto es (TSU, ING ó LIC), de acuerdo a como se entregó la Carta de Presentación; dichos documentos deberán entregarlos en original al Área de Prácticas y Estadías de acuerdo a la programación estipulada con antelación; este último es requisito para que el asesor académico pueda capturar su calificación final en el SIIN.
- XI. El estudiante deberá realiza la entrega de la memoria de estadía de acuerdo a lo siguiente:
- a) En formato digital (PDF) a la dirección del Programa Educativo, en los tiempos estipulados por la misma;
  - b) En formato digital (PDF) al Departamento de Servicios Bibliotecarios, acompañada del libro que se le asignó por parte de la Dirección del Programa Educativo;
  - y c) En formato digital al Asesor Industrial.
- XII. El estudiante será dado de baja temporal o definitiva del proceso de estadía si incurre en:
- a) Dejar de asistir a la organización más de tres días consecutivos.
  - b) Abandonar la estadía sin causa justificada.
  - c) Que la organización cancele la estadía por causas imputables a él, por ejemplo; faltas injustificadas, retardos constantes, no acatar las políticas y reglamentos, etc.

XIII. El estudiante deberá integrar la Memoria de Estadía de acuerdo a la IT-SA-02, en la cual deberá respetar el siguiente formato para la entrega de la memoria de estadía.

- a) Ejemplares: Archivo digital en Formato PDF. Un archivo es para la Dirección del Programa Educativo y otro para el asesor industrial
- b) Márgenes: Superior e inferior de 2.5 cm., izquierdo 3.5 cm., derecho 2.5 cm.
- c) Tipo de letra: Arial de 12 puntos.
- d) Interlineado: Un espacio y medio.
- e) Títulos y subtítulos: Negrillas

XIV. El estudiante deberá respetar los contenidos necesarios para la integración de la memoria de estadía, como se detallan a continuación.

**1. Portada. Anexo 1 (D-SA-06)**

- a) Logotipo de la UTVM
- b) Nombre de la Universidad Tecnológica del Valle del Mezquital
- c) Título de la memoria de estadía.
- d) Nombre del Programa Educativo
- e) Nombre del estudiante
- f) Generación
- g) Lugar y fecha

**2. Hoja de aprobación. Anexo 2 (D-SA-07)**

**3. Dedicatoria y agradecimientos (optativo)**

**4. Índice**

**5. Introducción**

**6. Objetivo**

**7. Desarrollo y/o Metodología**

**8. Conclusiones**

**9. Bibliografía**

**10. Anexos**

XV. Los estudiantes deberán presentar al Departamento de Prácticas y Estadías para poder liberar su proceso la siguiente documentación:

- a) **Carta de Aceptación** (Que determine el inicio de su proceso de estadía)
- b) **Carta de Terminación** (Que determine inicio y termino de estadía cubriendo mínimo 14 semanas)
- c) Ficha de Registro de estadía en sus dos apartados **UBICACIÓN (Intranet /alumnos / Estadías) SIN FALTAS DE ORTOGRAFÍA Y CORREOS COMPLETOS SIN SUBRAYAR.**

- d) **Copia del formato F-VI-34** (Informe de actividades y Evaluación Cuatrimestral de Estadía) Este debe contemplar la evaluación final del proceso de estadía, indicando Fecha de inicio y Fecha de término; de acuerdo a los estipulado en su Carta de Presentación, no mensual; **Cabe mencionar que no se debe modificar el formato.**
  - e) **ORIGINAL del Formato F-VI-36/R1** Evaluación del proceso de estadía FIRMADO Y SELLADO
  - f) **Formato de Registro del Proyecto UBICACIÓN** (Intranet / Usuarios / Estadía / FORMATO LLENADO solo por él; LIDER DEL PROYECTO), en el apartado DESCRIPCIÓN BREVE, deberán transcribir la Introducción de su memoria de estadía, este se entrega por proyecto no por estudiantes; deberán enviarlo al mail. [rlopez@utvm.edu.mx](mailto:rlopez@utvm.edu.mx); ejemplo del como nombrar archivo ( RenéLópez\_AyEP\_GMEX\_Mayo-Agosto\_2016 ) **Nombre y Apellido\_Programa Educativo\_Nombre de la Organización\_Periodo de estadía\_año que realizaron estadía.**
- XVI. Los estudiantes deberán cumplir las demás indicaciones no contempladas en el presente documento que sean en beneficio de mejorar el Proceso de Estadía siempre y cuando se indiquen institucionalmente y con antelación

