



# Universidad Autónoma de Chiapas

Facultad de Ingeniería C-I



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**CAMPUS I**



---

---

SISTEMA DE BOMBEO SOLAR ALTERNATIVO  
ADAPTADO A UNA UNIDAD DE VIVIENDA BASICA  
DE FONHAPO

Trabajo de tesis profesional

Para obtener el título de:

**INGENIERO CIVIL**

PRESENTA:

José Antonio Betanzos Salazar

DIRECTOR DE TESIS PROFESIONAL

Dr. Hugo Alejandro Guillen Trujillo

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

Marzo del 2017.

Agradecimientos:

Al Poder Superior

Por darme la vida...

Por enseñarme todos los días a tener serenidad para aceptar las cosas que no puedo cambiar, valor para cambiar las que sí puedo y sabiduría para distinguir la diferencia.

Por llevar amor donde hay odio, por llevar perdón donde hay ofensa, por llevar unión donde hay discordia, por llevar fe donde hay duda, por llevar verdad donde hay error, por llevar alegría donde hay desesperación, por llevar luz donde hay tinieblas.

A MIS PADRES

Por ser y estar conmigo, por compartir tantas cosas, por hacer un gran esfuerzo para estar juntos y darnos una casa con papa y mama, por no dormir cuando yo no dormía, por cargarme cuando me dormía, por sobre todo por creer en que algún día yo sería realidad en sus vidas y lograrlo.

A MIS HERMANOS

Por tenerme como su buen ejemplo de fortaleza, experiencia y esperanza, mismo que todo el tiempo me era grato compartir a cada situación en nuestras vidas.

Por escucharme en todo momento y no dejar pasar ninguna palabra, por compartir infinitos momentos de camaradería, amor y hermandad.

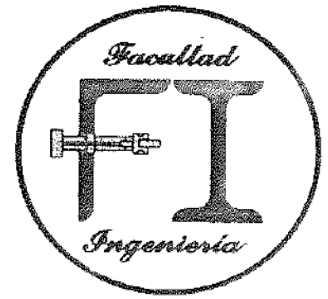
Por dejarse creer en una mejor esperanza, en una mejor fortaleza.

A MI DIRECTOR DE TESIS: Dr. Hugo Alejandro Guillen Trujillo

Por darme la confianza que yo mismo no pude darme mucho tiempo, por hacerme creer que tengo talento, por hacerme creer que era bueno, cuando todo el tiempo creí lo contrario, gracias.



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE CHIAPAS  
FACULTAD DE INGENIERIA  
CAMPUS I



Tuxtla Gutiérrez , Chiapas  
02 de Junio de 2017

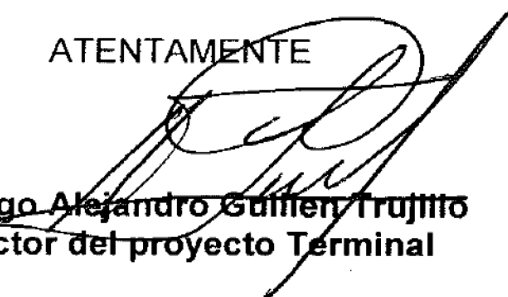
**Dr. José Ernesto Castellanos Castellanos**  
Director de la Facultad de Ingeniería  
UNACH  
**PRESENTE**

Por este medio me dirijo a usted, para informarle que hemos concluido con la dirección y revisión del trabajo de tesis, en la modalidad de proyecto terminal, Titulado **“SISTEMA DE BOMBEO SOLAR ALTERNATIVO ADAPTADO A UNA UNIDAD DE VIVIENDA BASICA DE FONHAPO”**.

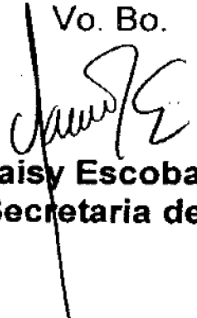
Desarrollado por el **C. José Antonio Betanzos Salazar**, por tal motivo damos la aprobación por escrito para continuar con los tramites correspondientes para su titulación.

Sin otro particular , reciba un cordial saludo.

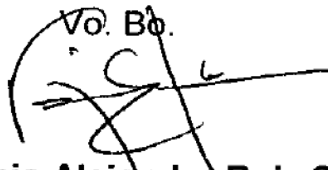
ATENTAMENTE

  
**Dr. Hugo Alejandro Guillén Trujillo**  
Director del proyecto Terminal

Vo. Bo.

  
**Dra. Daisy Escobar Castillejos**  
Secretaria de tesis

Vo. Bo.

  
**Dr. Janio Alejandro Ruiz Sibaja**  
Asesor de tesis

C.c.p. Dr. Ricardo Gabriel Suarez Gómez.  
C.c.p. Lic. Carolina Vázquez Martínez, responsable del área de titulación de la Facultad.  
C.c.p. Archivo.

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas  
28 de Junio de 2017.  
OFICIO F.I. 02 489/17

**C.PASANTE**  
**JOSE ANTONIO BETANZOS SALAZAR**  
**PRESENTE**

En atención a su solicitud de titulación mediante la modalidad de tesis (proyecto terminal) considerada en el plan de estudios 2007 de la licenciatura de Ingeniería Civil, me es grato informarle que, según el dictamen del comité de titulación, es aceptado bajo el siguiente contenido.

**Título: "SISTEMA DE BOMBEO SOLAR ALTERNATIVO ADAPTADO A UNA UNIDAD DE VIVIENDA BASICA DE FONHAPO"**

Contenido

### **1 ANTECEDENTES**

- 1.1 Introduccion
- 1.2 Antecedentes
- 1.3 Justificacion
- 1.4 Objetivo General
- Objetivo Particular

### **CAPITULO 2 MEDIO FISICO Y SOCIOECONOMICO DE LA REGION**

- 2.1 Región Xiv Tulijá Tzeltal – Chol
  - 2.1.1 Ubicación Geográfica
  - 2.1.2 Características Socioeconómicas

Educación

Economía

Ubicación Geográfica

Clima

Hidrografía.

Vegetaciónyuso Del Suelo

Población

Actividades Económicas

Educación

Salud



### CAPITULO 3 VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURIDICOS Y NORMATIVOS

#### 3.1 Normas Ance

3.1.1 Objetivo Y Campo De Aplicación (Nmx-J-643/1-Ance-2011)

3.1.2 Objetivo Y Campo De Aplicación (Nmx-J-643/3-Ance-2011)

3.1.3 Objetivo Y Campo De Aplicación(Nmx-J-643/5-Ance-2011)

3.1.4 Objetivo Y Campo De Aplicación(Nmx-J-643/9-Ance-2011)

3.1.5 Objetivo Y Campo De Aplicación (Nmx-J-643/10-Ance-2011)

#### 3.2 Normatividad Ambiental

##### 3.2.1 Instrumentos Jurídicos

3.2.2 Plan Nacional De Desarrollo 2013-2018

3.2.3 Plan Estatal De Desarrollo Chiapas 2013-2018

3.2.4 Planes O Programas De Ordenamiento Ecológico Que Comprendan El Territorio Estatal.

3.3 Programas De Ordenamiento Ecológico Territorial Decretados En Chiapas.

3.3.1 Regiones Prioritarias De Conservación

3.3.2 Ley General Del Equilibrio Ecológico Y Protección Al Ambiente (Lgeepa)

3.3.3 Reglamento De La Lgeepa En Materia De Impacto Ambiental (Rlmia)

3.3.4 Ley Ambiental Para El Estado De Chiapas

3.3.5 Normas Oficiales Mexicanas

3.3.5.1 Normas Oficiales Mexicanas De La Secretaria Del Medio Ambiente Y Recursos Naturales

3.3.5.2 Emisiones A La Atmosfera

3.3.5.3 Contaminación Por Ruido

3.3.5.4 Protección De Flora Y Fauna

3.3.5.5 Unidades De Gestión Ambiental

### CAPITULO 4 FUNDAMENTOS TEORICOS

#### 4.1 Fundamentos De Tecnología Fotovoltaica

4.1.1 Corriente Producida



- 4.2 Celdas
- 4.3 El Proceso Que Transforma La Luz Del Sol En Electricidad
- 4.4 Módulos Fotovoltaicos
- 4.5 Características Eléctricas De Los Módulos Fotovoltaicos
- 4.6 Tipos De Sistemas Fotovoltaicos
  - 4.6.1 Protección Del Circuito
  - 4.6.3 Tamaño Del Conductor Del Electrodo De Tierra
  - 4.6.4 Punto De Conexión
  - 4.6.5 Protección Del Sistema De Corriente Directa
  - 4.6.6 Irradiancia E Insolación
- 4.7 Irradiancia E Insolación (Tomando 6 Hsp En Este Ejemplo) En Un Día Despejado
  - 4.7.1 Factores Que Afectan El Recurso Solar
  - 4.7.2 Balance Radioactivo Del Sistema Tierra-Atmosfera
- 4.8 La Irradiancia Solar Es La Potencia De Radiación Por Unidad De Area
  - 4.8.1 Influencia De Las Nubes Sobre La Radiación Solar
  - 4.8.2 Trayectoria Solar Diaria Y Anual A Unos 20 Grados De Latitud
- 4.9 Las Instalaciones Eléctricas En Los Sistemas Eléctricos
  - 4.9.1 Eficiencia De La Batería
  - 4.9.2 Eficiencia En Amperes-Hora
  - 4.9.3 La Eficiencia En Watts-Hora
  - 4.9.4 Conexión En Serie Y Paralelo De Baterías
  - 4.9.5 Conexión En Serie
  - 4.9.6 El Voltaje De Circuito Abierto
  - 4.9.7 Mediciones De Voltaje De Circuito Abierto
  - 4.9.8 Ciclo De Vida De Una Batería
  - 4.9.9 Diodos



### CAPITULO 5 ECUACIONES PARA EL DISEÑO

#### 5.1 Dotación

##### 5.1.1 Fluctuación Del Consumo Doméstico

##### 5.1.2 Variaciones

##### 5.1.3 Gastos De Diseño

##### 5.1.4 Gasto Máximo Diario

#### 5.2 Pérdidas Por Fricción.

##### 5.2.1 Formula De Darcy-Weisbach

##### 5.2.2 Fórmula De Kozeny

##### 5.2.3 Fórmula De Hazen William

##### 5.2.4 Fórmula De Chezy

##### 5.2.5 Formula De Manning

#### 5.3 Dimensionamiento De Sistema De Bombeo Solar Alternativo

##### 5.3.1 amperes-Hora Promedio Por Hora

##### 5.3.2 Baterías En Paralelo

##### 5.3.3 No. De Baterías En Serie

##### 5.3.4 No. Total De Baterias

#### 5.4 Determinacion Del Tamaño Del Arreglo Fotovoltaico

#### 5.5 Calculo Del Controlador Del Sistema:

### CAPITULO 6 PROPUESTA DEL SISTEMA DE BOMBEO SOLAR ALTERNATIVO

#### 6.1 Propuesta De Sistema De Bombeo Solar Alternativo

##### 6.1.1 Determinacion Del Tamaño Del Arreglo Fotovoltaico

##### 6.1.2 Calculo Del Controlador Del Sistema:

#### 6.2 Repuesto De Bomba Propuesto Para Dicho Sistema Solar

##### 6.2.1 Panel Solar 100 W

##### 6.2.2 Batería De Ciclo Profundo 90 A-H



6.2.3 Controlador Solar De 10 A

6.3 Datos Generales Poblacionales:

6.4 Dotación En Función Del Clima Y Clase Socioeconómica

6.4.1 Variaciones

6.4.2 Consumo Litros Por Habitantes Por Día

6.5 Gasto Máximo Diario

6.5.1 Valores De Coeficiente De Variación

6.6 Propuesta De Tubería Para Unidad De Vivienda Basica

6.6.1 Tubería Cpvc

6.6.2 Vista En Planta

6.6.3 Vista Eje 1-2

6.6.4 Diámetro Teórico

6.6.5 Velocidad Del Flujo En La Tubería.

6.6.6 Velocidad En Los Diferentes Posibles Diámetros Comerciales.

6.6.7 Pérdidas Por Fricción

6.6.8 Potencia Requerida

## CAPITULO 7 RESULTADOS DE PRUEBA DE SISTEMA ALTERNATIVO DE BOMBEO SOLAR

7.1 Resultados De Prueba De Sistema Alternativo De Bombeo Solar

7.1.1 Bajo La Fórmula De La Continuidad

7.1.2 Resultados De Prueba Solar

7.2 Cantidad De Horas Solares Pico

7.3 Horas De Uso Al Dia De La Bomba

7.3.1 Dato De Corriente Necesaria De Nuestro Prototipo

7.4 Calcula De Horas De Uso Al Dia Para Enero

7.5 Promedio-Gasto.

7.6 Volumen Total Producida

7.7 Dias En Que Se Llenara La Bateria



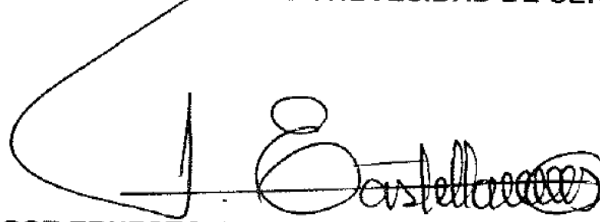


- 7.8 Porcentaje De Batería Almacenado Por Día
- 7.9 Numero De Dias De Vida Util De La Batería
- 7.9.1 Grafico Altura Vs Gasto
- 7.9.2 Fotos De Prueba
- 7.9.3 Recipiente Con Capacidad Para Parametrizar En Mililitros
- 7.9.4 Colocación De Positivo Y Negativo De La Bomba A La Batería

### CAPITULO 8 CONCLUSION Y RECOMENDACIONES

- 8.1 Conclusiones
- 8.2 Recomendaciones
- 8.3 Bibliografia
- 8.4 Páginas Web Apa

ATENTAMENTE  
"POR LA CONCIENCIA DE LA NECESIDAD DE SERVIR"



M.I. JOSE ERNESTO CASTELLANOS CASTELLANOS  
DIRECTOR DE LA  
DIRECCIÓN DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

C.c.p.Lic. Carolina Vázquez Martínez. - Responsable Del Área De Titulación  
C.C.P. Archivo.  
JECC/CVM/ijl



# INDICE

## Contenido

CAPITULO 1 ANTECEDENTES.....	14
1.1 INTRODUCCION.....	21
1.2 ANTECEDENTES.....	22
1.3 JUSTIFICACION.....	23
1.4 OBJETIVO GENERAL.....	24
OBJETIVO PARTICULAR.....	24
CAPITULO 2 MEDIO FISICO Y SOCIOECONOMICO DE LA REGION.....	19
2.1 Región XIV Tulijá Tzeltal – Chol.....	26
2.1.1 Ubicación Geográfica.....	28
2.1.2 Características Socioeconómicas.....	30
Educación.....	32
Economía.....	45
Ubicación Geográfica.....	46
Clima.....	47
Hidrografía.....	47
Vegetación y uso del suelo.....	48
Población.....	49
Actividades Económicas.....	52
Educación.....	53
Salud.....	54
CAPITULO 3 VINCULACION CON LOS ORDENAMIENTOS JURIDICOS Y NORMATIVOS.....	49
3.1 NORMAS ANCE.....	57
3.1.1 Objetivo y campo de aplicación (NMX-J-643/1-ANCE-2011).....	57
3.1.2 Objetivo y campo de aplicación (NMX-J-643/3-ANCE-2011).....	58
3.1.3 Objetivo y campo de aplicación(NMX-J-643/5-ANCE-2011).....	58
3.1.4 Objetivo y campo de aplicación(NMX-J-643/9-ANCE-2011).....	59
3.1.5 Objetivo y campo de aplicación (NMX-J-643/10-ANCE-2011).....	59
3.2 NORMATIVIDAD AMBIENTAL.....	60
	10

3.2.1 Instrumentos jurídicos .....	60
3.2.2 Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 .....	61
3.2.3 Plan Estatal de Desarrollo Chiapas 2013-2018 .....	62
3.2.4 Planes o programas de ordenamiento ecológico que comprendan el territorio estatal. .....	64
3.3 Programas de Ordenamiento Ecológico Territorial Decretados en Chiapas.....	69
3.3.1 Regiones prioritarias de conservación.....	71
3.3.2 Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) .....	71
3.3.3 Reglamento de la LGEEPA en Materia de Impacto Ambiental (RLMIA) .....	72
3.3.4 Ley Ambiental para el Estado de Chiapas.....	72
3.3.5 Normas oficiales mexicanas.....	73
3.3.5.1 NORMAS OFICIALES MEXICANAS DE LA SECRETARIA DEL MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES .....	73
3.3.5.2 EMISIONES A LA ATMOSFERA .....	74
3.3.5.3 CONTAMINACIÓN POR RUIDO .....	75
3.3.5.4 PROTECCIÓN DE FLORA Y FAUNA.....	75
3.3.5.5 UNIDADES DE GESTIÓN AMBIENTAL .....	76
CAPITULO 4 FUNDAMENTOS TEORICOS.....	71
4. 1 Fundamentos de tecnología fotovoltaica .....	79
4.1.1 Corriente Producida .....	81
4.2 Celdas .....	84
4. 3 EL PROCESO QUE TRANSFORMA LA LUZ DEL SOL EN ELECTRICIDAD.....	85
4.4 Módulos fotovoltaicos.....	85
4.5 Características eléctricas de los módulos fotovoltaicos.....	86
4.6 Tipos de sistemas fotovoltaicos .....	89
4.6.1 Protección del circuito.....	91
4.6.3 Tamaño del conductor del electrodo de tierra.....	92
4.6.4 Punto de conexión.....	93
4.6.5 Protección del sistema de corriente directa .....	94
4.6.6 Irradiancia e insolación .....	94
4. 7 IRRADIANCIA E INSOLACION (TOMANDO 6 HSP EN ESTE EJEMPLO) EN UN DIA DESPEJADO .....	97

4.7.1 FACTORES QUE AFECTAN EL RECURSO SOLAR .....	97
4.7.2 BALANCE RADIOACTIVO DEL SISTEMA TIERRA-ATMOSFERA .....	98
4.8 LA IRRADIANCIA SOLAR ES LA POTENCIA DE RADIACION POR UNIDAD DE AREA.....	101
4.8.1 INFLUENCIA DE LAS NUBES SOBRE LA RADIACION SOLAR .....	101
4.8.2 TRAYECTORIA SOLAR DIARIA Y ANUAL A UNOS 20 GRADOS DE LATITUD .....	103
4.9 Las instalaciones eléctricas en los sistemas eléctricos .....	106
4.9.1 Eficiencia de la Batería .....	108
4.9.2 Eficiencia en amperes-hora .....	108
4.9.3 La eficiencia en watts-hora .....	108
4.9.4 Conexión en serie y paralelo de baterías.....	109
4.9.5 Conexión en serie.....	109
4.9.6 El voltaje de circuito abierto.....	110
4.9.7 Mediciones de voltaje de circuito abierto .....	110
4.9.8 Ciclo de vida de una batería .....	111
4.9.9 Diodos .....	111
CAPITULO 5 ECUACIONES PARA EL DISEÑO.....	105
5.1 Dotación .....	113
5.1.1 Fluctuación del consumo doméstico .....	114
5.1.2 Variaciones .....	115
5.1.3 Gastos de diseño .....	116
5.1.4 Gasto máximo diario .....	116
5.2 Pérdidas por fricción.....	119
5.2.1 Formula de Darcy-Weisbach .....	119
5.2.2 Fórmula de Kozeny .....	119
5.2.3 Fórmula de Hazen William.....	120
5.2.4 Fórmula de Chezy .....	120
5.2.5 Formula de manning.....	120
5.3 DIMENSIONAMIENTO DE SISTEMA DE BOMBEO SOLAR ALTERNATIVO .....	123
5.3.1 Amperes-Hora Promedio Por Hora.....	124
5.3.2 Baterías en paralelo .....	124