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL VALLE  
DEL MEZQUITAL**

**DIMENSIONAMIENTO DE UN SISTEMA  
FOTOVOLTAICO INTERCONECTADO A LA RED  
DE 25 KWP**

**MEMORIA DE ESTADÍA**

Que para obtener el título de

TÉCNICO SUPERIOR UNIVERSITARIO EN

ENERGÍAS RENOVABLES

P R E S E N T A N

**CALVA HERNÁNDEZ NELSON JESÚS**

**HERNÁNDEZ RESÉNDIZ JULIO CESAR**

**Generación: Septiembre 2014 – Agosto 2016**

**Ixmiquilpan, Hidalgo, Agosto 2016**

**D-VI-05**



El presente trabajo fue elaborado por Nelson Jesús Calva Hernández y Julio Cesar Hernández Reséndiz, como requisito para obtener el título de Técnico Superior Universitario en:

**Energías Renovables.**

Bajo la dirección y aprobación de:

Mtro. Aldrin Trejo Montufar

Director de Programa Educativo

Mtro. Rufino Demillón Pascual

Asesor Académico





## DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer por medio del presente, a mi familia y una de las principales personas que les dedico esta memoria es mi madre Ma. Félix Hernández Peña por el apoyo incondicional que me brindo, a mi Padre Ariel Calva Cruz por la oportunidad brindada de seguir estudiando, a mis hermanos Mariela y Juan Ariel por apoyarme en mis logros y metas.

Por ultimo quiero agradecer a la empresa Solar Berater por permitirme realizar mi estancia desarrollando mis prácticas profesionales, a los compañeros de trabajo y a los profesores en general gracias.

***Nelson Jesús Calva Hernández***

Quiero agradecer por medio del presente a mis amigos que me brindaron su amistad y apoyo en los momentos que más los necesite sin recibir nada a cambio, por ello gracias Saira López Iglesias, Nelson Jesús Calva Hernández, Joaquín Trejo Guzmán y Luis Ángel Gonzales Guerrero, también los que me faltaron por mencionar que siempre han demostrado su apoyo de manera especial e incondicional.

Y unas de las principales personas a las que dedico esta memoria es a mi madre Catalina Reséndiz Trejo y mi padre Galdino Hernández Muños por el apoyo incondicional brindado y la oportunidad de seguir estudiando a mis hermanos Marco Antonio, Alejandrina y Esmeralda por seguirme apoyando en mis metas y sueños.

Por ultimo quiero agradecer a la empresa Solar Berater por la estancia que estuve haciendo mis prácticas a los compañeros de trabajo y a los profesores en general gracias.

***Julio Cesar Hernández Reséndiz***

# ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN.....	11
2	OBJETIVO GENERAL.....	12
2.1	OBJETIVO PARTICULAR.....	12
3	ANTECEDENTES DE LA EMPRESA.....	12
4	MARCO TEÓRICO.....	14
4.1	DIFERENCIA ENTRE UN SISTEMA AISLADO Y UN SISTEMA INTERCONECTADO A LA RED ELÉCTRICA.....	14
4.1.1	Sistemas interconectados a la red eléctrica.....	14
4.1.2	Los sistemas aislados.....	15
4.2	LA RADIACIÓN SOLAR.....	15
4.2.1	Efecto atmosférico.....	16
4.2.2	Tipos de radiación.....	17
4.3	ESTRUCTURA DE LA CÉLULA SOLAR.....	19
4.3.1	Manufactura de la celda.....	21
4.4	TIPOS DE CELDAS DE SILICIO.....	21
4.4.1	Monocristalino.....	22
4.4.2	Policristalino.....	22
4.4.3	Amorfo.....	22
4.5	FACTORES QUE AFECTAN LA EFICIENCIA DE LOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS.....	24
4.5.1	Factores de pérdidas.....	25
4.6	COMPONENTES DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS.....	25
4.6.1	Inversor.....	26
4.7	DISPOSITIVOS DE DESCONEXIÓN Y PROTECCIONES.....	28
4.7.1	Switch de desconexión.....	28



4.7.2	Fusibles .....	29
4.7.3	Protección contra sobre-voltajes .....	29
4.7.4	Cajas Combinadoras.....	29
4.7.5	Cable .....	30
4.7.6	CONECTORES.....	30
4.7.7	Estructura .....	31
4.8	MARCO NORMATIVO NACIONAL .....	32
4.8.1	NOM-001-SEDE-2012 - Artículo 690 .....	32
4.8.2	MARCADO .....	32
4.8.3	TRAYECTORIAS (690-4, 4, f y g) .....	33
4.8.4	FALLAS A TIERRA .....	33
4.8.5	FACTORES DE AJUSTE DE LAS TENSIONES .....	33
4.8.6	CÁLCULO DE CORRIENTE (Art 690-8) .....	34
4.8.7	MÉTODOS DE ALAMBRADO.....	34
4.8.8	PUESTA A TIERRA .....	35
5	DISEÑO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO (CHAPULTEPEC).....	36
5.1	RECURSO SOLAR EN LA ZONA.....	36
5.2	MÓDULO SOLAR FOTOVOLTAICO.....	37
5.3	DISEÑO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO.....	38
5.3.1	Configuración Serie-Paralelo del Generador Fotovoltaico de acuerdo a la Temperatura máxima y mínima que puede alcanzar el módulo.....	38
5.3.2	Análisis de voltaje según el arreglo de los sistemas FV .....	39
5.4	INVERSOR.....	41
5.5	SELECCIÓN DEL INVERSOR.....	41



5.6	ESTRUCTURA.....	42
7.-	DIAGRAMA UNIFILAR.....	43
5.7	CÁLCULO DE REDUCCIÓN DE CAPACIDAD DE CD A CA. ....	45
5.8	ESTIMACIÓN DE PRODUCCIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO .....	46
5.9	CRITERIO DE CAÍDA DE TENSIÓN (FORMULAS) .....	46
5.9.1	LÍNEA DE CORRIENTE CONTINUA (CC).....	50
5.9.2	LÍNEA DE CORRIENTE CONTINÚA ALTERNA (CA).....	52
5.10	MEDIOS DE DESCONEXIÓN.....	54
5.10.1	Cálculo de protección en DC.....	54
5.10.2	Cálculo del Interruptor en CA .....	55
5.11	SELECCIÓN DE LA TUBERÍA CONDUIT. ....	55
5.11.1	CANALIZACIÓN DE LOS CONDUCTORES EN CD. ....	57
5.11.2	CANALIZACIÓN DE LOS CONDUCTORES EN CA. ....	58
6	CONCLUSIONES.....	59
7	ANEXO 1.....	60
7.1	IMÁGENES DEL DISEÑO .....	60
8	BIBLIOGRAFÍA.....	75
9	GLOSARIO.....	76



## ÍNDICE DE TABLAS

---

TABLA 1 TIPOS DE CELDAS SOLARES COMERCIALES (SOLAR DEPOT, MÓDULOS FOTOVOLTAICOS, 2016) .	24
TABLA 2. TIPOS DE INVERSORES.....	27
TABLA 3 FACTORES DE CORRECCIÓN DE LA TENSIÓN PARA MÓDULOS DE SILICIO CRISTALINO Y MULTICRISTALINO NOM-SEDE-01- ART-690-1 .....	34
TABLA 4 TAMAÑO MÍNIMO DE LOS CONDUCTORES DE PUESTA A TIERRA PARA CANALIZACIONES Y EQUIPOS	35
TABLA 5. MENSUAL INCIDENTE RACIÓN PROMEDIADO EN UN ECUADOR - SUPERFICIE INCLINADA (KWH/M <sup>2</sup> /DIA) .....	37
TABLA 6. LA TEMPERATURA DEL AIRE PROMEDIO MENSUAL A 10 M SOBRE LA SUPERFICIE DE LA TIERRA (°C) (NASA).....	37
TABLA 7. CARACTERIZACIÓN TÉCNICA DEL MÓDULO FOTOVOLTAICO FV .....	39
TABLA 8. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS INVERSORES.....	41
TABLA 9 CAPACIDAD DEL INVERSOR Y CONEXIONES DE LOS MÓDULOS.....	42
TABLA 10. CONFIGURACIÓN DE LOS INVERSORES A UTILIZAR. ....	42
TABLA 11 LOS FACTORES DE REDUCCIÓN (PERDIDAS DEL SISTEMA) .....	46
TABLA 12. CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN DE CORRIENTE (A) PERMISIBLE DE CONDUCTORES PARA 0 A 2,000 V NOMINALES Y 60°C A 90°C. NO MÁS DE TRES CONDUCTORES DE CORRIENTE DE UNA CANALIZACIÓN O DIRECTAMENTE ENTERRADOS PARA UNA TEMPERATURA AMBIENTE DE 30°C. ....	48
TABLA 13. FACTORES DE CORRECCIÓN POR TEMPERATURA AMBIENTE. ....	49
TABLA 14. FACTORES DE CORRECCIÓN, NÚMERO DE CONDUCTORES ACTIVOS Y PORCENTAJE .....	49
TABLA 15. TAMAÑO DEL CONDUCTOR RESISTENCIA IMPEDANCIA. (MANUAL DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE BAJA TENSIÓN CONDUMEX).....	50
TABLA 16. ESPECIFICACIONES DE CABLE SOLAR.....	51
TABLA 17. CÁLCULO DE CALIBRE DE CABLE .....	53
TABLA 18 FACTORES DE RELLENO EN TUBO (CONDUIT).....	55
TABLA 19 DIMENSIONES DE TUBO (CONDUIT) METÁLICO TIPO PESADO, SEMIPESADO Y LIGERO- ÁREA DISPONIBLE PARA LOS CONDUCTORES.....	57