5.3.3 No. De baterías en serie.....	124
5.3.4 No. total de Baterías .....	124
5.4 DETERMINACION DEL TAMAÑO DEL ARREGLO FOTOVOLTAICO .....	125
5.5 CALCULO DEL CONTROLADOR DEL SISTEMA: .....	125
CAPITULO 6 PROPUESTA DEL SISTEMA DE BOMBEO SOLAR ALTERNATIVO.....	119
6.1 Propuesta de sistema de bombeo solar alternativo .....	130
6.1.1 DETERMINACION DEL TAMAÑO DEL ARREGLO FOTOVOLTAICO .....	131
6.1.2 CALCULO DEL CONTROLADOR DEL SISTEMA: .....	131
6.2 REPUESTO DE BOMBA PROPUESTO PARA DICHO SISTEMA SOLAR .....	132
6.2.1 PANEL SOLAR 100 W .....	133
6.2.2 Batería de ciclo profundo 90 A-h .....	135
6.2.3 Controlador solar de 10 A.....	138
6.3 Datos Generales Poblacionales: .....	147
6.4 Dotación en función del clima y clase socioeconómica .....	147
6.4.1 Variaciones.....	147
6.4.2 Consumo Litros por Habitantes por día .....	148
6.5 Gasto máximo diario .....	149
6.5.1 Valores de coeficiente de variación .....	150
6.6 PROPUESTA DE TUBERIA PARA UNIDAD DE VIVIENDA BASICA .....	150
6.6.1 Tubería CPVC .....	151
6.6.2 Vista en planta.....	151
6.6.3 Vista eje 1-2 .....	152
6.6.4 Diámetro Teórico .....	153
6.6.5 Velocidad del flujo en la tubería.....	154
6.6.6 Velocidad en los diferentes posibles diámetros comerciales.....	155
6.6.7 Pérdidas por fricción.....	156
6.6.8 Potencia requerida .....	159
CAPITULO 7 RESULTADOS DE PRUEBA DE SISTEMA ALTERNATIVO DE BOMBEO SOLAR.....	153
7.1 RESULTADOS DE PRUEBA DE SISTEMA ALTERNATIVO DE BOMBEO SOLAR....	162
7.1.1 Bajo la fórmula de la continuidad: .....	162
7.1.2 RESULTADOS DE PRUEBA SOLAR.....	165

7.2 CANTIDAD DE HORAS SOLARES PICO .....	166
7.3 HORAS DE USO AL DIA DE LA BOMBA .....	167
7.3.1 Dato de corriente necesaria de nuestro prototipo: .....	168
7.4 CALCULA DE HORAS DE USO AL DIA PARA ENERO .....	169
7.5 PROMEDIO-GASTO.....	170
7.6 VOLUMEN TOTAL PRODUCIDA.....	171
7.7 DIAS EN QUE SE LLENARA LA BATERIA.....	172
7.8 PORCENTAJE DE BATERÍA ALMACENADO POR DÍA.....	173
7.9 NUMERO DE DIAS DE VIDA UTIL DE LA BATERIA.....	174
7.9.1 Grafico Altura vs Gasto.....	178
7.9.2 Fotos de Prueba .....	179
7.9.3 Recipiente con capacidad para parametrizar en mililitros .....	181
7.9.4 Colocación de Positivo y Negativo de la Bomba a la Batería .....	182
CAPITULO 8 CONCLUSION Y RECOMENDACIONES.....	177
8.1 Conclusiones.....	184
8.2 Recomendaciones .....	185
8.3 BIBLIOGRAFIA.....	187
8.4 Páginas WEB APA.....	187

## INDICE DE FÓRMULAS

Ecuación 1 Dotacion Media Anual.....	115
Ecuación 2 Consumo Medio Diario Anual.....	116
Ecuación 3 Gasto Medio Diario Anual .....	116
Ecuación 4 Gasto maximo Diario.....	116
Ecuación 5 Gasto Maximo Horario .....	117
Ecuación 6 Volumen Maximo Diario .....	118
Ecuación 7 Gasto de Bombeo .....	118
Ecuación 8 Diametro de Conduccion.....	118
Ecuación 9 Formula de Darcy-weisbach.....	119
Ecuación 10 Formula de Kozeny .....	119
Ecuación 11 Formula de Hazen Willian .....	120
Ecuación 13 Formula de Chezy.....	120
Ecuación 14 Fórmula de Manning .....	120
Ecuación 15 Formula de manning Despeje .....	121
Ecuación 16 Formula de Gasto .....	121
Ecuación 17 Formula de Gasto (2).....	121
Ecuación 18 Formula de Gasto (3).....	121
Ecuación 19 Formula de perdidas por friccion(1).....	122
Ecuación 20 Formula de perdidas por friccion(2).....	122
Ecuación 21 Formula de perdidas por friccion(3).....	122
Ecuación 34 Seccion Transversal del conductor .....	123
Ecuación 35 Amperes-hora promedio por dia.....	124
Ecuación 36 No de Baterias en paralelo.....	124
Ecuación 37 No. De baterias en serie .....	124
Ecuación 38 No. Total de las baterias .....	124
Ecuación 39 I pico arreglo .....	125
Ecuación 40 No. De modulos en paralelos .....	125
Ecuación 41 No. De baterias en serie .....	125
Ecuación 42 No. Total de modulos .....	125
Ecuación 43 Icc arreglo .....	125
Ecuación 44 Calculo del inversor.....	126
Ecuación 45 Maxima Potencia .....	126
Ecuación 46 Horas del prototipo.....	126
Ecuación 47 Numero de Dias .....	127
Ecuación 48 Porcentaje de Cargar Por Dia .....	127
Ecuación 49 Num. Dias Trabajo .....	127

Ecuación 50 Años de uso trabajando diario.....	128
Ecuación 51 Produccion Porcentual de Exceso.....	128

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 La estructura de la población en la región se encuentra distribuida como indicada	30
Tabla 2 Matriculas Escolares.....	32
Tabla 3 Personal Docente .....	33
Tabla 4 Indicadores de Desempeño .....	35
Tabla 5 Indicadores de Alfabetismo.....	36
Tabla 6 Indicadores de Cultura.....	37
Tabla 7 Estudios realizados por INEGI.....	38
Tabla 8 Empleo .....	40
Tabla 9 Agricultura .....	41
Tabla 10 Empleo .....	42
Tabla 11 Economía .....	45
Tabla 12 Población.....	50
Tabla 13 Estructura de la Población indígena, del municipio de Yajalón, Chiapas.....	51
Tabla 14 Estadística educación y cultura, del municipio de Yajalón .....	53
Tabla 15 Población derechohabiente en el municipio de Yajalón .....	54
Tabla 16 Viviendas particulares que cuentan con servicios básicos y/o otras disposiciones	54
Tabla 17 Eficiencia VS Voltaje de una batería de ciclo profundo .....	83
Tabla 18 Estado de Carga De Una Bateria.....	110
Tabla 19 Dotación de agua potable por clima (lts/hab/día) .....	113
Tabla 20 Fluctuación del consumo doméstico .....	114
Tabla 21 Clasificación de climas por su temperatura.....	114
Tabla 22 Consumo doméstico per cápita.....	115
Tabla 23 Valores de coeficiente de variación .....	118
Tabla 24 Propuesta de sistema de bombeo solar alternativo.....	130
Tabla 25 Ficha técnica: Batería Ciclo Profundo .....	136
Tabla 26 Calculo de la sección transversal del conductor .....	141
Tabla 27 Calculo de diámetro de cable a 3 metros .....	143
Tabla 28 Secciones Graduadas .....	144
Tabla 29 Gasto/velocidad/Área .....	154
Tabla 30 Gasto en m <sup>3</sup> .....	155
Tabla 31 Selección de velocidades de liquido .....	155
Tabla 32 Longitud de la línea de conducción.....	155
Tabla 33 Velocidades altas para generar funcion .....	156
Tabla 34 Gasto al cuadrado .....	157
Tabla 35 Perdidas por conducción .....	157
Tabla 36 Tabla de pérdidas del 15 % .....	157



Tabla 37 Pérdidas Totales.....	158
Tabla 38 Carga Dinámica total .....	158
Tabla 39 Altura de Aspiracion.....	158
Tabla 40 Pérdidas .....	159
Tabla 41 Potencia Requerida .....	160
Tabla 42 Datos para el sistema de bombeo .....	160
Tabla 43 Prueba # 1 .....	162
Tabla 44 Prueba # 2.....	162
Tabla 45 Prueba # 3.....	163
Tabla 46 Gasto promedio .....	163
Tabla 47 Resultados de efectividad de nuestro sistema de bombeo solar alternativo.....	165
Tabla 48 Cantidad de Horas Solares Pico .....	166
Tabla 49 Horas de uso al día de la bomba de acuerdo a la cantidad de energía solar generada por el sol.....	167
Tabla 50 Calculo de Horas de uso al día para el caso enero.....	169
Tabla 51 Promedio-Gasto.....	170
Tabla 52 Volumen total producido de acuerdo al mes y cantidad de energía solar producida por la estación.....	171
Tabla 53 Días en se supone se llenaría la batería si supusiéramos que esta se encontrara vacía .....	172
Tabla 54 Porcentaje de batería almacenado por día .....	173
Tabla 55 Número de días de vida útil de la batería con solo la bomba .....	174
Tabla 56 número de años de vida útil de la batería .....	175
Tabla 57 Producción porcentual producida con respecto a la capacidad de requerida del Rotoplas .....	176
Tabla 58 Gasto Vs Altura .....	177

## INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Región económica de Chiapas .Región XIV tulija Tzeltal Chol .....	26
Ilustración 2 Ilustración 3 Región XIV Tulijá Tzeltal Chol .....	27
Ilustración 4 Ubicación del municipio de Yajalon,Chiapas. ....	47
Ilustración 5 Principales Ríos del municipios de Ya jalón, Chiapas.....	48
Ilustración 6 Vegetación y uso del suelo presente en el municipio de Ya jalón. ....	49
Ilustración 7 Funcionamiento de Celda.....	80
Ilustración 8 Voltaje Generado .....	80
Ilustración 9 Sistema Completo Fotovoltaico .....	82
Ilustración 10 Célula fotovoltaica .....	84
Ilustración 11 Orden Celular .....	84
Fuente: 12 <a href="http://slideplayer.es/slide/20283/">http://slideplayer.es/slide/20283/</a> .....	84
Ilustración 13 Efectos de la irradiancia .....	87
Ilustración 14 Efecto de la temperatura en los paneles solares .....	88
Ilustración 15 Sistema fotovoltaico autonomo.....	89
Ilustración 16 HSP en México.....	95
Ilustración 17 Distribucion de Energia producida en el panel durante el dia .....	96
Ilustración 18 Flujos de energía terrestre.....	97
Ilustración 19 Flujo de energia.....	99
Ilustración 20 Rayos UV .....	99
Ilustración 21 Celula Solar.....	100
Ilustración 22 Radiación Solar .....	101
Ilustración 23 Posicionamiento Solar.....	102
Ilustración 24 Potencia solar.....	103
Ilustración 25 Incidencia Solar .....	104
Ilustración 26 Incidencia Latitud .....	105
Ilustración 27 Corriente electrica .....	107
Ilustración 28 Esquema Eléctrica.....	132
Ilustración 29 Repuesto de Bomba.....	132
Ilustración 31 bateria .....	135
Ilustración 32 Controlador electrico .....	138
Ilustración 33 Grafica Sección mm2 Vs Longitud del cable.....	145
Ilustración 34 Grafico de Relación # Cable vs longitud .....	146
Ilustración 35 Datos Generales Poblacionales.....	147
Ilustración 36 Temperatura Promedio.....	147
Ilustración 37 Consumo Doméstico Per Capita.....	147
Ilustración 38 Determinación del consumo, litros por habitante por día .....	148
Ilustración 39 Coeficientes de Variacion .....	150
Ilustración 40 Propuesta de instalación de tubería c.p.v.c. ....	151

Ilustración 41 Vista aérea: Tanque Rotoplas .....	152
Ilustración 42 Instalacion hidraulica .....	153
Ilustración 43 Diámetros Comerciales .....	154
Ilustración 44 Manning .....	156
Ilustración 45 Potencia de Bomba .....	159
Ilustración 46 Datos de la NASA.....	164
Ilustración 47 Altura vs Gasto.....	178
Ilustración 48 instalación de Bomba .....	179
Ilustración 49 Medición con recipiente graduado .....	181
Ilustración 50 Colocación de Cablearía .....	182
Ilustración 51 Prueba de batería.....	183

## CAPITULO I

## ANTECEDENTES

### 1.1 INTRODUCCIÓN

Las propuestas de bombeo de agua en el estado, dependen en gran medida de factores a tomar en cuenta, uno es el económico ya que una bomba de agua eléctrica, se encuentra en costos un tanto elevados, otro factor muy importante sumado es la falta de acceso a la energía eléctrica, sin este último no servirían de nada cualquier equipo eléctrico en posesión, y es por eso que hay que tomar muy en cuenta el factor energético como parte vital de nuestro sistema.

Según el censo del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) de 2015, Chiapas tiene con 5,217,908 habitantes, siendo el séptimo de los Estados más poblados de México, a datos del 2015, en Chiapas hay 1,238,565 viviendas particulares, el 2.5 % no cuenta con acceso a la red eléctrica, que en cifras eso se remonta a 30 964 viviendas, si el promedio de habitantes por vivienda es de 4 basado en el INEGI, tendríamos un total de 123, 856 habitantes solamente en el estado Chiapas que no cuentan con este servicio básico, la energía eléctrica.

Chiapas registro el mayor incremento en el precio de la electricidad en el país, durante noviembre de 2013 al ser de 45.8 por ciento anual, seguido de Tabasco con 40.6 por ciento, de acuerdo con datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), en el caso de Chiapas este fue su mayor incremento desde diciembre de 2011.

Las condiciones anteriores no son nada positivas para el estado ya que un número elevado de población sin acceso a la energía por condiciones de servicio y otro que es el elevado crecimiento anual a nivel nacional del costo de la energía en el estado, son factores excelentes para que la energía eléctrica en Chiapas se convierta en un verdadero problema de acceder para aquellos quienes no cuentan con el servicio y las condiciones precarias de la economía lo impiden.

Los sistemas manuales, tiene la ventaja de poderse emplear en cualquier lugar, igualmente no tienen la oportuna garantía de alguien garantice el esfuerzo físico mayor a 6 horas diarias, para demandas superiores.

Por su parte los sistemas de bombeo de molino de agua son costosos aún más elevados que los de las bombas eléctricas que hay en el mercado, pero estos por su parte proveen gran cantidad de agua para la necesidad.

Por lo que es importante tener en cuenta un sistema cuyas características sean: ser accesibles a la economía, adaptable a las características de energía eléctricas del lugar y finalmente tenga una automatización, con esto último me refiero a que no necesite la presencia física de más de 5 horas por día.

Una realidad de aliento es que para el 2024, el 35% de electricidad producida en el país vengan de fuentes limpias, lo aseguró a principios de año el secretario de Energía, Pedro Joaquín Coldwell, posibilitando aún más el acceso de sistemas de bombeo en lugares donde la energía eléctrica aun no es una realidad.

### 1.2 ANTECEDENTES

FONHAPO es el Fideicomiso Fondo Nacional de Habitaciones Populares.

A través del programa Apoyo a la Vivienda, el FONHAPO otorga subsidios a hogares en situación de pobreza para que adquieran, construyan, amplíen y mejoren sus viviendas.

¿Qué es un hogar con ingresos por debajo de la línea de bienestar y con carencia de calidad y espacios en la vivienda? Un hogar mexicano con ingresos por debajo de la línea de bienestar y con carencia de calidad y espacios en la vivienda, es aquel cuyos integrantes no pueden adquirir la totalidad de los productos de consumo de la canasta alimentaria y canasta no alimentaria, ya sea en el ámbito rural o en el ámbito urbano. Además, en la vivienda habitan más de 3 personas por cuarto, y los materiales con los que están contruidos los pisos, techos y muros no son resistentes o adecuados.

En Chiapas existen gran cantidad de posibilidades de apoyo a través de FONHAPO, cada año se destinan estos apoyos a personas.

Chiapas ocupa el primer lugar en pobreza extrema del país –el 76.2 por ciento de su población- según cifras del Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) que afirman que, en contraste, el estado disminuyó el número de las familias en extrema pobreza.

Frente a esas cifras, que apuntan que en México 55.3 millones de personas viven en precariedad, la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) asegura que la pobreza se redujo en un tres por ciento.

De acuerdo con el estudio del CONEVAL, la pobreza extrema en el país disminuyó. De 11.5 millones de mexicanos en 2012, a 11.4 millones el año pasado.

Ante ello, la SEDESOL emitió un comunicado en el que presumen cifras respecto a la disminución de la pobreza en las familias.

Conjuntamente el fondo de vivienda aunado a las condiciones precarias en el estado, la federación ha intervenido a beneficio de la población

chiapaneca, con la implementación de unidades de vivienda básica, dichos proyectos que buscan una igualdad entre las condiciones de vivienda de la población.

### 1.3 JUSTIFICACIÓN

El programa de unidad básica de vivienda, está contemplada para cubrir las necesidades básicas de los pobladores en las zonas indígenas del país, la vivienda tiene una superficie de 47.31 m<sup>2</sup> de construcción. Para su ejecución los beneficiarios proponen el terreno con su plataforma.

La vivienda consta de un área de estancia comedor, 2 recamaras, cocina, baño completo y un área para el lavadero.

Según fuentes de Proyecto de Vivienda 2016

Dicha iniciativa se encuentra bien equipada con respecto a sus necesidades básicas, cabe mencionar que la siguiente tesis profundiza en una, pequeña y significativa situación; el bombeo dentro de dicho proyecto.

El bombeo, es una de las situaciones en las que no se ahonda, como parte de dicho proyecto.

Sin embargo considero que es una de las más importantes, y más aún si este cuenta con la característica de ser independiente de los sistemas convencionales de electricidad de red.