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1. INSTALACIÓN RESIDENCIAL (SOLAR BERATER) .....	13
ILUSTRACIÓN 2 ESQUEMA BÁSICO DE UNA INSTALACIÓN FV CONECTADA A RED. ....	15
ILUSTRACIÓN 3 ESQUEMA BÁSICO DE UNA INSTALACIÓN FV AUTÓNOMA .....	15
ILUSTRACIÓN 4 DISTRIBUCIÓN ESPECTRAL DE LA RADIACIÓN SOLAR. REFERENCIA AST G173-03 .....	16
ILUSTRACIÓN 5 MASA DE AIRE CAPTADA POR LA TIERRA .....	17
ILUSTRACIÓN 6 POSICIÓN TRIGONOMÉTRICA DEL SOL. ....	17
ILUSTRACIÓN 7 LA ENERGÍA DEL SOL QUE LLEGA A LA TIERRA (JOSÉ A. C. GONZÁLEZ, 2009). 18	
ILUSTRACIÓN 8 TIPOS DE RADIACIÓN SOBRE UNA SUPERFICIE (M.A. ABELLA, 2006).....	19
ILUSTRACIÓN 9 ESTRUCTURA TÍPICA DE LA CÉLULA SOLAR (IZQUIERDA) Y PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO (DERECHA) (RENOVABLES, 2003). ....	20
ILUSTRACIÓN 10 PROCESO DE PRODUCCIÓN DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS .....	21
ILUSTRACIÓN 11 PANEL FOTOVOLTAICO MONOCRISTALINO, POLICRISTALINO Y AMORFO. (ALFREDO TERAN, 2016).....	23
ILUSTRACIÓN 12. MAPAS DE IRRADIACIÓN GLOBAL MEDIA DIARIA EN CENTROAMÉRICA. FUENTE: NREL.....	24
ILUSTRACIÓN 13 CURVA CARACTERÍSTICA DE LA EFICIENCIA DEL INVERSOR DE ACUERDO A LA POTENCIA SEGÚN EL TIPO DE INVERSOR.....	27
ILUSTRACIÓN 14 SWITCH DE DESCONEXIÓN .....	29
ILUSTRACIÓN 15 FUSIBLES .....	29
ILUSTRACIÓN 16 PROTECCIÓN CONTRA SOBRE-VOLTAJE .....	29
ILUSTRACIÓN 17 CAJA COMBINADO.....	30
ILUSTRACIÓN 18 CABLE DE CONEXION .....	30
ILUSTRACIÓN 19 CONECTORES MC4 .....	31
ILUSTRACIÓN 20 ESTRUCTURAS DE ALUMINIO ANODIZADO .....	31



ILUSTRACIÓN 21. UBICACIÓN DEL PROYECTO (GOOGLE MAPS) .....	36
ILUSTRACIÓN 22 MARCA DEL MÓDULO FOTOVOLTAICO UTILIZADO. ....	37
ILUSTRACIÓN 23 GRÁFICA DE LA CARACTERIZACIÓN DE LA RADIACIÓN DEL MÓDULO FOTOVOLTAICO .....	38
ILUSTRACIÓN 24. MÓDULO SOLAR FOTOVOLTAICO .....	39
ILUSTRACIÓN 25 INVERSOR SOLÍS MINI 2000.....	41
ILUSTRACIÓN 26 INVERSOR SOLÍS DE 10K-LV .....	41
ILUSTRACIÓN 27 ESTRUCTURAS PARA LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS .....	43
ILUSTRACIÓN 28 DIAGRAMA UNIFILAR DEL PROYECTO (F.J.G.J. 2016) .....	44
SE REALIZÓ UN ESTUDIO DE LA PRODUCCIÓN ESTIMADA DEL SISTEMA DE ACUERDO A LA UBICACIÓN DEL SISTEMA POR MEDIO DEL SOFTWARE (HELIOSCOPE) LO CUAL ARROGO QUE EN EL MES DE MAYO TENDREMOS UNA MAYOR PRODUCCIÓN LA CUAL ES DE 3.8 KWH, BASÁNDONOS CON NUESTRA RADIACIÓN AL MES CON LA PÁGINA EOS WEB NASA (ILUSTRACIÓN 51). ....	59
ILUSTRACIÓN 29 PROPUESTA VISUAL DE ESTRUCTURAS DE ALUMINIO ANODIZADO (SKETCHUP) .....	60
ILUSTRACIÓN 30 PROPUESTA VISUAL DE ESTRUCTURAS DE ALUMINIO ANODIZADO (SKETCHUP) .....	60
ILUSTRACIÓN 31 PROPUESTA VISUAL DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS NORTE - SUR (SKETCHUP) .....	61
ILUSTRACIÓN 32. PROPUESTA VISUAL DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS ESTE - OESTE (SKETCHUP).....	61
ILUSTRACIÓN 33. PROPUESTA VISUAL DESDE UN ÁNGULO SUR-OESTE DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS .....	62
ILUSTRACIÓN 34. PROPUESTA VISUAL DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS AÉREA.....	62
ILUSTRACIÓN 35 TUBERÍA CONDUIT INSTALADA .....	63
ILUSTRACIÓN 36 MÓDULOS SUJETOS CON ZETAS.....	64
ILUSTRACIÓN 37 MÓDULOS FOTOVOLTAICOS MONTADOS EN ESTRUCTURAS .....	65