La autonomía es una de las características de nuestro debido a que este se alimenta principalmente de energía solar en 100 % de sus necesidades energéticas.

Posición afortunada en el mapa

Este es una más de las justificantes, puesto que el hecho de tener una posición del país con respecto a otros ubicados en el globo nos aventajan de manera positiva tal y como lo muestra el mapa:

La zona norte del país es de las más soleadas del mundo, la mitad del territorio nacional presenta una insolación promedio de 5.3 KWh por metro cuadrado al día.

El bombeo de acuerdo a sus necesidades y posibilidades

La cantidad de agua requerida no es suficiente para indicar el tamaño y el costo del sistema de bombeo. Es importante de antemano conocer la carga dinámica total, misma que depende de la profundidad de bombeo, la altura de descarga y la carga que se tiene por la interacción que hay entre el líquido y el tubo rugoso, como accesorios.

Para obtener un buen resultado, el agua no debe exceder en costo al producto al que se está utilizando. El ciclo hidráulico nos permite saber cuál es la tecnología más segura. Para demandas menores los sistemas de bombeo fotovoltaico son los más apropiados. La siguiente grafica muestra la relación que hay de acuerdo a cada tecnología, la carga dinámica bajo la cual trabaja y su relación directa con la cantidad de agua que garantiza.

### 1.4 OBJETIVO GENERAL

El objetivo principal de este trabajo es plantear un sistema de bombeo fotovoltaico que tenga uso práctico para necesidades básicas de bombeo en el proyecto de vivienda básica entre los beneficiarios, para este caso nos centraremos en el municipio de Yajalón, Chiapas. Sus características, deben ser, austero, útil ante la instalación y uso de los beneficiarios del programa y como parte del efecto acción-causa generar una posibilidad aun mayor de implementarse como parte esencial y eje ecotécnico del proyecto.

### OBJETIVO PARTICULAR

A lo que debo citar lo siguiente:

- Utilizar bombas que se utilizan para equipos automotrices comúnmente, en el caso de esta investigación se plantea usar bombas del tanque de gasolina aplicado al caso de estudio.
- Adecuar a las características solares del estado, para que en todo caso este tenga funcionalidad la mayor parte del año.
- Ofrecer un gasto que cubra las necesidades específicas para cual, está siendo propuesto en el campo de aplicación.
- Establecer la gráfica altura de succión-gasto de dicho sistema.



## CAPITULO II

### MEDIO FÍSICO Y SOCIOECONÓMICO DE LA REGIÓN

El medio físico y socioeconómico nos permite conocer aspectos importantes de la región, así como las actividades propias de la población, características económicas y sociales, dentro del medio físico se analizan características fisiográficas de la zona en estudio, tales como; ubicación geográfica, clima, hidrología, uso del suelo y vegetación.

Por otro lado al referirnos al medio socioeconómico se da a conocer las características más generales de los municipios en cuestión conociendo así información en cuanto a la población, vivienda, salud, educación, actividades económicas y servicios públicos(Andres Reyes Tejada, 2013)

### 2.1 Región XIV Tulijá Tzeltal – Chol

La distribución de la población puede ser fraccionada en divisiones territoriales denominadas zonas o regiones, estas son determinadas siguiendo diversos criterios, como lo son: físicos o geográficos, económicos, ambientales, sociales y culturales, la región XIV está conformada por 7 municipios los cuales son; Chilón, Sabanilla, Salto de Agua, Sitalá, Tila, Tumbalá y Yajalón, este último actuando como la cabecera regional.



Ilustración 1 Región económica de Chiapas .Región XIV tulija Tzeltal Chol

Fuente:

([www.chiapas.gob.mx](http://www.chiapas.gob.mx),



Ilustración 2 Ilustración 3 Región XIV Tulijá Tzeltal Chol

Fuente: ([www.chiapas-gob.mx](http://www.chiapas-gob.mx), 2016)

La región XIV Tulijá Tzeltal Chol posee una vasta diversificación cultural; es la séptima región de mayor extensión territorial y la quinta más densamente poblada. Su economía se basa en la ganadería y la agricultura, siendo el maíz y el frijol los más importantes.

Tierra enclavada al norte de Chiapas, con sus imponentes cascadas como Misol-há que por su belleza inigualable es la preferida por los visitantes nacionales y extranjeros, así como Agua Azul, área protegida de reconocimiento internacional, sus cascadas se deben gracias a los afluentes del río Otulún, Shumuljá y Tulijá, que forman cañones no muy profundos con acantilados verticales que dan origen a su agua blanqui azul.



# Universidad Autónoma de Chiapas

## Facultad de Ingeniería C-I



Las características que componen la región registrados según los valores del INEGI, y como los registra la Secretaría de Hacienda, con su Subsecretaría de Planeación y Evaluación son los siguientes:

### 2.1.1 Ubicación Geográfica.

La Región XIV Tulijá Tzeltal colinda al norte con el estado de Tabasco, al este con la Región XIII Maya, al sur con las Regiones V Altos Tzotzil Tzeltal y XII Selva Lacandona y al oeste con la Región VII De Los Bosques. Su territorio ocupa 464,008.11 has, que representan el 6.2% de la superficie estatal, siendo la sexta región de mayor extensión territorial en el estado.

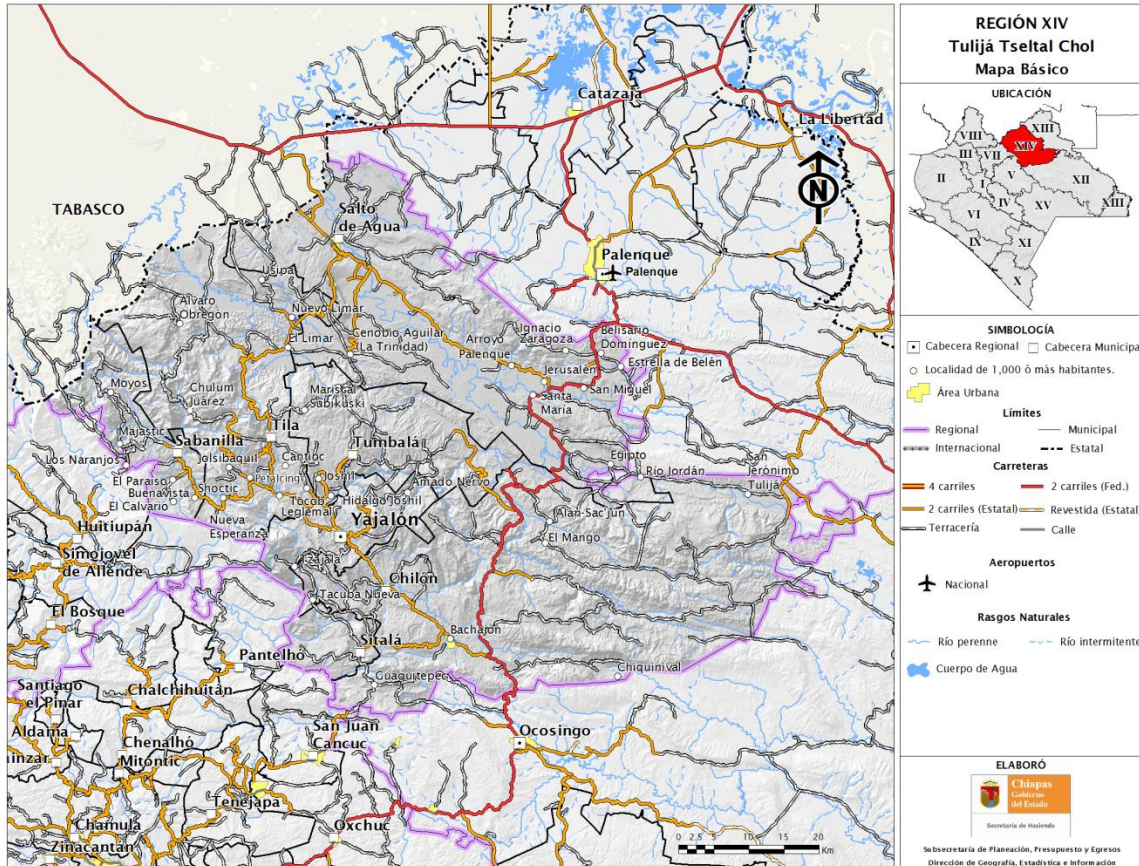


Ilustración 5 Region XIV Tulijá Tzeltal Chol

Fuente: (www.secretariadehacienda.com)



### 2.1.2 Características Socioeconómicas.

- Población

*Tabla 1 La estructura de la población en la región se encuentra distribuida como indicada*

Concepto	Total	%	Hombres	%	Mujeres	%
<b>Población Total</b>	<b>343 446</b>	<b>7.16</b>	<b>170 296</b>	<b>49.58</b>	<b>173 150</b>	<b>50.42</b>
Urbana	69 944	20.37	34 124	48.79	35 820	51.21
Rural	273 502	79.63	136 172	49.79	137 330	50.21
<b>Población por Grupos de Edad de las Principales Localidades</b>						
<b>Yajalón</b>	<b>16 622</b>	<b>4.84</b>				
0 a 14 años	5 117	30.78				
15 a 64 años	10 508	63.22				
65 años y más	857	5.16				
No especificado	140	0.84				
<b>Chilón</b>	<b>7 368</b>	<b>2.15</b>				
0 a 14 años	2 861	38.83				
15 a 64 años	4 014	54.48				
65 años y más	296	4.02				
No especificado	197	2.67				
<b>Tila</b>	<b>7 164</b>	<b>2.09</b>				
0 a 14 años	2 540	35.46				
15 a 64 años	4 180	58.35				
65 años y más	422	5.89				
No especificado	22	0.31				

<b>Salto de Agua</b>	<b>5 199</b>	<b>1.51</b>				
0 a 14 años	1 651	31.76				
15 a 64 años	3 250	62.51				
65 años y más	298	5.73				
No especificado	0	0.00				
<b>Tumbalá</b>	<b>3 227</b>	<b>0.94</b>				
0 a 14 años	1 193	36.97				
15 a 64 años	1 898	58.82				
65 años y más	121	3.75				
No especificado	15	0.46				
<b>Población Según Grandes Grupos de Edad a/</b>	<b>343 446</b>	<b>7.16</b>	<b>170 296</b>	<b>49.58</b>	<b>173 150</b>	<b>50.42</b>
0 a 14 años	137 185	39.94	69 363	50.56	67 822	49.44
15 a 64 años	187 059	54.47	91 125	48.71	95 934	51.29
65 años y más	13 274	3.86	6 842	51.54	6 432	48.46
No especificado	5 928	1.73	2 966	50.03	2 962	49.97
<b>Población Estimada al 2011 Según Grandes Grupos de Edad</b>	<b>354 715</b>	<b>7.71</b>	<b>175 204</b>	<b>49.39</b>	<b>179 511</b>	<b>50.61</b>
0 a 14 años	136 638	38.52	69 081	50.56	67 557	49.44
15 a 64 años	206 678	58.27	100 427	48.59	106 251	51.41
65 años y más	11 399	3.21	5 696	49.97	5 703	50.03
<b>Población Hablante de Lengua Indígena b/</b>	<b>279 891</b>	<b>23.15</b>	<b>138 940</b>	<b>49.64</b>	<b>140 951</b>	<b>50.36</b>
<b>Según Condición de Habla</b>						
Habla Español	174 009	62.17	98 208	56.44	75 801	43.56
No Habla Español	104 328	37.27	39 990	38.33	64 338	61.67

No Especificado	1 554	0.56	742	47.75	812	52.25
<b>Lengua Indígena Hablada</b>						
Tzeltal (Tseltal)	135 478	48.40				
Tzotzil (Tsotsil)	1 997	0.71				
Chol (Ch'ol)	141 891	50.70				
Zoque	13	0.00				
Tojolabal	3	0.00				
Mame (Mam)	0	0.00				
Kanjobal (Q'anjob'al)	0	0.00				
Otras <i>c/</i>	51	0.02				
No Especificada	458	0.16				

*a/ Incluye una estimación de población residente en viviendas sin información de ocupantes. b/ población de 3 años y más que habla alguna lengua indígena. c/ incluye otras lenguas indígenas de México y América. Fuente INEGI .Censo de población y vivienda 2010CONAPO.proyecciones municipales 2006-2030.*

### Educación.

En el caso de la educación, se presentan varias tablas que se refieren a las matriculas escolares, el personal docente, indicadores educativos de desempeño, indicadores de alfabetismo y cultura.

**Tabla 2 Matriculas Escolares**

Concepto	Total	%	Hombres	%	Mujeres	%
<b>Alumnos primaria</b>						
Inscritos totales	65 019	8.30	33 401	51.37	31 618	48.63
Existentes	63 966	8.40	32 845	51.35	31 121	48.65



Aprobados	60 552	8.38	30 848	50.94	29 704	49.06
Egresados	9 244	8.37	4 778	51.69	4 466	48.31
<b>Alumnos secundaria</b>						
Inscritos totales	24 855	8.58	13 309	53.55	11 546	46.45
Existentes	23 802	8.59	12 737	53.51	11 065	46.49
Aprobados	21 984	8.83	11 486	52.25	10 498	47.75
Egresados	7 056	8.55	3 677	52.11	3 379	47.89
<b>Alumnos bachillerato</b>						
Inscritos totales	15 390	8.14	8 876	57.67	6 514	42.33
Existentes	14 583	8.22	8 393	57.55	6 190	42.45
Aprobados	12 214	8.79	7 007	57.37	5 207	42.63
Egresados	3 491	8.39	2 009	57.55	1 482	42.45

Ciclo Escolar 2010-2011.Fin de curso

Fuente: Secretaria de educación del estado. Dirección de Planeacion Educativa

 Comparado con valor Estatal  Comparado con valor de la Variable

**Tabla 3 Personal Docente**

Concepto	Total	%
<b>Personal docente a/</b>	<b>5 455</b>	<b>6.91</b>
Preescolar	1 177	21.58
Primaria	2 584	47.37
	1 062	19.47

Secundaria		
Bachillerato	554	10.16
Nivel superior	78	1.43
<b>Infraestructura</b>	<b>2 015</b>	<b>10.87</b>
Escuelas de preescolar	815	40.45
Escuelas de primaria	959	47.59
Escuelas de secundaria	175	8.68
Escuelas de bachillerato	63	3.13
Escuelas de nivel superior	3	0.15

a/ Incluye personal directivo con un grupo, profesores de educación física, de actividades artísticas , tecnológicas e idiomas .para el CONAFE en preescolar, primaria y secundaria se refiere a instructores comunitarios culturales y/o artesanales.

■ Comparado con valor Estatal    ■ Comparado con valor Municipal

**Tabla 4 Indicadores de Desempeño**

Concepto	Total	Hombres	Mujeres
<b>Primaria</b>			
Tasa de deserción	1.62	1.66	1.57
Tasa de aprobación	94.66	93.92	95.45
Índice de atención a la demanda educativa	114.85	116.97	112.70
Razón alumno/maestro	24.75	N/A	N/A
Tasa de eficiencia terminal	83.08	N/D	N/D
<b>Secundaria</b>			
Tasa de deserción	4.24	4.30	4.17
Tasa de aprobación	92.36	90.18	94.88
Tasa de absorción	95.19	99.41	90.76
Índice de atención a la demanda educativa	90.38	94.62	85.93
Razón alumno/maestro	22.41	N/A	N/A
Tasa de eficiencia terminal	77.27	N/D	N/D
<b>Bachillerato a/</b>			
Tasa de deserción	5.24	5.44	4.97
Tasa de aprobación	83.76	83.49	84.12
Tasa de absorción	93.25	100.85	84.50
Índice de atención a la demanda educativa	61.06	70.46	51.67
Razón alumno/maestro	26.32	N/A	N/A
Tasa de eficiencia terminal	66.47	N/D	N/D

Ciclo Escolar 2010-2011.Fin de Curso. a/ Incluye Profesional Técnico

Tabla 5 Indicadores de Alfabetismo

Concepto	Total	%	Hombres	%	Mujeres	%
<b>Alfabetismo</b>						
Población de 8 a 14 años que sabe leer y escribir	55 855	8.06	28 461	50.96	27 394	49.04
Población de 15 años y más analfabeta	61 596	11.18	20 143	32.70	41 453	67.30
Grado de escolaridad promedio	5.0	N/A	5.8	N/A	4.2	N/A
<b>Asistencia escolar</b>	<b>107 494</b>	<b>7.94</b>	<b>56 029</b>	<b>52.12</b>	<b>51 465</b>	<b>47.88</b>
Población de 5 años	6 704	6.24	3 440	51.31	3 264	48.69
Población de 6 a 11 años	51 679	48.08	26 154	50.61	25 525	49.39
Población de 12 a 14 años	24 144	22.46	12 692	52.57	11 452	47.43
Población de 15 a 24 años	23 099	21.49	12 901	55.85	10 198	44.15
Población de 25 años y más	1 868	1.74	842	45.07	1 026	54.93
<b>Nivel de escolaridad</b>	<b>200 245</b>	<b>6.47</b>	<b>97 920</b>	<b>48.90</b>	<b>102 325</b>	<b>51.10</b>
Población de 15 años y más sin escolaridad	53 469	26.70	17 606	32.93	35 863	67.07
Población de 15 años y más que su máximo nivel es preescolar <b>a/</b>	811	0.41	382	47.10	429	52.90
Población de 15 años y más que su máximo nivel es primaria completa <b>b/</b>	28 532	14.25	15 630	54.78	12 902	45.22
Población de 15 años y más que su máximo nivel es primaria incompleta	46 277	23.11	22 941	49.57	23 336	50.43
Población de 15 años y más que su máximo nivel es secundaria <b>c/</b>	41 326	20.64	23 506	56.88	17 820	43.12
Población de 15 años y más que su máximo nivel es estudios técnicos o comerciales con	62	0.03	27	43.55	35	56.45

primaria terminada						
Población de 15 años y más que su máximo nivel es educación posbásica	29 298	14.63	17 560	59.94	11 738	40.06
Población de 15 años y más con educación no especificada	470	0.23	268	57.02	202	42.98

a/ No incluye a la población que tiene preescolar y avanzó a otros niveles de enseñanza.

b/ No incluye a la población que tiene primaria completa y avanzó a otros niveles de enseñanza.

■ Comparado con valor Estatal ■ Comparado con valor Municipal ■ Comparado con valor de la Variable

c/ No incluye a la población que tiene secundaria y avanzó a otros niveles de enseñanza.

**Fuente:** INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010. Tabulados Básicos.

### Tabla 6 Indicadores de Cultura

<b>Bibliotecas públicas</b>	17	4.24
Personal ocupado	36	5.61
Títulos	54 062	4.20
Libros en existencia	62 053	4.27
Unidades deportivas	2	3.51
Auditorio de usos múltiples	1	4.35
Casas de cultura a/	0	0.00
Teatros	0	0.00
<b>Talleres</b>	0	0.00
Asistentes	0	0.00

Eventos culturales 0 0.00

**Fuente:** INEGI. Anuario Estadístico de Chiapas 2011.

Consejo Estatal para la Cultura y las Artes de Chiapas. Unidad de Planeación.