ILUSTRACIÓN 38 TURBERA EN DIRECCIÓN A LOS INVERSORES SOLÍS .....	65
ILUSTRACIÓN 39 ESTRUCTURA DE LOS MODULAS FIJADA EN BIJAS .....	66
ILUSTRACIÓN 40 VISTA DE LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS .....	67
ILUSTRACIÓN 41 PORTA FUSIBLES EN DC .....	68
ILUSTRACIÓN 42 PUESTA A TIERRA EN ESTRUCTURAS .....	68
ILUSTRACIÓN 43 INSTALACIÓN DE INVERSOR SOLÍS MINI CON EQUIPOS DE PROTECCIÓN EN DC Y AC. ....	69
ILUSTRACIÓN 44 INSTALACIÓN DE 2 INVERSORES SOLÍS 10 K-LB CON SISTEMAS DE PROTECCIÓN EN DC Y AC.....	69
ILUSTRACIÓN 45 BREAK PRINCIPAL EN AC .....	70
ILUSTRACIÓN 46 TRAYECTORIA DE CABLEADO 3 FASES.....	70
ILUSTRACIÓN 47 CONEXIÓN DE SUMINISTRO DE LÍNEAS TRIFÁSICAS EN TABLERO PRINCIPAL CON PUESTA A TIERRA .....	71
ILUSTRACIÓN 48 INSTALACIÓN DE INVERSORES SOLIS Y SISTEMAS DE PROTECCIÓN DEL SISTEMA .....	72
ILUSTRACIÓN 49 VISTA PANORÁMICA DE LA INSTALACIÓN (VÍA DRON).....	72
ILUSTRACIÓN 50 VISTA AÉREA DEL SISTEMA.....	73
ILUSTRACIÓN 51 PRODUCCIÓN ESTIMADA ANUAL DEL SISTEMA CON SOFTWARE HELIOSCOPE .	73
ILUSTRACIÓN 52 ARREGLO FOTOVOLTAICO CONECTADO A LOS INVERSORES SOLÍS.....	74





## **1 INTRODUCCIÓN**

En México se tiene niveles de irradiación solar suficientemente alto, que desde un punto de vista energético alienta a su aprovechamiento en la producción de energía, mediante sistemas fotovoltaicos interconectados a la red. También a su vez son más los usuarios del servicio eléctrico que se ven motivados a invertir en estos sistemas ya que la tarifa eléctrica a la que pertenecen es la DAC (Demanda de Alto Consumo) así como los del sector industrial y comercial que por su gran demanda de energía apuesta en la inversión este tipo de tecnología.

En este proyecto se explica las características y componentes de una instalación fotovoltaica interconectada a la red así como los beneficios. Dando un amplio panorama técnico de este sistema, reduciendo el consumo de la energía eléctrica y aprovechando la radiación solar que se recibe en la zona (CDMX).

Así mismo darnos cuenta que las instalaciones fotovoltaicas interconectadas a la red es un panorama amplio para la sociedad y el país el impacto ambiental que genera en esa zona al instalarlo reduciendo así las emisiones de gases de efecto invernadero a la capa de ozono reduciendo una parte del consumo suministrado.

La interconexión es un sistema estratégico para la gente y público en general, aprovechando los recursos (sol) generando energía limpia. Además de conservar medio ambiente y ecosistemas.



## **2 OBJETIVO GENERAL**

Satisfacer la necesidad del cliente por medio de un análisis y explicar el proceso realizado, la descripción de los materiales utilizados y los procedimientos de cálculos para la ejecución del proyecto, cumpliendo con los requerimientos de la instalación.

### **2.1 OBJETIVO PARTICULAR**

- Realizar los diagramas de distribución y conexión de los paneles fotovoltaico en la superficie, como también a los inversores.
- Seleccionar los elementos adecuados para el sistemas propuesto; módulos fotovoltaicos, inversor y componentes adicionales.
- La producción de energía de los módulos fotovoltaicos en el sistema con una estimación de generación de energía eléctrica.

## **3 ANTECEDENTES DE LA EMPRESA**

Energía ERA inicio en el 2007 en la ciudad de Guadalajara como un proyecto de jóvenes universitarios con el objetivo de desarrollar tecnología medio-ambiental que se pudiera utilizar en la sociedad. En el 2008 la empresa se constituyó formalmente y con la aprobación de la ley de interconexión solar, rápidamente se posiciono como pionera en la realización de proyectos fotovoltaicos (ERA, 2015). Durante el 2008 y 2009 se rompieron muchas barreras al llevar acabo contratos de interconexión en muchas ciudades de la república mexicana donde nunca antes se había realizado un contrato así. En el 2010 se inició formalmente un proceso de crecimiento, con capacitación en Berlín y alianzas con fabricantes muy reconocidos internacionalmente. Actualmente Energía ERA se conforma de 22 persona, cuenta con contratos de representación y exclusividad en México, posee un diseño propio para sus estructuras y tiene una amplia participación en el mercado fotovoltaico mexicano.