Instituto del Deporte. Dirección de Desarrollo del Deporte, Área de Planeación.

Datos referidos al 31 de diciembre del 2010. **a/** Comprende casas de cultura administradas por CONECULTA y H. Ayuntamientos.


 Comparado con valor Estatal

Tabla 7 Estudios realizados por INEGI

Población Derechohabiente <b>a/</b>	194 462	7.08	34 277	100.00	N/A	N/A
IMSS	29 488	15.16	29 488	100.00	0	0.00
ISSSTE	4 107	2.11	4 107	100.00	0	0.00
ISSTECH	682	0.35	682	100.00	0	0.00
Seguro Popular <b>b/</b>	153 298	78.83	153 298	100.00	0	0.00

Otras Instituciones <i>c/</i>	6 887	3.54	6 887	100.00	0	0.00
<b>Población Usaria de los Servicios</b>	<b>153 267</b>	<b>3.57</b>	<b>8 918</b>	<b>5.82</b>	<b>144 349</b>	<b>94.18</b>
<b>Médicos</b>						
<b>Personal Médico</b>	<b>199</b>	<b>3.71</b>	<b>16</b>	<b>8.04</b>	<b>183</b>	<b>91.96</b>
<b>Consultas Otorgadas</b>	<b>497 325</b>	<b>1.68</b>	<b>15 046</b>	<b>12.43</b>	<b>106 031</b>	<b>87.57</b>
<b>IMSS</b>	<b>0</b>	<b>0.00</b>	<b>0</b>	<b>0.00</b>	<b>0 f/</b>	<b>0.00</b>
Generales	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Especializadas	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Odontológicas	0	0.00	0	0.00	0	0.00
<b>ISSSTE</b>	<b>9 673</b>	<b>7.99</b>	<b>9 673</b>	<b>100.00</b>	<b>N/A</b>	<b>N/A</b>
Generales <i>d/</i>	9 673	100.00	9 673	100.00	0	0.00
Especializadas	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Odontológicas	0	0.00	0	0.00	0	0.00
<b>ISSTECH</b>	<b>5 373</b>	<b>4.44</b>	<b>5 373</b>	<b>100.00</b>	<b>N/A</b>	<b>N/A</b>
Generales <i>e/</i>	5 282	98.31	5 282	100.00	0	0.00
Especializadas	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Odontológicas	91	1.69	91	100.00	0	0.00
<b>Seguro Popular</b>	<b>106 031</b>	<b>87.57</b>	<b>N/A</b>	<b>N/A</b>	<b>106 031</b>	<b>100.00</b>
Generales	106 031	100.00	0	0.00	106 031	100.00
<b>ISA</b>	<b>376 248</b>	<b>310.75</b>	<b>N/A</b>	<b>N/A</b>	<b>376 248</b>	<b>100.00</b>
Generales	356 627	94.79	0	0.00	356 627	100.00
Especializadas	4 443	1.18	0	0.00	4 443	100.00
Odontológicas	15 178	4.03	0	0.00	15 178	100.00
<b>Servicios Atendidos de Urgencia</b>	<b>10 243</b>	<b>1.60</b>	<b>0</b>	<b>0.00</b>	<b>10 243</b>	<b>100.00</b>

*a/* La suma puede ser mayor al total por aquella población que tiene derecho a este servicio en más de una institución de salud.

*b/* Incluye al Sistema de Protección Social en Salud (SPSS) que coordina la Secretaría de Salud (SSA).

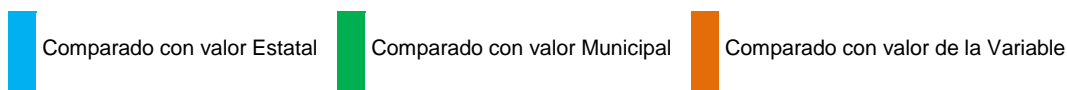
*c/* Incluye Pemex, Defensa o Marina y Privadas.

*d/* Se refiere a la población por municipio de adscripción.

*e/* Distribuida por coordinaciones médicas con sus áreas de influencia.

**Fuente:** INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010.

INEGI. Anuario Estadístico de Chiapas 2011



En el caso del empleo, como se mencionó anteriormente las dos principales actividades productivas que se realizan en la región son la agricultura y la ganadería, debido a las características del terreno, y a ser el único sector que se trabaja a niveles importantes.

En la ganadería, los animales con los que se trabajan son (Tabla 8):

**Tabla 8 Empleo**

Concepto	Total (Miles de Pesos)	%
<b>Total</b>	<b>249 557.80</b>	<b>3.55</b>
Bovinos <b>a/</b>	170 621.40	68.37
Porcinos	65 154.90	26.11
Ovinos <b>b/</b>	973.70	0.39
Aves <b>c/</b>	12 807.80	5.13

**a/** Comprende bovinos para leche, para carne, de doble propósito y para trabajo.

**b/** Comprende ovinos para carne, para lana y doble propósito.



c/ Comprende guajolotes, gallinas, gallos, pollos y pollas, tanto para la producción de carne como de huevo.

**Nota:** Para obtener el valor de la producción de ganado y aves en pie, se considera el precio medio por kilogramo de la especie pagada al productor a pie de rancho o granja. La serie de precios para ganado y aves en pie son ponderados, los cuales se obtienen de dividir la sumatoria de los valores de producción de cada especie, entre la producción total de cada uno.

Todas las cifras son estimadas.

**Fuente:** INEGI. Anuario Estadístico de Chiapas 2011.

 Comparado con valor Estatal  Comparado con valor Municipal

**Tabla 9 Agricultura**

Principales Cultivos	Total	%	Riego	%	Temporal	%
<b>Total</b>	<b>112 058.00</b>	<b>11.98</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>112 058.00</b>	<b>100.00</b>
<b>Cultivos Cíclicos</b>	<b>82 145.00</b>	<b>13.91</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>82 145.00</b>	<b>100.00</b>
Maíz Grano	64 062.00	77.99	0.00	0.00	64 062.00	100.00
Frijol	18 083.00	22.01	0.00	0.00	18 083.00	100.00
Ajonjolí	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cacahuate	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Chile Verde	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Papa	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Sandía	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sorgo Grano	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Soya	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tomate Rojo (Jitomate)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Cultivos Perennes</b>	<b>29 913.00</b>	<b>8.68</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>29 913.00</b>	<b>100.00</b>
Café	29 913.00	100.00	0.00	0.00	29 913.00	100.00
Caña de Azúcar	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mango	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pastos y Praderas en Verde	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Plátano <i>a/</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

*a/* Incluye plátano macho.

**Fuente:** INEGI. Anuario Estadístico de Chiapas 2011.

Comparado con valor Estatal  
 Comparado con valor Municipal  
 Comparado con valor de la Variable

- Superficie que se cosecha (Tabla 10).

### Tabla 10 Empleo

Inscripción en universidades locales, 2005

Universidad	Estudiantes nuevos	Graduados	Cambiar
	<i>Estudiante universitario</i>		




Universidad del Cedro	110	103	+7
Universidad Olmo	223	214	+9
Academia Arce	197	120	+77
Universidad del Pino	134	121	+13
Instituto Roble	202	210	-8

### Graduación

Universidad del Cedro	24	20	+4
Universidad Olmo	43	53	-10
Academia Arce	3	11	-8
Universidad del Pino	9	4	+5
Instituto Roble	53	52	+1
Total	998	908	90

*Origen:* Datos ficticios, solamente a modo de ilustración

**Fuente:** INEGI. Anuario Estadístico de Chiapas 2011.

 Comparado con valor Estatal	 Comparado con valor Municipal	 Comparado con valor de la Variable
---	---	---

- Valor de la producción (Tabla 11).

Principales Cultivos	Total	%	Riego	%	Temporal	%
<b>Total</b>	<b>745 007.23</b>	<b>6.16</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>745 007.23</b>	<b>100.00</b>
<b>Cultivos Cíclicos</b>	<b>413 305.64</b>	<b>8.46</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>413 305.64</b>	<b>100.00</b>
Maíz Grano	308 675.12	74.68	0.00	0.00	308 675.12	100.00
Frijol	104 630.52	25.32	0.00	0.00	104 630.52	100.00
Ajonjolí	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cacahuete	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Chile Verde	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Papa	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sandía	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sorgo Grano	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Soya	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tomate Rojo (Jitomate)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Cultivos Perennes</b>	<b>331 701.59</b>	<b>4.60</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>331 701.59</b>	<b>100.00</b>
Café	331 701.59	100.00	0.00	0.00	331 701.59	100.00
Caña de Azúcar	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mango	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pastos y Praderas en Verde	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Plátano	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Fuente: INEGI. Anuario Estadístico de Chiapas 2011.

■ Comparado con valor Estatal
 ■ Comparado con valor Municipal
 ■ Comparado con valor de la Variable

### Economía


En lo correspondiente a la economía a través de las unidades económicas que se encuentran en la región tenemos (Tabla 12):

**Tabla 11 Economía**

Concepto	Total	%
Unidades Económicas (UE)	3 174	2.44
Personal Ocupado de las UE	7 951	1.93
Remuneraciones Pagadas (Miles de Pesos)	71 722	0.62
Formación Bruta de Capital Fijo (Miles de Pesos)	32 729	0.45
Valor Agregado Censal Bruto (Miles de Pesos)	323 456	0.21

**Nota:** La información se refiere a las unidades económicas del sector privado y paraestatal, que realizaron actividades en 2008.

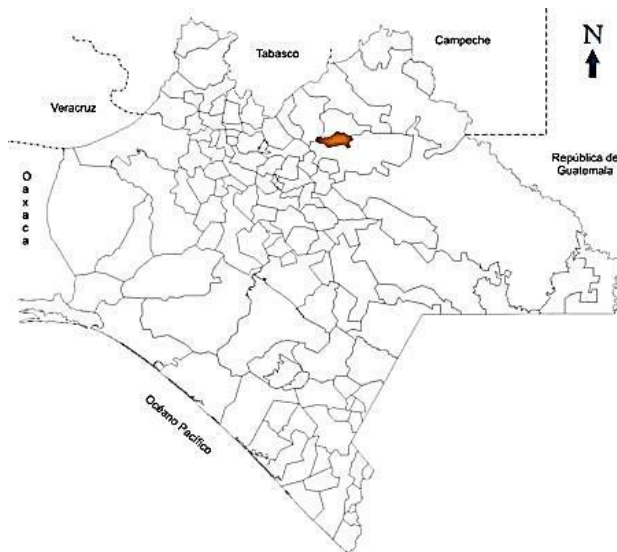
**Fuente:** INEGI. Censos Económicos 2009.

 Comparado con valor Estatal

## 2.2 Yajalón

### *Ubicación Geográfica*

Proveniente del tzeltal “Yashalum”, que significa Tierra Verde y localizado al noroeste del estado de Chiapas, a unos 246 km. de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, capital del estado. Sus coordenadas geográficas son 17° 10' N y 92° 20' W y con una extensión territorial de 162.3 km<sup>2</sup>. Yajalón se encuentra delimitado al norte por los municipios de Tila y Tumbalá, al sur y oriente por el municipio de Chilón y al poniente por los de Sabanilla, Tila y una pequeña porción de Simojovel de Allende. (yajalonchiapas.webcindario.com, 2011).



### Clima.

El clima en el municipio es muy variado debido a los cambios de altitud, pudiéndose encontrar los siguientes: Semicálido húmedo con lluvias en verano, que abarca el 73.89% de la superficie municipal, cálido húmedo con lluvias en verano con el 11.87%, templado húmedo y cálido húmedo; con lluvias todo el año las cuales ocupan el 7.22% 7.01% respectivamente. Los meses más calurosos son Abril y Mayo y los que reciben mayor precipitación son Junio, Agosto y Septiembre. La dirección del viento es de norte a sur y tiene una precipitación pluvial de 2,000 milímetros de promedio anual. (CEIEG, Chiapas, 2010)

### Hidrografía.

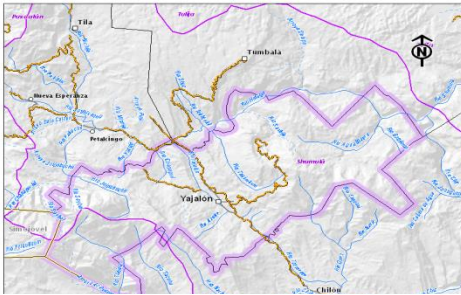
Debido a la precipitación pluvial se originan múltiples arroyos que bajan de las serranías que circulan el municipio, los cuales conforman el río Yajalón que recorre la población de sureste a norte. El río Yajalón se une con el río pulpitillo que viene de la comunidad de Petalcingo y Tila con lo cual conforman un afluente del río hidalgo al río Tulijá, cuyas aguas se vierten en el golfo de México a través del Usumacinta. (yajalonchiapas.webcindario.com, 2011)

*Ilustración 4 Ubicación del municipio de Yajalón, Chiapas.*

Rasgos Naturales

— Río intermitente

— Límite de Subcuenca



*Ilustración 5 Principales Ríos del municipios de Ya jalón, Chiapas*

### Vegetación y uso del suelo.

En el municipio la vegetación es de bosque encino-pino presentándose vegetación secundaria de bosque mesófilo de montaña que abarca un 26.29 % de su territorio; vegetación secundaria de selva perennifolia con el 20.15%; abarcando con el 9.47 % bosque mesófilo de montaña y con el 3.13% del territorio se presenta vegetación secundaria de bosque de coníferas. (CEIEG, 2010)

El uso del suelo en el territorio del municipio se encuentra de la siguiente manera: superficie utilizada para la agricultura de temporal con el 37.91%; superficie de pastizal cultivado con el 2.6% y superficie de zona urbana con el 0.44%.



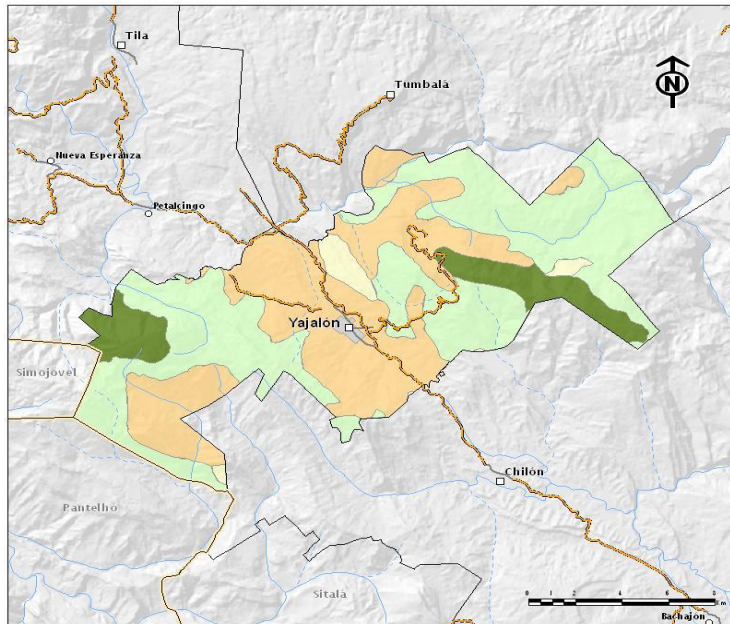


Ilustración 6 Vegetación y uso del suelo presente en el municipio de Ya jalón.

### Población.

El municipio cuenta con una población total de 34,028 habitantes, de los cuales 16,644 son hombres y 17,384 son mujeres. Conformando un total de 7058 hogares con un tamaño promedio de 4.7 habitantes por hogar. Lo anterior de

acuerdo con los datos obtenidos del censo de población y vivienda 2010 y emitido por el INEGI.

En la tabla que se presenta a continuación se observan estadísticas demográficas importantes; tales como nacimientos y defunciones, tomada del contenido de perfiles municipales, de la página web CEIEG.

Información estadística demográfica (Tabla 13).

Tabla 12 Población

Concepto	Total	%
Nacimientos <b>a/</b>	1 115	0.73
Hombres	568	50.94
Mujeres	547	49.06
Defunciones	102	0.54
Hombres	59	57.84
Mujeres	43	42.16
Defunciones de menores de 1 año	6	0.47
Matrimonios	98	0.44
Divorcios	14	0.87
Tasa de Nupcialidad <b>b/</b>	2.78	N/A
Tasa de Divorcialidad <b>c/</b>	0.40	N/A

**a/** Personas registradas en el año de referencia sin considerar su edad.

**b/** Matrimonios por cada 1 000 habitantes.

**c/** Divorcios por cada 10 000 habitantes.

FUENTE: INEGI. Dirección General de Estadística; Dirección General Adjunta

de Integración e Investigación Estadística.

La estructura indígena forma parte importante dentro de las características sociales, de tal forma que es presentado en la siguiente gráfica obtenido de la página estatal CEIEG Chiapas, en la sección perfiles municipales.

Tabla 13 Estructura de la Población indígena, del municipio de Yajalón, Chiapas

Concepto	Total	%	Hombres		Mujeres	
				%		%
Población Indígena b/	21 021	1.85	10 447	49.70	10 574	50.30
Población Hablante de Lengua Indígena c/	17 681	1.85	8 750	49.49	8 931	50.51
Según Condición de Habla						
Bilingüe	13 393	75.75	7 301	54.51	6 092	45.49
Tzeltal	10 635		5 799	54.53	4 836	45.47
Chol	2 701		1 465	54.24	1 236	45.76
Otras d/	57		37	64.91	20	35.09
Monolingüe	4 060	22.96	1 374	33.84	2 686	66.16
Tzeltal	3 269		1 130	34.57	2 139	65.43
Chol	787		243	30.88	544	69.12
Otras d/	4		1	25.00	3	75.00
No Especificado	228	1.29	75	32.89	153	67.11
Tzeltal	204		67	32.84	137	67.16
Chol	24		8	33.33	16	66.67

a/ Incluye una estimación de población residente en viviendas sin información

de ocupantes.

**b/** Incluye a la población de 0 a 4 años que vive en hogares donde el Jefe o Conyugue habla alguna lengua indígena. **c/** Población de 5 años y más que habla algunalengua indígena. **d/** Incluye otras lenguas indígenas de México y América.

FUENTE: INEGI. II Censo de Población y Vivienda 2005.  
Tabulados Básicos.

Estimaciones del Consejo Nacional de Población. Datos 2010. Perfiles municipales 2010, Yajalón. CEIEG

- Actividades Económicas.

### **Sector Primario**

El 47.36% realiza actividades agropecuarias. El porcentaje de este sector en los ámbitos regional y estatal fue de 72.66% y 47.25% respectivamente.

### **Sector Secundario**

El 12.39% de la PEA ocupada laboraba en la industria de la transformación, mientras que en los niveles regional y estatal los porcentajes fueron de 6.03% y 13.24% respectivamente.

### **Sector Terciario.**

El 37.96% de la PEA ocupada se emplea en actividades relacionadas con el comercio o la oferta de servicios a la comunidad, mientras que en los niveles regional y estatal el comportamiento fue de 19.25% y 37.31% respectivamente.