## DIMENSIONAMIENTO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO INTERCONECTADO A LA RED DE 25 KWP

---

*Ilustración 1. Instalación residencial (Solar Berater)*



**ENERGÍAS RENOVABLES APLICADAS A LA  
ACUICULTURA**

**MEMORIA DE ESTADÍA**

Que para obtener el título de

**TÉCNICO SUPERIOR UNIVERSITARIO EN**

**ENERGÍAS RENOVABLES**

**P R E S E N T A N**

**ISRAEL CRUZ MARTÍNEZ  
JUAN CARLOS MONTER OLVERA**

**Generación: Septiembre 2014 – Agosto 2016**

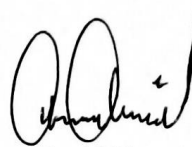
**Ixmiquilpan, Hidalgo, Agosto 2016**

El presente trabajo fue elaborado por Israel Cruz Martínez Y Juan Carlos Monter Olvera como requisito para obtener el título de Técnico Superior Universitario en: Energías renovables área calidad y ahorro de energía.

Bajo la dirección y aprobación de:



Mtro. Aldrin Trejo Montufar.  
Director de Programa Educativo



Ing. David Pioquinto Beltrán.  
Asesor Académico

# Índice

Resumen .....	i
Abstract.....	i
Introducción.....	ii
Objetivo.....	iii
General .....	iii
Específicos.....	iii
Metodología .....	iii
Problema .....	iii
Justificación.....	iv
Esquema de actividades.....	v
Capítulo 1 La primera instalación de energía solar fotovoltaica. ....	1
1.1 Antecedentes. ....	1
1.2 Instalación solar fotovoltaica. ....	1
1.3 Tipos de instalaciones solares fotovoltaicas.....	2
1.4 Sistemas que forman una instalación solar fotovoltaica conectada a la red. ...	3
1.4.1 Módulo solar fotovoltaico .....	3
1.4.2 Regulador de carga .....	3
1.4.3 Inversor .....	4
1.4.4 Protecciones .....	4
1.4.5 Medidor bidireccional.....	5
1.5 Sistemas que forman una instalación solar fotovoltaica aislada de la red. ....	5
1.6 Beneficios que se obtienen.....	6
1.6.1 Ventajas.....	6
1.6.2 Desventajas .....	6
Capítulo 2 Diseño del sistema solar fotovoltaico aplicado a la acuicultura. ....	7
2.1 Ubicación geográfica. ....	7
2.2 Cálculo azimutal y cenital para la inclinación de los paneles. ....	7
2.3 Cálculo de la carga total instalada.....	9
2.4 Dimensionamiento del sistema .....	9
2.4.1 Cálculo de módulos fotovoltaicos.....	13
2.4.2 Cálculo de baterías.....	13
2.4.3 Inversor.....	13
2.4.4 Controlador de carga.....	13
2.5 Cuantificación del sistema base. ....	14
2.6 Costo del proyecto. ....	15
2.7 Diagrama correspondiente.....	17
Capítulo 3 Montaje de la instalación solar fotovoltaica.....	19
3.1 Orientación e inclinación de los paneles solares fotovoltaicos.....	19
3.2 Montaje de la estructura soporte de los paneles. ....	20
3.3 Montaje de las baterías. ....	20
3.4 Montaje del resto de los componentes. ....	21
3.5 Elementos de protección.....	21

3.6 Montaje del regulador de carga. ....	22
3.7 Montaje del inversor.....	22
3.8 Montaje del cableado y puesta a tierra.....	23
3.9 Diagrama a bloques de la instalación fotovoltaica.....	24
3.10 Adquisición de parámetros eléctricos. ....	27
3.11 Medida de la radiación solar y velocidad del viento. ....	28
3.12 Medida de parámetros eléctricos. ....	28
Capítulo 4 Mantenimiento a la instalación solar fotovoltaica. ....	29
4.1 Plan de mantenimiento preventivo. ....	30
4.2 Plan de mantenimiento correctivo. ....	31
4.3 Plan de mantenimiento rutinario. ....	32
4.4 Equipos de protección para el instalador. ....	33
Conclusión.....	36
Referencias bibliográficas.....	37
Anexos .....	38
Plano isométrico de la instalación eléctrica.....	38
Plano isométrico de la instalación hidráulica.....	39
Plano isométrico de la instalación neumática. ....	40

## **Resumen**

Existen varios tipos de energías renovables y cada uno de ellos está conformado por sus antecedentes, aplicaciones y beneficios que otorga, así como la energía solar fotovoltaica, que inicio con el efecto fotovoltaico considerado como fenómeno de difícil aplicación práctica, poco a poco los avances técnicos fueron permitiendo aprovecharlo más eficientemente hasta lograr que se convirtiera en una fuente de energía práctica y fiable, continuando con la creación de los módulos fotovoltaicos se instalan de forma que aprovechen al máximo la radiación solar, dependiendo de la inclinación y la orientación, tomando en cuenta el montaje de los demás componentes que forman parte del sistema, llevando a cabo su instalación cuando se tiene todos los cálculos necesarios y el diagrama correspondiente.

Es importante proponer operaciones y labores de mantenimiento para asegurar el funcionamiento de la instalación, una vez concluyendo las actividades de instalación, y mantenimiento se observan excelentes resultados.

## **Abstract**

There are several types of renewable energy and each is shaped by its history, applications and benefits granted and photovoltaic solar energy, beginning with the photovoltaic effect considered as a phenomenon of difficult practical application gradually technical advances were allowing use it more efficiently to achieve that became a source of practical and reliable energy, continuing with the creation of the photovoltaic modules are installed so that maximize solar radiation, depending on the inclination and orientation, taking into account the assembly of the other components that are part of the system, carrying out installation when you have all the necessary calculations and the corresponding diagram.

It is very important to propose operations and maintenance to ensure the operation of the installation, after concluding the activities of installation, maintenance and the excellent results are observed.



## **Introducción**

La energía solar fotovoltaica hoy en día es muy utilizada desde aplicaciones simples por ejemplo: juguetes solares, lámparas, ventiladores, hasta equipos para diferentes aplicaciones así como satélites, refrigeradores, autos, etc. Por lo que no se duda de su eficiencia. De este modo se realizan las instalaciones solares fotovoltaicas que pueden proporcionar una elevada demanda eléctrica, y utilizarse para iluminar locales, electrificar talleres, actualmente para alumbrado público, las aplicaciones en la acuicultura y agropecuarias, sistemas de bombeo de agua, la electrificación de comunidades alejadas de la red eléctrica o el suministro a la misma.

Para poder generar energía eléctrica se implementa un sistema solar fotovoltaico que realiza la conversión de la radiación solar en energía eléctrica, este requiere el acoplamiento de cuatro elementos principales: módulos solares fotovoltaicos, regulador de carga, inversor y baterías y elementos de protección en caso de sobrecargas.

Las instalaciones solares fotovoltaicas caracterizan por su simplicidad, fácil montaje de los componentes y la ausencia de ruido durante su operación, además constan de una larga duración, si se instalan de acuerdo al diseñador, se tendrá como resultado una elevada eficiencia y poco mantenimiento.

La aplicación que tiene el proyecto es en base a la acuicultura, realizando una planta piloto, donde se llevan a cabo diferentes actividades así como el monitoreo de datos, mantenimiento, ajustes de inclinación y orientación de los módulos fotovoltaicos, así como documentar y diseñar los planos para llevar a cabo el proyecto.

## **Objetivo**

### **General**

Diseñar y desarrollar un sistema de energía solar fotovoltaica para la aplicación a la industria de la acuicultura.

### **Específicos**

- Diseñar una instalación solar fotovoltaica, describiendo la caracterización de cada uno de los componentes, mencionando un diagrama técnico, y a bloques para su fácil interpretación.
- Difundir el gran beneficio del uso de la energía solar en la industria de la acuicultura, para llevar su aplicación en otros ámbitos.
- Desarrollar un plan de mantenimiento para el sistema instalado y la actualización del mismo.

## **Metodología**

### **Problema**

La industria pesquera para consumo humano cuenta con un sistema de circulación de agua y el sistema de oxigenación, dicho sistema provoca alto costo de electricidad ya que su consumo en Watts es elevado.

## **Justificación**

A través de una planta solar fotovoltaica se solucionarían los problemas de alto costo económico en electricidad de las industrias pesqueras aportando además a la difusión de la energía solar y sus beneficios que aporta al ser utilizada.

La implementación de la planta se divide en diseño y desarrollo, para obtener buenos resultados, el diseño de la planta consta del dimensionado del sistema que será de acuerdo a los dispositivos que se utilizan para la industria pesquera, donde se realizan cálculos para determinar el número de componentes necesarios en la instalación solar.

El sistema solar fotovoltaico tendrá una eficiencia considerable debido a la inclinación y orientación de los módulos fotovoltaicos, no dejando atrás la ubicación de los demás componentes y el tipo de protección que tendrá ya sea termomagnético o fusibles, esto en caso de sobrecarga o descarga eléctrica, tomando en cuenta lo anterior mencionado el sistema estará funcionando en un cien por ciento.