En la percepción de ingresos, en el municipio, se tienen los siguientes resultados: el 41.52% de los ocupados en el sector primario no perciben ingresos y sólo 1.24% reciben más de cinco salarios. En el sector secundario, 5.27% no perciben salario alguno, mientras que 3.10% reciben más de cinco. En el terciario, 4.45% no reciben ingresos y el 10.93% obtienen más de cinco salarios mínimos de ingreso mensual.

### Educación.

Tabla 14 Estadística educación y cultura, del municipio de Yajalón

Concepto	Yajalón	Chiapas
6 y más años	28,558	4,090,611
5 y más años con primaria	12,131	1,881,617
18 y más años con nivel profesional	1,618	282,371
18 y más años con posgrado	80	20,754
Grado promedio de escolaridad de población de 15 y más años	5.8	6.7

Fuente: Censo de población y vivienda 2010, INEGI.

Salud.

Tabla 15 Población derechohabiente en el municipio de Yajalón

Concepto	Yajalón	Chiapas
Población derechohabiente	20,055	2,723,529
Población no derechohabiente	13,004	2,001,532
Derechohabientes en el IMSS	2,116	621,454
Derechohabientes en el ISSSTE	1,430	225,372

Fuente: Censo de población y vivienda 2010, INEGI.

- **Vivienda.**

El número de viviendas particulares es de 7,315 según los datos registrados en el censo de población 2010. A continuación se detalla información estadística relevante a nivel municipio según criterios del INEGI.

*Tabla 16 Viviendas particulares que cuentan con servicios básicos y/o otras disposiciones*

VIVIENDAS PARTICULARES	TOTAL
------------------------	-------

Disponen de agua de la red pública	5,687
Cuentan con energía eléctrica	6,375
Disponen de drenaje	6,090
Con piso diferente de tierra	4,134
Disponen de excusado o sanitario	6,307
Disponen de computadora	658
Disponen de lavadora	1,187
Disponen de refrigerador	2,732
Disponen de televisión	4,593

Fuente. Censo de población y vivienda 2010, INEGI.



# Universidad Autónoma de Chiapas

## Facultad de Ingeniería C-I



### CAPITULO III

## VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS Y NORMATIVOS



### 3.1 NORMAS ANCE

#### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE SEGURIDAD Y FUNCIONAMIENTO DE PROYECTOS E INSTALACIONES DE SISTEMAS FOTOVÓLTICOS

Las fuentes de energía renovables y las tecnologías limpias para generar electricidad se convierten en parte medular de un proceso de transición energética con la publicación de la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética el 28 de noviembre de 2008 y el Reglamento de la citada Ley el 2 de septiembre de 2009, además se resalta la importancia de establecer un programa de normalización en la materia, que provea de las regulaciones y normas necesarias.

En este rubro, ANCE desarrolla y aporta las normas mexicanas para evaluar la eficiencia de los dispositivos y componentes de sistemas fotovoltaicos. El 20 de mayo de 2011 se publicó en el Diario Oficial de la Federación la declaratoria de vigencia de la serie de normas mexicanas NMX-J-643-ANCE, para la evaluación de tal característica en los módulos y dispositivos fotovoltaicos, mismas que se mencionan a continuación.

NMX-J-643/1-ANCE-2011, Dispositivos fotovoltaicos – Parte 1: Medición de la característica corriente-tensión de los dispositivos fotovoltaicos.

#### **3.1.1 Objetivo y campo de aplicación (NMX-J-643/1-ANCE-2011).**

Establece los procedimientos para la medición de las características corriente-tensión de dispositivos fotovoltaicos, con luz solar natural o con un simulador solar. Estos procedimientos son aplicables a una celda solar fotovoltaica individual o un conjunto ensamblado de celdas solares fotovoltaicas que forman un módulo fotovoltaico.

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

NMX-J-643/2-ANCE-2011, Dispositivos fotovoltaicos - Parte 2: Requisitos para dispositivos solares de referencia.

Objetivo y campo de aplicación

Establece las especificaciones para la clasificación, selección, embalaje, marcado, calibración y cuidados de los dispositivos de referencia solares.

Esta norma aplica a los dispositivos de referencia solar que se utilizan para determinar el rendimiento eléctrico de las celdas solares, módulos y arreglos bajo luz solar natural y simulada. Esta Norma Mexicana no aplica a los dispositivos de referencia solares para uso bajo luz solar concentrada.

NMX-J-643/3-ANCE-2011, Dispositivos fotovoltaicos - Parte 3: Principios de medición para dispositivos solares fotovoltaicos terrestres (FV) con datos de referencia para radiación espectral.

### **3.1.2 Objetivo y campo de aplicación (NMX-J-643/3-ANCE-2011).**

Especifica las características de la distribución de irradiación solar espectral, también, describe principios de medición básicos para determinar la salida eléctrica de dispositivos PV.

Esta Norma Mexicana aplica a los siguientes dispositivos fotovoltaicos para aplicaciones terrestres: a) Celdas solares con o sin una cubierta protectora;

b) Sub-ensambles de celdas solares;

c) Módulos; y

d) Sistemas.

NMX-J-643/5-ANCE-2011, Dispositivos fotovoltaicos – Parte 5: Determinación de la temperatura equivalente de la celda (ECT) de dispositivos fotovoltaicos (FV) por el método de tensión de circuito abierto.

### **3.1.3 Objetivo y campo de aplicación(NMX-J-643/5-ANCE-2011).**

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

NMX-J-643/7-ANCE-2011, Dispositivos fotovoltaicos - Parte 7: Cálculo de la corrección del desajuste espectral en las mediciones de dispositivos fotovoltaicos.

### Objetivo y campo de aplicación

Establece una guía para corregir las mediciones en la tensión de polarización, debido a la falta de coincidencia entre el espectro de prueba y el espectro de referencia y por la falta de coincidencia entre las respuestas espectrales (SR) de la celda de referencia y del espécimen de prueba.

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

NMX-J-643/9-ANCE-2011, Dispositivos fotovoltaicos - Parte 9: Requisitos para la realización del simulador solar.

#### **3.1.4 Objetivo y campo de aplicación (NMX-J-643/9-ANCE-2011).**

Define las clasificaciones de los simuladores solares para usarse en mediciones en el interior de dispositivos terrestres fotovoltaicos. Los simuladores solares se clasifican como A, B o C, cada una de las categorías se basa en criterios de partido de distribución espectral, irradiancia, falta de uniformidad en el plano de prueba y la inestabilidad temporal. Esta norma proporciona los métodos necesarios para la calificación por un simulador solar en cada una de las categorías. Los simuladores solares de la presente Norma Mexicana cumplen con los requisitos de clase de CCC, donde la tercera letra se relaciona con la inestabilidad a largo plazo. En el caso de uso para las mediciones de rendimiento FV, la clasificación CBA se exige donde la tercera letra está relacionada con la inestabilidad a corto plazo.

NMX-J-643/10-ANCE-2011, Dispositivos fotovoltaicos - Parte 10: Métodos de mediciones lineales.

#### **3.1.5 Objetivo y campo de aplicación (NMX-J-643/10-ANCE-2011).**

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

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

NMX-J-643/11-ANCE-2011, Dispositivos fotovoltaicos – Parte 11: Procedimientos para corregir las mediciones de temperatura e irradiación de las características corriente-tensión.

### Objetivo y campo de aplicación

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

(ANCE, 2011)

## 3.2 NORMATIVIDAD AMBIENTAL

### 3.2.1 Instrumentos jurídicos

Los ordenamientos legales y normativos de competencia federal son de observancia obligatoria en las diferentes etapas de un proyecto. Previo a su implementación, el proyecto debe cumplir con diversos requisitos legales que posibiliten su ejecución. Es por ello que para este proyecto en particular se encuentra regulado, principalmente, por las siguientes normas legales:

- Programas sectoriales.
- Ordenamientos ecológicos.
- Áreas naturales protegidas.
- Leyes y reglamentos.
- Normas oficiales.
- Áreas prioritarias para la conservación de la biodiversidad.
- Programas de conservación y/o restauración.

#### Programa sectoriales

El marco legal para la planeación del desarrollo urbano de los centros de población, se encuentran establecidos en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, así como en la Ley General de Asentamientos Humanos (D.O.F. de 21 de Julio de 1993) y la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (D.O.F. de 28 de Enero de

1988), en estas se manifiestan las facultades de las entidades administrativas para el Desarrollo Urbano.

Los principios básicos de la planeación urbana, para el ordenamiento y regulación de los asentamientos humanos en México, se encuentran establecidos y Adiciones Constitucionales del 6 de febrero de 1976, a los Artículos 27º, 73º, y 115º.

### **3.2.2 Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018.**

El proyecto se apega a los fundamentos del Programa Nacional de Desarrollo que establece como condición fundamental un diálogo abierto y permanente con los ciudadanos, con las agrupaciones políticas y sociales, con los otros poderes y ámbitos de Gobierno y con la sociedad en general.

El Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2013 – 2018 es, primero, un documento de trabajo que rige la programación y presupuestario de toda la Administración Pública Federal. De acuerdo con la Ley de Planeación, todos los Programas Sectoriales, Especiales, Institucionales y Regionales que definen las acciones del gobierno, deberán elaborarse en congruencia con el Plan.

Considera que la tarea del desarrollo y del crecimiento corresponde a todos los actores, todos los sectores y todas las personas del país. El desarrollo no es deber de un solo actor, ni siquiera de uno tan central como lo es el Estado. El crecimiento y el desarrollo surgen de abajo hacia arriba, cuando cada persona, cada empresa y cada actor de nuestra sociedad son capaces de lograr su mayor contribución. Así, el Plan expone la ruta que el Gobierno de la República se ha trazado para contribuir, de manera más eficaz, a que todos juntos podamos lograr que México alcance su máximo potencial. Para lograr lo anterior, se establecen como Metas Nacionales: un México en Paz, un México Incluyente, un México con Educación de Calidad, un México Próspero y un México con Responsabilidad Global. Asimismo, en la consecución del objetivo de llevar a México a su máximo potencial, además de las cinco Metas Nacionales la presente Administración pondrá especial énfasis en tres Estrategias Transversales en este Plan Nacional de Desarrollo:

1. Democratizar la Productividad.
2. Un Gobierno Cercano y Moderno.
3. Perspectiva de Género en todas las acciones de la presente Administración.

Con relación al proyecto la meta establecida en el PDN que más se relaciona es la de Un México Próspero, ya que promueve el crecimiento sostenido de la productividad en un clima de estabilidad económica y mediante la generación de igualdad de oportunidades. Lo anterior considerando que una infraestructura adecuada y el acceso a insumos estratégicos fomentan la competencia y permiten mayores flujos de capital y conocimiento hacia individuos y 58 Facultad de Ingeniería C-I empresas con el mayor potencial para aprovecharlo. Asimismo, esta meta busca proveer condiciones favorables para el desarrollo económico, a través de una regulación que permita una sana competencia entre las empresas y el diseño de una política moderna de fomento económico enfocada a generar innovación y crecimiento en sectores estratégicos.

### **3.2.3 Plan Estatal de Desarrollo Chiapas 2013-2018.**

El Plan Estatal de Desarrollo Chiapas, 2013-2018, es el documento que integra las ideas y propuestas de la ciudadanía, que representan el objetivo común de engrandecer a Chiapas.

Con él se da cumplimiento a las normas establecidas en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y la del Estado de Chiapas.

Este Instrumento democrático impulsa la grandeza de Chiapas, a través de cuatro ejes rectores; 1) Gobierno cercano a la gente, 2) Familia Chiapaneca, 3) Chiapas Exitoso, 4) Chiapas Sustentable que dan orden y calidad al ejercicio gubernamental, organizados en 10 temas que incluyen a su vez, 47 políticas públicas con sus objetivos y 333 estrategias, en los que se focaliza el progreso del estado. Además de las políticas transversales de Equidad, Igualdad de Género, Interculturalidad, Sustentabilidad, se consideran tres enfoques transversales, Derechos humanos, Desarrollo humano y Poblacional.

El Plan Estatal de Desarrollo Chiapas considera en su análisis, los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM), que integran el conjunto de metas cuantificables con plazos y con indicadores para supervisar los progresos obtenidos, en el cumplimiento de sus ocho objetivos. El marco de los ODM constituye una herramienta de apoyo para que las políticas públicas contribuyan a:

1. Erradicar la pobreza extrema y el hambre.
2. Lograr la enseñanza primaria universal.
3. Promover la igualdad entre los géneros y la autonomía de la mujer.
4. Reducir la mortalidad infantil.

5. Mejorar la salud materna. 59 Facultad de Ingeniería C-I
6. Combatir el VIH/Sida, el paludismo y otras enfermedades.
7. Sostenibilidad del medio ambiente.
8. Fomentar una asociación para el desarrollo.

La Constitución Política del Estado de Chiapas, establece que “para mejorar e incrementar el Índice de Desarrollo Humano en la entidad, deberá alinear las políticas públicas en materia de desarrollo social del Estado a los Objetivos de Desarrollo del Milenio del PNUD de la ONU” Chiapas es la octava entidad federativa de la República Mexicana con mayor extensión territorial, ocupando una superficie de 74,415 km<sup>2</sup>. La entidad se sitúa entre los paralelos 14° 32' y 17° 59' de latitud norte y los meridianos 90° 22' y 94° 14' de longitud oeste. Al norte limita con el estado de Tabasco, al sur con el Océano Pacífico, al este con la República de Guatemala y al oeste con los estados de Oaxaca y Veracruz. Chiapas tiene un litoral con 260 kilómetros en la costa del Océano Pacífico.

El estado tiene 122 municipios, que de acuerdo a la integración territorial del Censo de Población y Vivienda 2010 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), comprenden 20,047 localidades y se encuentra dividido en 15 regiones socioeconómicas: I.- Metropolitana, II.- Valles Zoque, III.- Mezcalapa, IV.- De los Llanos, V.- Altos TsotsilTzeltal, VI.- Frailesca, VII.- De los Bosques, VIII.- Norte, IX.- Istmo-Costa, X.- Soconusco, XI.- Sierra Mariscal, XII.- Selva Lacandona, XIII.- Maya, XIV.- Tulijá Tzeltal-Chol y XV.- Meseta Comiteca Tojolabal.

Ambientalmente, la superficie del territorio ha sido delimitada por el tipo de política de manejo que deben cumplir para armonizar su uso de suelo con la protección al medio ambiente, así en 4% de la entidad se requiere de restauración, 17% de protección y 36% de conservación de la superficie estatal. A 2011 se habían establecido 49 Áreas Naturales Protegidas (ANP) administradas por los gobiernos estatal y federal, cuya superficie equivale a 17% del territorio del estado.

El eje 4 “Chiapas Sustentable” establece como una prioridad que no debe postergarse la protección y conservación de los recursos naturales, a fin de preservar el medio ambiente y mejorar las posibilidades de vida de las generaciones venideras. El patrimonio natural del 60 Facultad de Ingeniería C-I estado comprende un extenso territorio, generador de bienestar y desarrollo para nuestras comunidades, y de futuro para la biodiversidad. El progreso humano resulta inconcebible sin la conciencia ambiental; conservar, proteger y



restaurar los hábitats de las especies biológicas, es una tarea de vida, en la que toda la sociedad es partícipe.

El eje 4 dirige políticas públicas para un Chiapas sustentable, que centra su atención sobre el territorio, ya que por su relieve y características, es altamente vulnerable al deterioro ambiental.

El orden y respeto a la naturaleza son dos valores que mueven esta administración; por ello, este eje contempla por un lado, el ordenamiento ecológico del territorio y subordina al desarrollo urbano y construcción de la obra pública que garantice la sustentabilidad, evitar construir cualquier obra en zonas de riesgo y la integración del territorio para fortalecer la conectividad.

Por otro lado, establece políticas de conservación del medio ambiente, al contemplar la generación de ingresos, como es el caso del desarrollo forestal; destaca una nueva política gubernamental dirigida a la atención y mitigación del fenómeno del cambio climático.

Chiapas es uno de los estados del país con un gran patrimonio natural, que lo ubica entre los primeros lugares de diversidad biocultural. Actualmente, la educación ambiental es centrada en la sensibilización y conservación y no hacia una educación para la sustentabilidad, que implica un cambio de paradigma. Bajo esta perspectiva, la educación ambiental debe tener un objetivo más profundo que la conservación del entorno, concientización de las personas o fomento de conductas pro-ambientales.

Debe transformarse en una práctica social que propicie el análisis crítico de las causas profundas de la problemática ambiental, para convertirse así en un factor de cambio y transformación social para lograr la sustentabilidad. Así pues, las y los chiapanecos tenemos una deuda con la prodigiosa naturaleza que nos rodea, ya que actualmente no hay una cultura con responsabilidad ambiental que preserve, conserve e incremente dicha riqueza, ni que nos enseñe a convivir en una verdadera armonía con nuestro entorno natural.

### **3.2.4 Planes o programas de ordenamiento ecológico que comprendan el territorio estatal.**

El Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Chiapas, conforme a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), es un proceso de planeación dirigido a evaluar y programar el uso del suelo y al manejo de los recursos



naturales, con la finalidad de lograr un mejor aprovechamiento del territorio y de los recursos naturales que lo conforman.

Con estos lineamientos, el Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado resulta una base para la regulación de las actividades productivas de acuerdo a la aptitud de uso del suelo. Una parte fundamental del ordenamiento es la consideración de los intereses de los sectores productivos y la ponderación de los impactos ambientales que sus actividades producen. Los impactos ambientales pueden generar conflictos intersectoriales debido a los diferentes valores y percepciones que sobre la calidad ambiental tienen los distintos grupos sociales.

El POETCH se encuentra conformada por la etapa de la Caracterización, la cual describe los aspectos biológicos, físicos, socioeconómicos y culturales del Estado, el Diagnóstico que analiza la situación ambiental, la aptitud del territorio para todos los sectores e identifica los territoriales, el Pronóstico que evalúa el comportamiento futuro de las variables ambientales, sociales y económicas y el modelo que presenta una propuesta para ordenar y regular el uso del territorio y las actividades productivas.

El modelo de ordenamiento ecológico está conformado por las UGAs que se crearon de acuerdo a la concepción de la ecología del paisaje, que integró la geomorfología, edafología, ecosistemas, estado de conservación y actividades antropogénicas. Cada unidad fue definida en primer lugar por sus características geomorfológicas. Posteriormente se utilizó la cobertura de uso de suelo y vegetación actual y una diferenciación con base al estado de conservación de los ecosistemas. Adicionalmente las Áreas Naturales Protegidas (ANPs) definieron UGAs en las que aplica una política de protección y estarán sujetas a sus programas de manejo. En las ANPs sin plan de manejo se asignó una serie de estrategias ecológicas y usos compatibles para tener indicaciones sobre su gestión, en tanto se elabore el plan. Para la delimitación definitiva de las UGAs se integraron unidades con características y gestión de los recursos análoga. Algunas ANPs estatales, cuya superficie no alcanzaba la unidad mínima cartografiada, fueron asignadas a UGAs de mayor tamaño, mencionándolas en los lineamientos y asignándoles estrategias específicas. Al final del proceso de zonificación se obtuvieron 125 unidades de gestión ambiental para el Estado.

Estrategias generales del POETCH:

Pago por servicios ambientales para captura de carbono

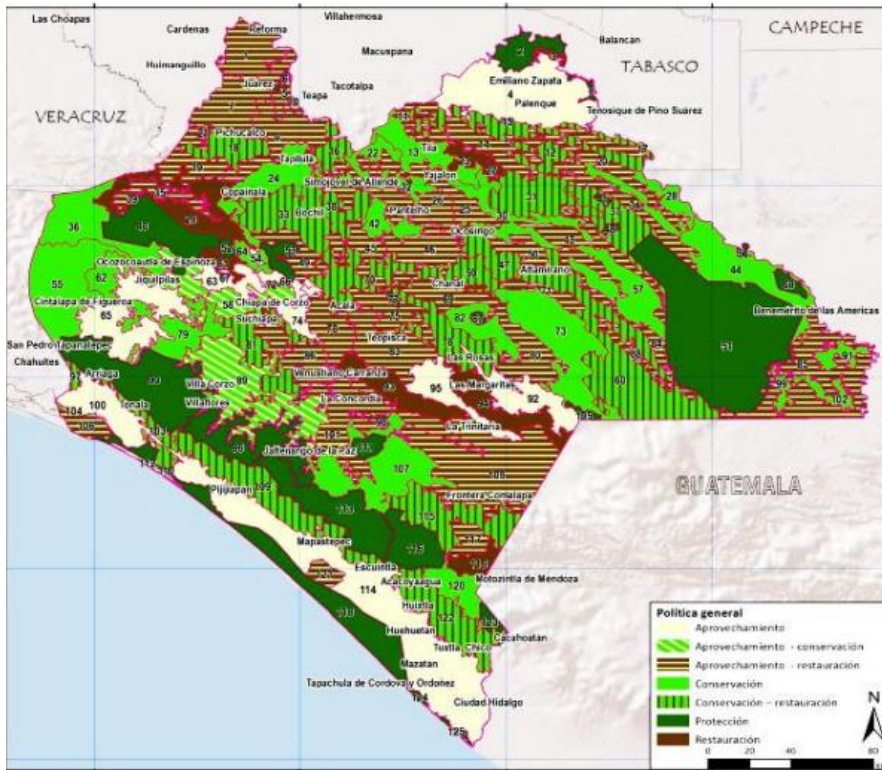
Cambio climático

Unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre (UMA)

Educación ambiental

Investigación ecológica

Uso y manejo del agua



Modelo de Ordenamiento Ecológico Territorial del estado de Chiapas. Fuente: (www.ceieg.chiapas.gob.mx, 2014)

Los Programas de Ordenamientos Ecológicos Territoriales (POET) que se encuentran en el estado de Chiapas son los siguientes:

En Expedición.

# Universidad Autónoma de Chiapas

## Facultad de Ingeniería C-I

Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial de la Zona Petrolera de la Región Norte de Chiapas (Sub-región 1: Reforma, Juárez, Sunuapa, Ostuacán y Pichucalco).

Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial de la Zona Petrolera de la Región Norte de Chiapas (Subregión 2: Amatán, Ixtacomitán, Ixtapangajoya y Solosuchiapa).

Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial de los Municipios de la Subcuenca del Río Grande y Parque Nacional Lagunas de Montebello (Comitán de Domínguez, La Trinitaria, La Independencia y Las Margaritas).

Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial del Municipio de San Cristóbal de las Casas.

En Ejecución.

Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Chiapas (POETCH).

Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial de la Sub-cuenca del Río Sabinal (POETSAB).

Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial de la Subcuenca del Río Lagartero (POETLAG).

Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial de la Subcuenca del Río Coapa, Pijijiapan.

En Evaluación.

Programa de Ordenamiento Ecológico de Playas de Catazajá.

En Modificación.

Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial de la Sub-cuenca del Río Zanatenco, Tonalá.

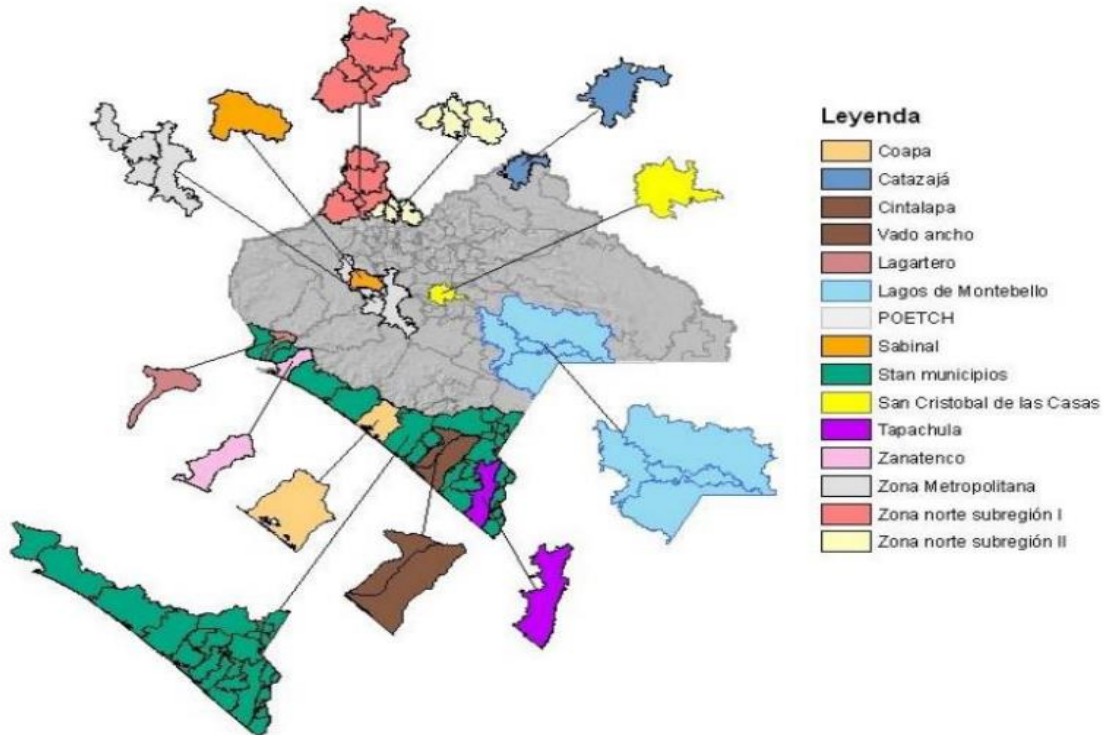
Seguimiento a otros Ordenamientos.

Zonas afectadas por el Huracán Stan en las Regiones Istmo-Costa, Sierra y Soconusco (Investigación para su Ordenamiento Ecológico).

Ordenamiento Ecológico y Territorial de Tapachula.

Ordenamiento Ecológico de la Costa de Chiapas (Cuencas Badoancho y Cintalapa).

Programa de Ordenamiento de la Zona Metropolitana de Tuxtla Gutiérrez, Chiapa de



Corzo y Berriozábal, Chiapas.

Procesos de Ordenamiento Ecológico en Chiapas

Fuente: ([www.ceieg.chiapas.gob.mx](http://www.ceieg.chiapas.gob.mx), 2014)

Actualmente se tienen decretados para el estado de Chiapas los siguientes ordenamientos ecológicos territoriales:



# Universidad Autónoma de Chiapas

## Facultad de Ingeniería C-I



### 3.3 Programas de Ordenamiento Ecológico Territorial Decretados en Chiapas

Tabla 13.- Programas de Ordenamiento Ecológico Territorial Decretados en Chiapas.

ORDENAMIENTO ECOLÓGICO	DECRETO	MUNICIPIO
Programa de Ordenamiento Ecológico y territorial del Estado de Chiapas.	7 Diciembre 2012	Chiapas
Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial de la Sub-cuenca del Río Sabinal.	24 marzo 2010	Tuxtla Gtz.
Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial de la Subcuenca del Río Lagartero.	24 marzo 2010	Arriaga
Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial de la cuenca del Río Coapa, Municipio de Pijijiapan.	29 agosto 2012	Pijijiapan
Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial de la Sub-cuenca del Río Zanatenco, en el municipio de Tonalá.	31 marzo 2004	Tonalá
Programa de Ordenamiento Ecológico de Playas de Catazajá	Acuerdo de Cabildo, 11 junio 2004	Catazajá

Áreas naturales Chiapas posee 43 Áreas Naturales Protegidas, entre las que destacan las reservas de la biosfera por ser patrimonio de la humanidad. La biodiversidad de la flora chiapaneca está compuesta por bosques, selvas y vegetación acuática, hace que 73% de la superficie estatal tenga vocación forestal. Chiapas ocupa el segundo lugar nacional de mayor superficie forestal y el segundo lugar en volumen maderable.

El área de estudio no está considerada dentro del sistema nacional de áreas protegidas como zona de reserva, conservación o protección ecológica. El ANP más cercana al sitio



de Proyecto es el Área de Protección de Recursos Naturales Toniná y Cascadas de Agua Azul.

### **3.3.1 Regiones prioritarias de conservación.**

El proyecto de Regiones Terrestres Prioritarias (RTP) se circunscribe en el Programa Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), que se orienta a la detección de áreas, cuyas características físicas y bióticas favorezcan condiciones particularmente importantes desde el punto de vista de la biodiversidad en diferentes ámbitos ecológicos. Así, Conabio ha impulsado la identificación, además de las RTP, de las Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP, ámbitos acuáticos continentales) y de las Regiones Prioritarias Marinas (RPM, ámbitos costeros y oceánicos). Una regionalización complementaria, Fig. 32.- Áreas naturales protegidas (Estatales). 68 Facultad de Ingeniería C-I desarrollada por Cipamex, corresponde a las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA). Las Regiones Terrestres Prioritarias (RTP) en Chiapas, según la CONABIO son las siguientes: Tabla 14.- Regiones terrestres prioritarias según la CONABIO.

### **3.3.2 Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA).**

El artículo 28 de la LGEEPA menciona que la evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente.

Artículo 7º.- Corresponde a los Estados las siguientes facultades: II.- La aplicación de los instrumentos de política ambiental previstos en las leyes locales en la materia, así como la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente que se realice en bienes y zonas de jurisdicción estatal.

XVI.- La evaluación del impacto ambiental de las obras o actividades que no se encuentren expresamente reservadas a la Federación, por la presente Ley.

Artículo 35 BIS-2 El impacto que pudiese ocasionar las obras o actividades no comprendidas en el artículo 28 será evaluado por las autoridades del distrito federal o de los estados, con la participación de los municipios respectivas cuando por su ubicación,

dimensiones o características produzcan impactos ambientales significativos sobre el medio ambiente, y estén expresamente señalados en la legislación ambiental estatal.

### **3.3.3 Reglamento de la LGEEPA en Materia de Impacto Ambiental (RLMIA).**

En concordancia con el artículo 5º de la RLMIA señala a aquellas obras previstas en el artículo 28 de la LGEEPA que deben solicitar autorización a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales para su realización.

En el Artículo 9 del capítulo III. Menciona que los promoventes deberán presentar ante la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, en la modalidad que corresponda, para que ésta realice la evaluación del proyecto de la obra o actividad respecto de la que se solicita autorización. La información que contenga la manifestación de impacto ambiental deberá referirse a circunstancias ambientales relevantes vinculadas con la realización del proyecto.

### **3.3.4 Ley Ambiental para el Estado de Chiapas.**

Artículo 1.- La presente ley es de orden público, interés social y de observancia general en el territorio del Estado de Chiapas, estableciendo las bases para:

IX. Evaluar el impacto ambiental de las obras o actividades que no sean de competencia exclusiva de la Federación;

Artículo 79.- Corresponde a la Secretaría, la evaluación de la manifestación o estudios de impacto y/o riesgo ambiental con el objetivo de establecer los términos y condicionantes a que se sujetará la realización de obras y actividades de competencia estatal que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente, preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o mitigar sus efectos negativos sobre el ambiente. Para ello, en los casos que determine la presente ley u otros ordenamientos que al efecto se expidan, quienes pretendan llevar a cabo algunas de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente al inicio de las mismas, la autorización de la Secretaría en materia de impacto y/o riesgo ambiental:

Artículo 82.- Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 79 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría, una manifestación o estudio de impacto ambiental, el cual deberá contener cuando menos, la descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como



las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar los efectos negativos sobre el ambiente, conforme a los lineamientos expedidos por la Secretaría para tal efecto.

Artículo 87.- Se deberá tramitar la autorización en materia de impacto ambiental, previo al inicio de cualquier maniobra que pudiera alterar las condiciones naturales del sitio donde se pretenda desarrollar la obra o actividad que corresponda. En los casos, en que las obras o actividades señaladas en el artículo 79 de esta ley, requieran, además de la licencia, permiso o autorización del municipio, éste deberá verificar que el promovente cuente previamente con la autorización en materia de impacto ambiental.

### **3.3.5 Normas oficiales mexicanas.**

Las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) son regulaciones técnicas de observancia obligatoria expedidas por las Dependencias de la Administración Pública Federal, que establecen reglas, especificaciones, atributos, directrices, características o prescripciones aplicables a un producto, proceso, instalación, sistema, actividad, servicio o método de producción u operación, así como aquellas relativas a terminología, simbología, embalaje, marcado o etiquetado y las que se refieran a su cumplimiento o aplicación.

La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) expide las NOM del Sector Ambiental con el fin de establecer las características y especificaciones, criterios y procedimientos, que permitan proteger y promover el mejoramiento del medio ambiente y los ecosistemas, así como la preservación de los recursos naturales.

Para facilitar su consulta, las NOM vigentes del Sector Ambiental se clasificaron en las siguientes materias: Agua, Contaminación por Ruido, Emisiones de Fuentes Fijas, Emisiones de Fuentes Móviles, Impacto Ambiental, Lodos y Biosólidos, Medición de Concentraciones, Metodologías, Protección de Flora y Fauna, Residuos y Suelos.

Cabe señalar que las NOM elaboradas conjuntamente por la SEMARNAT y otras Secretarías, además de estar clasificadas por materia, también pueden consultarse bajo la categoría de Elaboración Conjunta con otras Secretarías, por ejemplo, la NOM-086-SEMARNATSENER-SCFI-2005, "Especificaciones de los combustibles fósiles para la protección ambiental", puede consultarse en las categorías de Fuentes Fijas y de Elaboración Conjunta con otras Secretarías.

### **3.3.5.1 NORMAS OFICIALES MEXICANAS DE LA SECRETARIA DEL MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES.**

### MATERIA NORMA APLICABLE AL PROYECTO AGUAS RESIDUALES

NOM-001-SEMARNAT-1996. Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas residuales en aguas y bienes nacionales.

NOM-002-SEMARNAT-1996. Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal. Estas normas establecen los límites máximos permisibles, con el fin de prevenir y controlar la contaminación de las aguas y bienes nacionales, así como proteger la infraestructura de dichos sistemas, y es de observancia obligatoria para los responsables de dichas descargas.

#### **3.3.5.2 EMISIONES A LA ATMOSFERA.**

##### FIJAS

NOM-085-SEMARNAT-2011. Contaminación atmosférica-niveles Máximos permisibles de emisión de los equipos de combustión de calentamiento Indirecto y su medición.

Esta norma tiene como objetivo establecer los niveles máximos permisibles de emisión de humo, partículas, monóxido de carbono (CO), bióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) y óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) de los equipos de combustión de calentamiento indirecto que utilizan combustibles convencionales o sus mezclas, con el fin de proteger la calidad del aire.

#### **MÓVILES NOM-041-SEMARNAT-2015.**

Establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.

Esta Norma Oficial Mexicana establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, oxígeno y óxido de nitrógeno; así como el nivel mínimo y máximo de la suma de monóxido y bióxido de carbono y el Factor Lambda. Es de observancia obligatoria para el propietario, o legal poseedor de los vehículos automotores que circulan en el país o sean importados definitivamente al mismo, que usan gasolina como combustible, así como para los responsables de los Centros de Verificación, y en su caso Unidades de Verificación Vehicular, a excepción de vehículos con peso bruto vehicular menor de 400 kg (kilogramos), motocicletas, tractores agrícolas, maquinaria dedicada a las industrias de la construcción y de la minería.

NOM-045-SEMARNAT-2006. Protección ambiental. - Vehículos en circulación que usan diesel como combustible. - Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.

Esta Norma Oficial Mexicana establece los límites máximos permisibles de coeficiente de absorción de luz y el porcentaje de opacidad, provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan diésel como combustible, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición. Su cumplimiento es obligatorio para los propietarios o legales poseedores de los citados vehículos, unidades de verificación y autoridades competentes. Se excluyen de la aplicación de la presente Norma, la maquinaria equipada con motores a diésel empleada en las actividades agrícolas, de la construcción y de la minería.

### **3.3.5.3 CONTAMINACIÓN POR RUIDO.**

NOM-080-SEMARNAT-1994.

Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido provenientes del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.

NOM-081-SEMARNAT-1994. Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.

### **3.3.5.4 PROTECCIÓN DE FLORA Y FAUNA.**

NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección Ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio- Lista de especies en riesgo.

Esta Norma Oficial Mexicana tiene por objeto identificar las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo en la República Mexicana, mediante la integración de las listas correspondientes, así como establecer los criterios de inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo para las especies o poblaciones, mediante un método de evaluación de su riesgo de extinción y es de observancia obligatoria en todo el Territorio Nacional, para las personas físicas o morales que promuevan la inclusión, exclusión o cambio de las especies o poblaciones silvestres en alguna de las categorías de riesgo, establecidas por esta Norma.

RESIDUOS

NOM-052-SEMARNAT-2005. Establece las características, procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.

Normas de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social NOM-001-STPS-2008. Edificios, locales e instalaciones y áreas de los centros de trabajo condiciones de seguridad e higiene.

NOM-002-STPS-2010. Condiciones de seguridad – prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo.

NOM-004-STPS-1999. Sistemas de protección y dispositivos de seguridad en la maquinaria y equipo que se utilice en los centros de trabajo.

NOM-005-STPS-1998. Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte, y almacenamiento manejo de sustancias químicas peligrosas.

NOM-011-STPS-2001. Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.

NOM-017-STPS-2008. Equipo de protección personal – selección, uso y manejo en los centros de trabajo.

NOM-054-SEMARNAT-1993, que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por

NOM-052-SEMARNAT-2005. NOM-007-SEMARNAT-1997. Establece los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de ramas, hojas o pencas, flores, frutos y semillas.

Esta norma es de observancia general en todo el territorio nacional y tiene por objeto establecer los procedimientos, criterios y especificaciones técnicas y administrativas para realizar el aprovechamiento sostenible, transporte y almacenamiento de ramas, hojas o pencas, flores, frutos y semillas en poblaciones naturales, exceptuando las hojas de palma.