Una vez instalado el sistema completo, es decir la instalación solar fotovoltaica y el sistema de circulación de agua, y oxigenación de las tinas de agua, se realizan mediciones eléctricas así como bitácoras de funcionamiento y se corrigen anomalías, al término de estas actividades pondremos en marcha el sistema, observando que durante el día funcionara con los módulos fotovoltaicos y durante la noche entrarán las baterías abasteciendo el sistema de circulación de agua, después de un determinado tiempo se recuperara la inversión del proyecto, evitando los elevados precios de energía eléctrica proporcionada por la red.

**Investigación para la producción de paneles  
solares fotovoltaicos desarrollados en SEIPEL.  
S.A. DE C.V. y UTVM.**

**MEMORIA DE ESTADÍA**

Que para obtener el título de

**TÉCNICO SUPERIOR UNIVERSITARIO EN  
ENERGÍAS RENOVABLES ÁREA CALIDAD Y  
AHORRO DE ENERGÍA.**

**P R E S E N T A N**

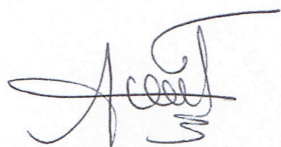
**FRANCISCO JAVIER BENÍTEZ  
BENÍTEZ**

**ABEL LUGO CLETO**

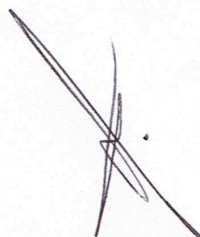
**Generación: Septiembre 2014 – Agosto 2016**

El presente trabajo fue elaborado por **Abel Lugo Cleto y Francisco Javier Benítez Benítez** como requisito para obtener el título de Técnico Superior Universitario en: **Energías Renovables Área Calidad y Ahorro de Energía.**

Bajo la dirección y aprobación de:



Mtro. Aldrin Trejo Montufar  
Director de Programa Educativo



MER. Israel López Mendoza  
Asesor Académico

## *AGRADECIMIENTOS*

*Le agradecemos a la empresa SEIPEL SA. DE CV. todo el apoyo que nos brindaron por darnos la oportunidad de experimentar lo que es laborar en una empresa y aplicar nuestros conocimientos adquiridos en la universidad. Y que de esta forma nos apoyó en nuestra preparación profesional.*

*Francisco Javier, Abel Lugo*

*Le agradezco primero que nada a Dios que me permite llegar hasta aquí, cumplir mis metas y sobre todo por darme la oportunidad de seguir viviendo, así como también le agradezco a las personas que me han apoyado en este proceso de formación como lo son mis padres, mis hermanas, así como también dos personas que han sido muy importante para mí como lo es Magdalena Cruz Martin que ha sido una persona que me ha acompañado en todo momento y el Ing. Israel López Mendoza el cual ha sido un gran amigo, un gran profesor que me ha apoyado mucho en este proceso gracias a todos por ese apoyos que me brindan muchas gracias.*

*Francisco Javier*

## **Contenido**

Antecedentes .....	16
Introducción .....	17
<b>CAPÍTULO I. METODOLOGÍA.....</b>	<b>18</b>
Planteamiento del problema .....	19
Justificación .....	19
Objetivos .....	19
Objetivo general .....	19
Objetivos específicos .....	20
Metodología de la investigación .....	20
<b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....</b>	<b>23</b>
Introducción .....	24
Sistemas de producción .....	27
Sistemas de producción en línea .....	28
Sistemas de producción por lotes .....	29
Sistemas de gestión de calidad .....	30
Certificación bajo normas nacionales e internacionales.....	31
Tipos de certificación en procesos.....	31
Empresas certificadoras.....	32
<b>CAPÍTULO III. DESARROLLO .....</b>	<b>36</b>
La organización .....	37
Introducción .....	41
Modelo de manufacturación de módulos fotovoltaicos UTVM/SEIPEL.....	42
Diferentes tipos de líneas de producción .....	44
Procesos de fabricación, gestión de calidad y maquinarias .....	51
Resultados .....	77
Conclusiones .....	88
Bibliografía .....	89
Anexo .....	90

## Antecedentes

A medida que una sociedad se desarrolla, consume más energía. Pero esta que se obtiene del carbón, del petróleo y del gas no se renueva y se va agotando año tras año.

Lo inteligente es aprovechar otras fuentes de energía que están a nuestro entorno: viento, sol, residuos orgánicos entre otros; las cuales son renovables, no se agotan y además no contaminan el ambiente, lo que significa una doble ventaja para todas y todos.

La primera aplicación importante de células solares en el espacio fue la fuente auxiliar energética del satélite estadounidense Vanguard I, lanzado al espacio en 1958 (hoy en día el satélite más antiguo aún en órbita), que le permitió seguir transmitiendo durante siete años mientras que las baterías químicas se agotaron en solo 20 días.<sup>11</sup> Desde final de los años 60 la energía solar se ha consolidado como fuente para el suministro energético propio de los satélites.



Fuente: imagen extraída de Centro de Capacitación Eléctrica y Energías Alternas