Seguridad – extintores contra incendio a base de polvo químico seco con presión contenida – especificaciones.

### **3.3.5.5 UNIDADES DE GESTIÓN AMBIENTAL.**



# Universidad Autónoma de Chiapas

## Facultad de Ingeniería C-I



Las unidades de gestión ambiental (UGAs) se definen como áreas con características físicobiológicas homogéneas a las que se les puede dar un manejo ambiental integrado al interior de cada una de

ellas que permitirá el aprovechamiento sustentable de los recursos, la disminución del deterioro ambiental y la conservación de los ecosistemas y la biodiversidad. En el estado de Chiapas existe una gran diversidad de paisajes físico-geográficos que han sido determinados por la variabilidad espacial de los componentes naturales, la importante variación climática, la compleja evolución geomorfológica y la topografía accidentada, lo que ha generado un importante mosaico de paisajes.



# Universidad Autónoma de Chiapas

Facultad de Ingeniería C-I



## CAPITULO IV

### FUNDAMENTOS TEORICOS

### 4. 1 Fundamentos de tecnología fotovoltaica

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

Los dispositivos para conversión de la energía que se usan para convertir 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 -1.0 V 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 de 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 un cristal. Una vez que estos pares 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 la siguiente figura, se muestra el funcionamiento básico de celda.

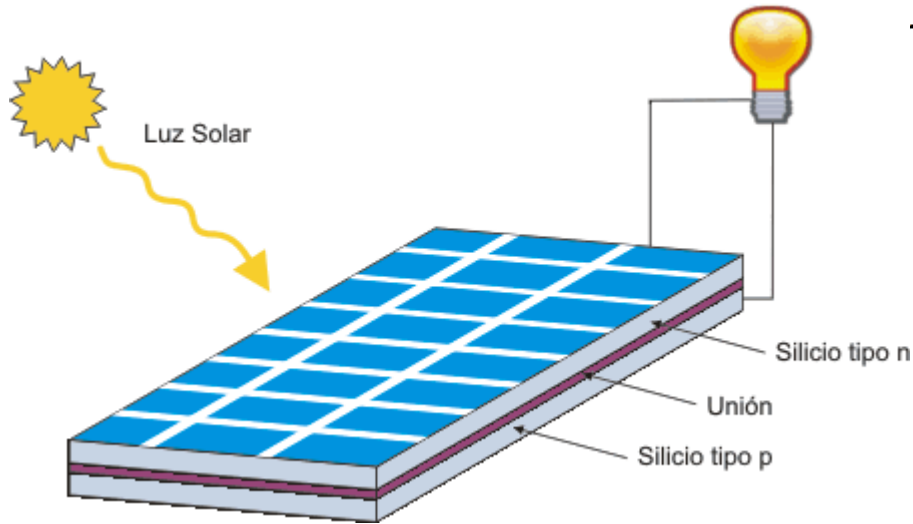


Ilustración 7 Funcionamiento de Celda

Fuente: <http://www.textoscientificos.com/energia/celulas>

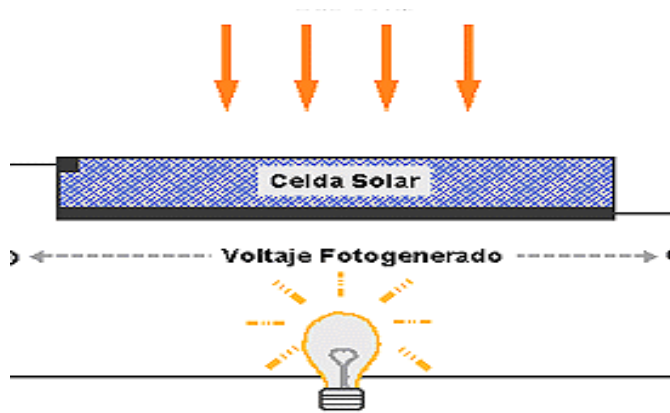


Ilustración 8 Voltaje Generado

Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos61/energia-fotovoltaica/energia-fotovoltaica.shtml>



### 4.1.1 Corrientes Producida.

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 solar usan el calor del sol, las celdas fotovoltaica tienen un mantenimiento bajo y una larga vida, no tienen partes en movimiento y sus componentes son de electrónica del estado sólido, esto hace posible usar los sistemas fotovoltaicos en sitios remotos en donde los recursos son escasos.

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

(Harper,2010)

Los sistemas fotovoltaicos se pueden combinar con otros tipos de sistemas eléctricos para satisfacer la demanda, por ejemplo: el viento, hidráulico o diésel.

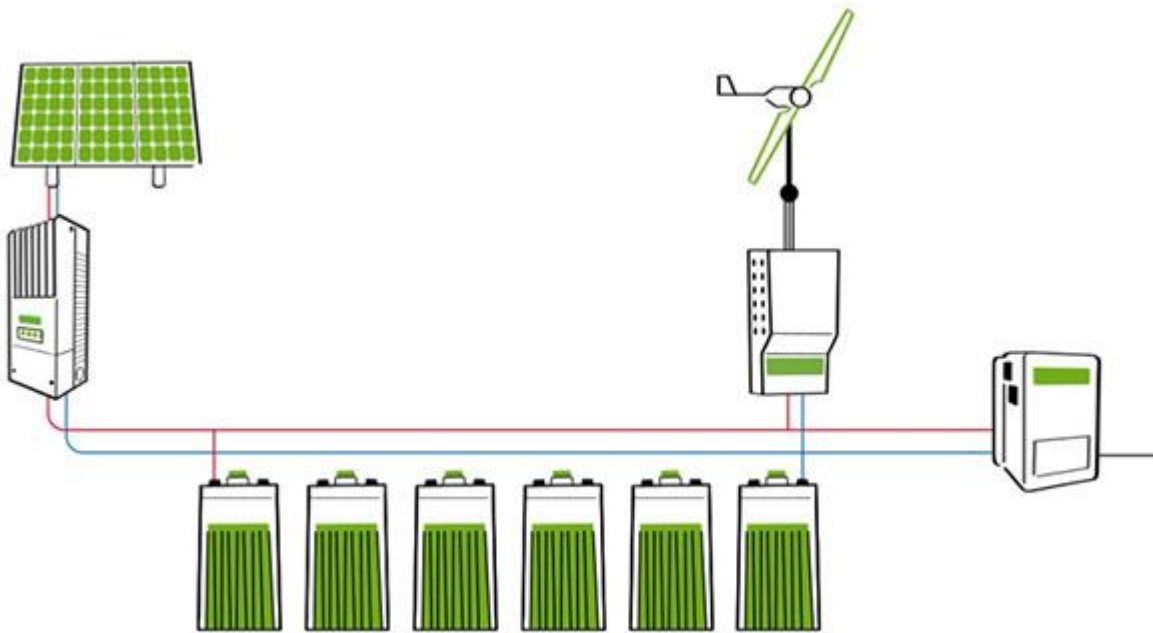


Ilustración 9 Sistema Completo Fotovoltaico

Fuente: <http://www.traxco.es/blog/noticias-agricolas/energias-renovables>

Se ha desarrollado una investigación sustancial y esfuerzos para desarrollar en todo el mundo amplias bases para mejorar la viabilidad de la generación de energía eléctrica fotovoltaica y se ha incrementado el uso de unidades fotovoltaicas de pequeña potencia (en tamaños que varían desde unos pocos watts hasta unos pocos KW) para uso local.

Tabla 17 Eficiencia VS Voltaje de una batería de ciclo profundo

TECNOLOGIA	EFICIENCIA	
	CELDA	MODULO
Silicio Cristalino	22	10--15 %
Silicio Mono cristalino	18	10--12 %
Capa delgada de silicio	17	6--8 %
Película delgada de silicio Amorfo	13	8--11 %

( Harper , 2010)

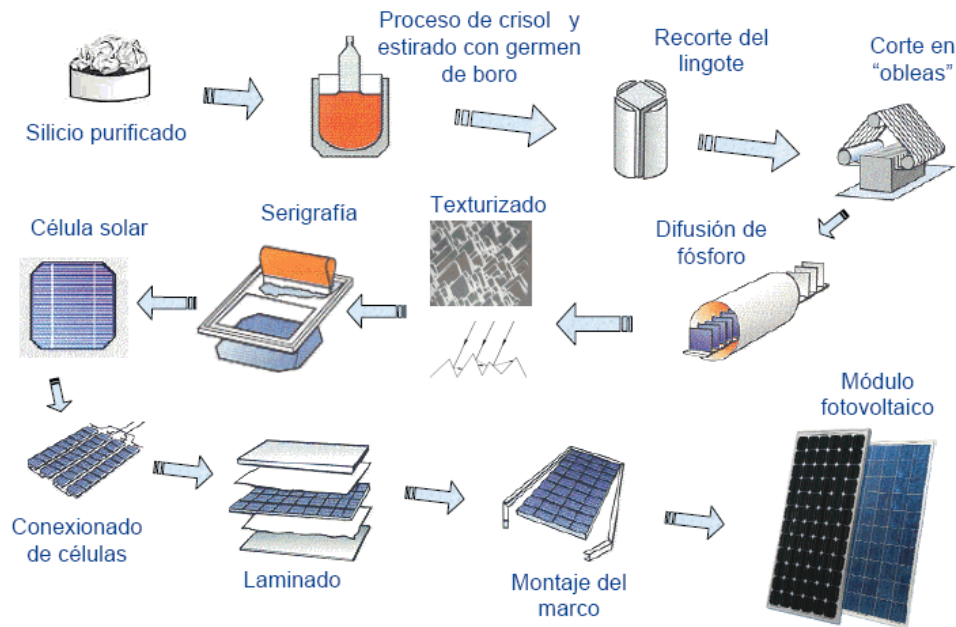


Ilustración 10 Célula fotovoltaica

Fuente: <http://www.electricidad-gratuita.com/produccion-celda-fvh-fv4.html>

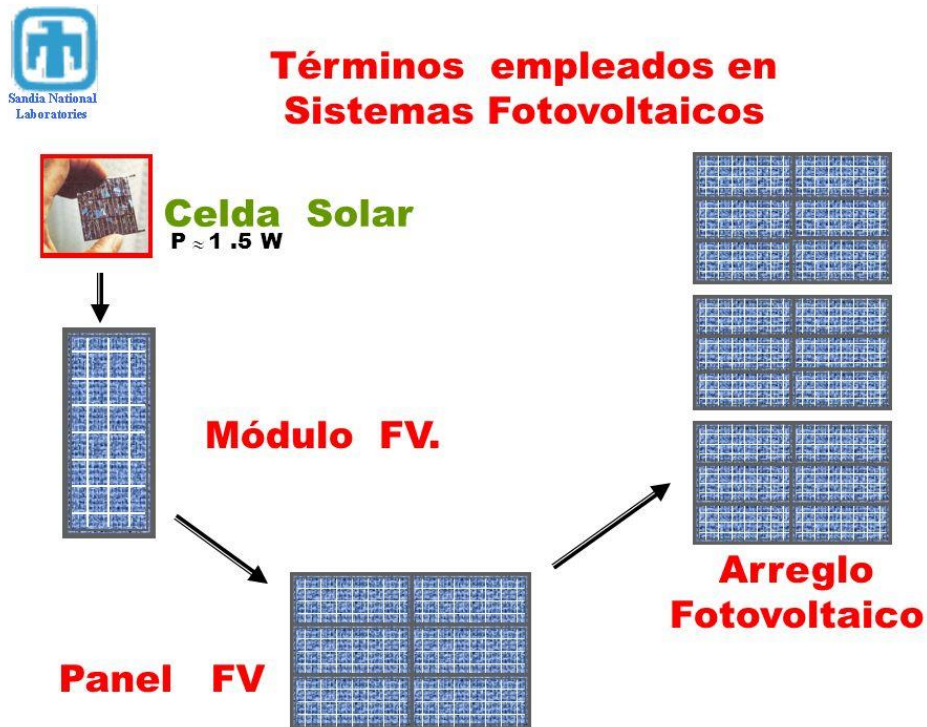


Ilustración 11 Orden Celular

Fuente: <http://slideplayer.es/slide/20283/> 12 Ilustración

## 4.2 Celdas

Dispositivos semiconductores que convierten la luz solar en electricidad (corriente directa)

Módulos- Los módulos fotovoltaicos (F.V.) consisten de celdas sellados en un ambiente protegido y son la parte fundamental de un sistema fotovoltaica.

Paneles- Los paneles F.V. incluyen uno o más módulos F.V. ensamblados y pre alambrados y es la unidad de instalación de campo.

Arreglo- Un arreglo fotovoltaico es la unidad completa de generación de potencia y consiste de un conjunto pre alambrado para instalar en campo.

### 4. 3 EL PROCESO QUE TRANSFORMA LA LUZ DEL SOL EN ELECTRICIDAD

La palabra fotovoltaica es la combinación de dos palabras “foto” palabra de origen griego que significa luz y voltaica que viene de volt que representa la unidad para medir el voltaje.

La palabra fotovoltaica es la combinación de dos palabras “foto” palabra de origen griego que significa luz y voltaica que viene de volt que representa la unidad para medir el voltaje.

Los sistemas fotovoltaicos usan las celdas para convertir la radiación solar en electricidad.

Una celda fotovoltaica está constituida de una o dos capas de material semiconductor, cuando la luz incide en la celda esta crea un campo eléctrico a través de las capas creando un flujo eléctrico.

ENTRE MAS INSTENSA ES LA LUZ EL FLUJO ELECTRICO ES MAS IMPORTANTE.

Para funcionar un sistema fotovoltaico no requiere de luz del sol brillante, puede haber una condición de nubes y también genera electricidad.

### 4.4 Módulos fotovoltaicos

Al grupo de células fotoeléctricas o celdas fotovoltaicas se le conoce como panel fotovoltaico.

Los paneles fotovoltaicos consisten en una red

El material semiconductor es más comúnmente usado en las celdas fotovoltaicas es el silicio que es un elemento presente en grandes cantidades en la arena.

El silicio es la segunda materia más abundante en la tierra.

de células conectadas como circuito en serie para aumentar la tensión de salida hasta el valor deseado (usualmente se utilizan 12V a 36V) a la vez que se conectan varias redes como circuito paralelo para aumentar la corriente eléctrica que es capaz de proporcionar el dispositivo.

La eficiencia de conversión media obtenida por las células disponibles comercialmente (producidas a partir de silicio monocristalino) está alrededor del 16%. La vida útil media a máximo rendimiento se sitúa en torno a los 25 años, período a partir del cual la potencia entregada disminuye.

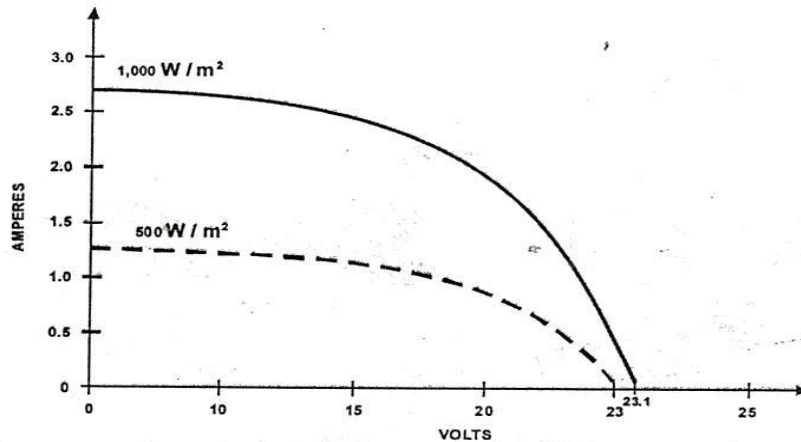
El tipo de corriente eléctrica que proporcionan es corriente continua, por lo que si necesitamos corriente alterna o aumentar su tensión, tendremos que añadir un inversor y/o un convertidor de potencia.

#### **4.5 Características eléctricas de los módulos fotovoltaicos**

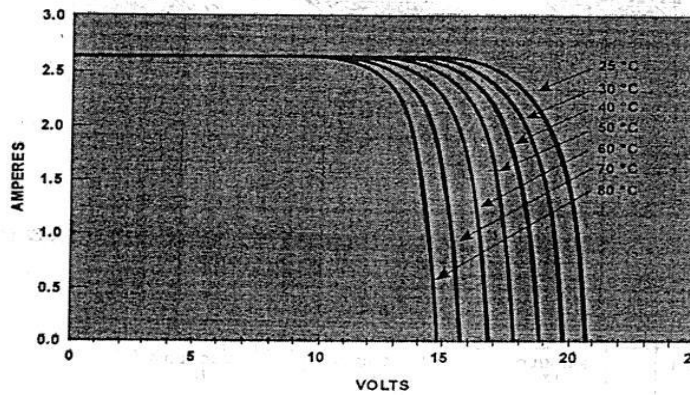
El comportamiento eléctrico de los módulos fotovoltaicos está dado por las curvas de corriente contra voltaje (curva I-V), que especifican la corriente que produce el módulo en un rango de voltaje.

La Curva I-V para un módulo fotovoltaico típico a las llamadas condiciones estándar en prueba (CEP) que corresponde a una irradiancia de 1 Kw/m<sup>2</sup> y una temperatura de celda de 25 centígrados. Es importante notar que la potencia que entrega el módulo se reduce cuando el módulo no opera a voltaje óptimo.





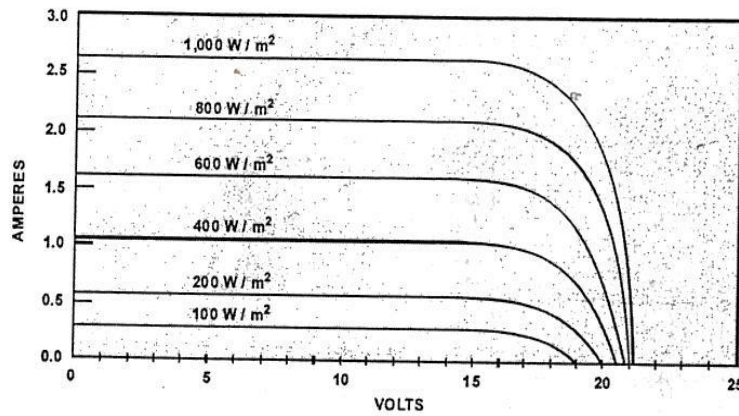
**EFFECTO DE LA IRRADIANCIA SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS**



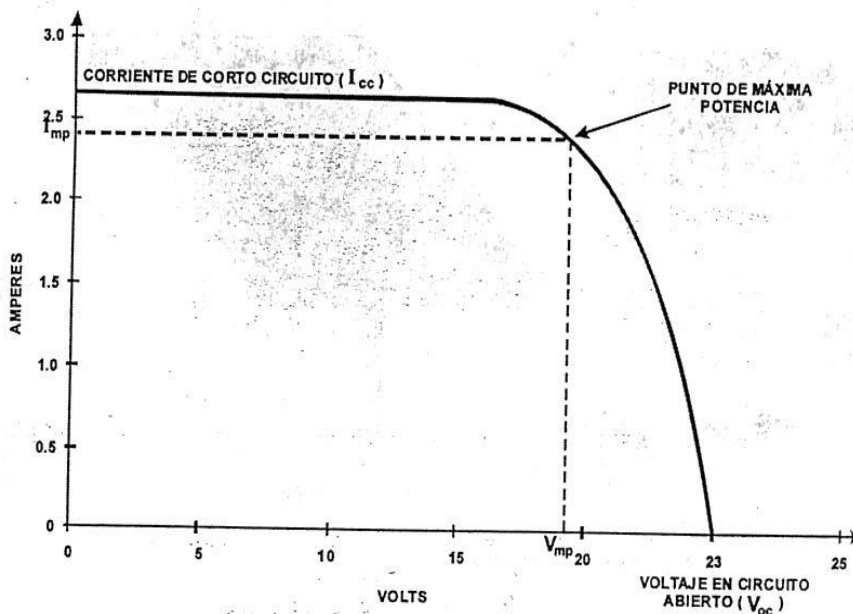
**EFFECTO DE LA TEMPERATURA SOBRE EL COMPORTAMIENTO DE UN MÓDULO DE 12 V C.D. (NOMINAL)**

**EFFECTOS DE LA SOMBRA SOBRE LA POTENCIA DE UN MÓDULO**

PORCENTAJE DE SOMBRA SOBRE LAS CELDAS	PORCENTAJE DE PÉRDIDAS DE POTENCIA DEL MÓDULO
0 %	Ilustración 13 Efectos de la irradiancia  Fuente: Harper, 2010
25 %	
50 %	
75 %	
100 %	
<b>3 CELDAS SOMBREADAS</b>	<b>93 %</b>



EFFECTO DE LA INSOLACIÓN SOBRE EL COMPORTAMIENTO DE UN MÓDULO DE 12 V C.D. (NOMINAL)



EFFECTO DE LA TEMPERATURA SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

Ilustración 14 Efecto de la temperatura en los paneles solares

Fuente: Harper, 2010



## 4.6 Tipos de sistemas fotovoltaicos

Dependiendo de los requerimientos funcionales y operacionales del sistema, las componentes específicas requeridas pueden incluir componentes primarias, tales como: inversores de C.D. a C.A., bancos de baterías, controladores del sistema y del banco de baterías, fuentes auxiliares y, en algunas ocasiones, las cargas específicas.

En adición, se requieren de otros equipos y elementos como: conectores, dispositivos de desconexión y algunos equipos del proceso. En la siguiente figura se observa un sistema aislado.

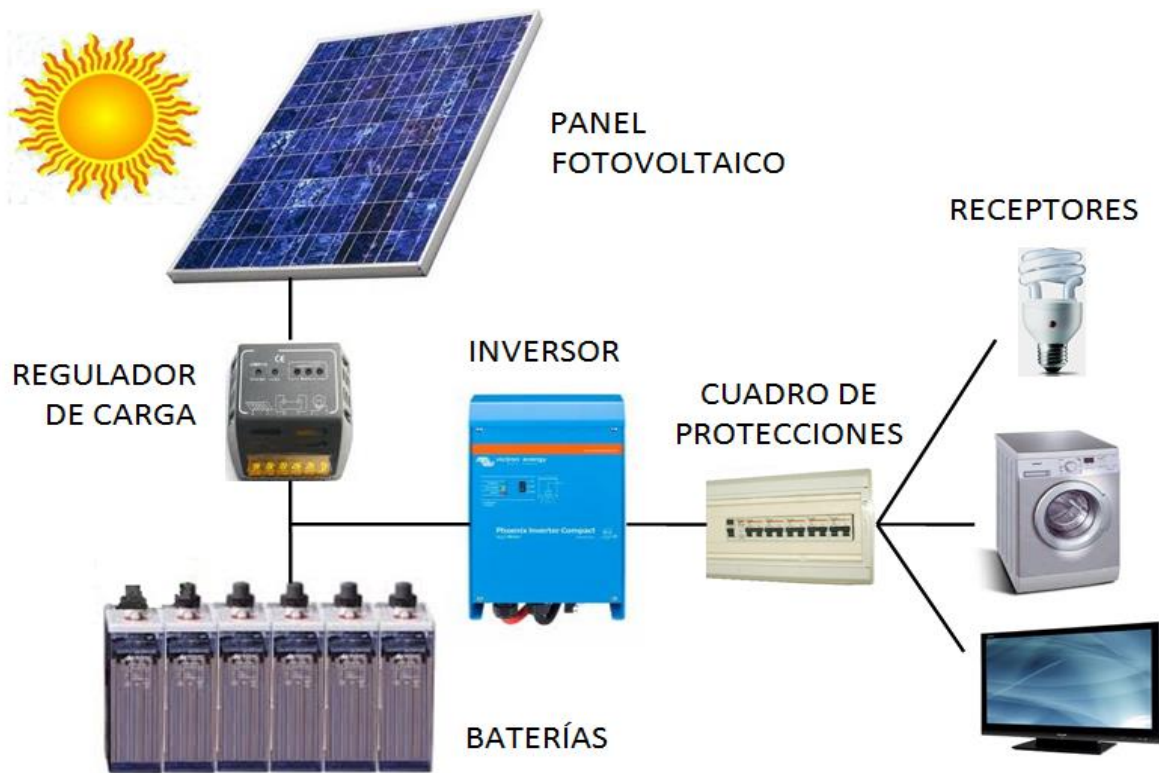


Ilustración 15 Sistema fotovoltaico autónomo

Fuente: <http://ebasl.es/wp-content/uploads/2014/11/FotovoltaicaAislada.png>

En el caso de nuestro sistema, únicamente lo requerido para utilizar el sistema que se tiene para el propósito, se requieren ciertos elementos, a razón de su simple y sencilla utilización en el propósito.

El panel es parte funcional de dicho sistema, ya que sin él no tendríamos la energía suficiente y necesaria para echar a andar la demanda energética del repuesto de bomba de gasolina que se utiliza para llevar a cabo el bombeo.

El inversor es una parte que para nosotros no es vital, la razón por la que esto sucede, es que la corriente generada por el panel es directa y la necesitada a su vez es directa, teniendo esta coincidencia no existe causa para transformar la energía del sistema.

Para el caso del controlador, se idealiza utilizar uno para el repuesto de bomba de gasolina, son de uso rudo y complementario por sí mismos.

“Las bombas eléctricas trabajan normalmente con un voltaje que varía entre 12 y 13 voltios, suministrados al momento de pasar el interruptor de ignición a la posición de encendido.

En ese momento comienza a girar el motor eléctrico, suministrando la presión requerida por el sistema de combustible que puede variar desde 14,5 hasta 55 libras por pulgada cuadrada dependiendo del tipo de vehículo y el sistema de inyección que utiliza. Con esto quiero decir que NO existen bombas universales, es posible que algunas capacidades y modelos se puedan usar en más de una marca y/o modelo pero eso de que todas son la misma cosa es total y absolutamente FALSO. En el caso de las bombas eléctricas alojadas en el tanque de gasolina en sistemas carburados, la presión del sistema generalmente es de 3 a 8 libras por pulgada cuadrada. En todo caso, es necesario consultar la presión del sistema indicada en el manual de servicio del fabricante del vehículo.

Las bombas eléctricas de gasolina son sometidas a rigurosas pruebas de funcionamiento, como por ejemplo, operar en forma continua 500 horas a 4.000 rpm con salida total o ensayos de duración en condiciones extremas donde las bombas alcanzan períodos típicos de 160.000 kilómetros de óptima operación, ofreciendo así, garantía de calidad y larga vida.

Independientemente de la calidad, la vida útil de una bomba de gasolina puede ser afectada por el uso de gasolina contaminada con partículas extrañas, óxido ó por el uso indebido de alcohol o metanol. Sin embargo la falla más frecuente de las bombas de gasolina, se debe a la falta de mantenimiento (cambio) de los filtros de gasolina, los cuales al obstruirse producen

restricción del flujo de gasolina hacia los inyectores, ocasionando que el motor eléctrico de la bomba trabaje al máximo, produciéndose recalentamiento de sus componentes y daño prematuro de la bomba.”

Para el caso de las baterías, estas son necesarias en todo caso, dado que teorizamos que las condiciones serán las naturales.

Ponemos como ejemplo, el dimensionamiento de un sistema de batería que se adapta a para funcionar a dos días, sin energía solar, para el caso de que las condiciones climáticas a si lo determinen.

“Los baterías también llamados acumuladores, son dispositivos que almacenan energía eléctrica. En los sistemas fotovoltaicos autónomos o independientes cumplen con varias funciones, principalmente sirven para almacenar la energía eléctrica para su uso por la noche cuando no se tiene sol para producir energía fotovoltaica, de manera que permita la operación de las cargas durante los periodos de poco sol, para estabilizar el voltaje de sistema y absorber transitorios.

El uso de baterías tiene algunas desventajas, de hecho es preferible en ciertos casos no utilizarlas cuando se pueda acoplar la carga directamente al arreglo fotovoltaico y cuando no se requiere almacenamiento. Las baterías aumentan el costo del sistema, incrementan también el requerimiento de mantenimiento; disminuyen el rendimiento del sistema debido a la pérdida de capacidad.”

### **4.6.1 Protección del circuito.**

La protección del circuito se requiere en cualquier sistema para asegurar que se desconecte de manera en el evento de un corto circuito. La protección del circuito es igualmente válida en sistemas de baja tensión, como en los de alta tensión.

Un sistema de bajo voltaje puede producir problemas importante, simplemente por la elevada corriente que las baterías pueden producir, por ejemplo: las baterías de 12 V pueden generar del orden de 1000 A en un corto, y podría producir un shock severo, en algunos casos, lesiones y hasta la muerte.

En el caso de un corto circuito, la instalación eléctrica podría estar extremadamente caliente, y quemarse en pocos segundos, a menos que se haya seleccionado una protección apropiada, lo que asegura que no se presentan daños como resultados de un corto circuito accidental.

#### **4.6.2. Puesta a tierra-sistema.**

En un sistema fotovoltaico (FV) de dos conductores y tensiones superiores a 50 volts (tensión de salida o tensión del campo fotovoltaico a circuito abierto.), debe ponerse a tierra un conductor de continua. En un sistema de tres conductores, el neutro o toma intermedia del sistema de continua tendrá que ponerse a tierra. Esos requisitos se aplican tanto sistemas aislados como a sistemas conectados a red. Los sistemas de puesta a tierra aumentan la seguridad del personal, y minimiza los efectos de los rayos y otras sobretensiones inducidas en los equipos. La puesta a tierra de todos los sistemas FV reduce el ruido de radiofrecuencia causado por las lámparas fluorescentes de continua y los inversores.

#### **4.6.3 Tamaño del conductor del electrodo de tierra.**

El conductor del electrodo del sistema de tierra en continua no debe tener un calibre inferior a 8 AWG o al del mayor conductor presente en el sistema. Si los conductores entre batería la batería y el inversor son de 4/0 AWG, por ejemplo, entonces el conductor desde el conductor negativo (suponiendo que es este, el que se pone a tierra) y el electrodo de tierra deberá ser de 4/0 AWG. Se permiten excepciones para este gran conductor de tierra. Muchos sistemas FV pueden usar un conductor del electrodo de tierra con calibre 6 AWG, si esa es la única conexión con el electrodo de tierra.

### 4.6.4 Punto de conexión.

El conductor del electrodo del sistema de tierra, para la sección de corriente continua de un sistema FV, se debe conectar a los circuitos de salida del campo FV, hacia el final de los módulos del circuito. Cuando esta conexión se hace cerca de los módulos, se permite el uso de protecciones contra sobretensiones. Los interruptores de desconexión no deben cortar los productores puestos a tierra. En los sistemas aislados, el regulador de carga se puede considerar como parte del circuito de salida del campo FV, y el punto de conexión del conductor del electrodo de tierra puede estar antes o después del regulador. Pero este conductor de tierra tiene que ser de gran calibre (4/0 AWG, por ejemplo) mientras que los conductores que entran o salen del reguladora pueden ser de calibre 10 AWG o inferior. Si se conecta el conductor de tierra en el lado del regulador que da a las baterías, en un punto donde los conductores del sistema son del mayor calibre, se conseguirá una mejor puesta a tierra a expensas de una menor protección contra los rayos.

LAS NORMAS TECNICAS no especifican donde terminan los circuitos de salida del campo FV. Los circuitos, desde la batería hacia la carga, son definitivamente circuitos ramales. Como los conductores mayores son los que van desde la batería hacia el inversor, y las dos terminaciones de estos conductores están al mismo potencial, cualquier terminación puede considerarse un punto de conexión del conductor de tierra. En algunos sistemas aislados con inversor, la entrada negativa de este se conecta a la carcasa metálica, pero no es un buen lugar para conectar el electrodo de tierra y otros conductores de protección de equipos, debido a que el circuito es de alimentación continua y uno de salida del campo nFV. Si se conecta el conductor del electrodo de tierra a la terminal negativa del batería, se evitaría el problema “cable grande/cable pequeño” señalado anteriormente.

Es obligatorio que no haya más de una conexión a tierra del conductor negativo de un sistema FV. No limitar el número de conexiones a una permitirá el flujo de corrientes por conductores no aislados, y se crearan fallas tierra no intencionada en el conductor puesto a tierra.

### 4.6.5 Protección del sistema de corriente directa.

Para sistemas sencillos, el fusible incorporado al controlador, normalmente, debe ser suficiente para la protección del circuito básico. En los sistemas grandes en donde la alimentación para algunos dispositivos de C.D. no va a través del controlador, se tiene que incorporar un fusible en la terminal positiva de la batería. Cuando se acopla un fusible a la batería, se debe asegurar que toda la corriente que proviene de la batería tiene que pasar a través de esta terminal.

En los sistemas de C.D. con circuitos múltiples, es recomendable acoplar fusibles a cada uno de estos circuitos principales y, también interruptores termo magnético, para voltajes mayores en C.D., se deben usar fusibles especiales.

### 4.6.6 Irradiancia e insolación.

Es necesario tener conocimientos de los conceptos básicos de la energía solar, como es la irradiancia y la insolación solar para poder comprender el funcionamiento y rendimiento de los sistemas fotovoltaicos, en particular la insolación es un parámetro clave para el dimensionamiento de los sistemas fotovoltaicos.

El recurso solar de un sitio en particular se puede caracterizar en términos de la irradiancia y la insolación. La irradiancia es la intensidad de la luz solar, las unidades más comunes son watts por metro cuadrado (watts/m<sup>2</sup>) o kilowatt por metro cuadrado (kW/m<sup>2</sup>), la superficie captadora en este caso es el arreglo fotovoltaico, que recibe más irradiancia cuando se orienta directamente hacia el sol y no hay obstáculos que hagan sombras como nubes y árboles. En un día despejado, la irradiancia sobre una superficie perpendicular al sol alcanza un máximo de 1.0 a 1.2 kW/m<sup>2</sup> al mediodía.





Ilustración 16 HSP en México

Fuente: <http://www.webosolar.com/foro/calcula-tamano-sistema-solar-interconexion>

En la figura se muestra en forma cualitativa la irradiancia para un día despejado sobre una superficie fija.

La insolación es la cantidad de energía solar recibida durante un intervalo de tiempo, sus unidades son kilowatts hora/m<sup>2</sup> (Kw-h/m<sup>2</sup>), para dimensionar el sistema fotovoltaico, es necesario conocer la insolación diaria promedio, de preferencia si es para cada mes del año. El valor de la insolación diaria promedio se expresa por lo general de Horas Solares

Pico (HSP). Una hora solar pico es la energía recibida durante una hora a una irradiancia promedio de 1 Kw/m<sup>2</sup>, es decir:

1 Kw-h/m<sup>2</sup>: 1 HSP

En la figura siguiente, se puede visualizar más fácilmente este concepto, no se debe confundir las HSP con las llamadas “horas Luz” que corresponden a la duración del día.



Ilustración 17 Distribucion de Energia producida en el panel durante el dia

Fuente: <http://www.soltec-energia.com/plantasolar.html>



### 4. 7 IRRADIANCIA E INSOLACION (TOMANDO 6 HSP EN ESTE EJEMPLO) EN UN DIA DESPEJADO

Para el diseño de los sistemas fotovoltaicos lo relevante es el conocimiento de las HSP y no las horas luz. La insolación diaria promedio varía entre 3 y 7 HSP dependiendo del lugar.

#### 4.7.1 FACTORES QUE AFECTAN EL RECURSO SOLAR.

La irradiación y la insolación están afectadas principalmente por factores atmosféricos, la latitud del sitio, la estación o la época del año y la inclinación de la superficie captadora o sea el panel fotovoltaico. Los elementos de un balance radiativo tierra-atmosfera se indican en forma general en la siguiente figura mostrando valores porcentuales de radiación infrarroja y radiación solar.

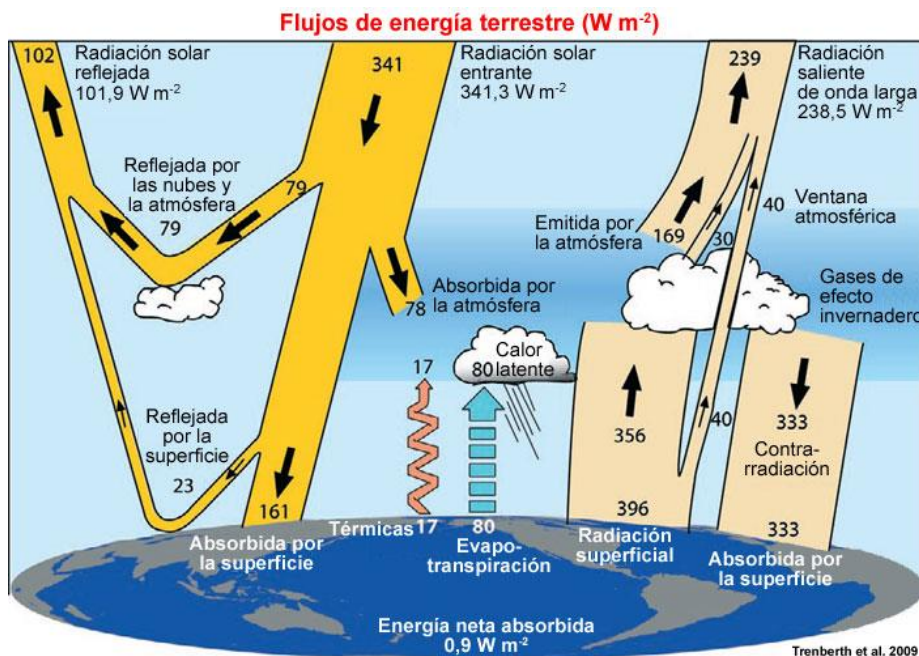
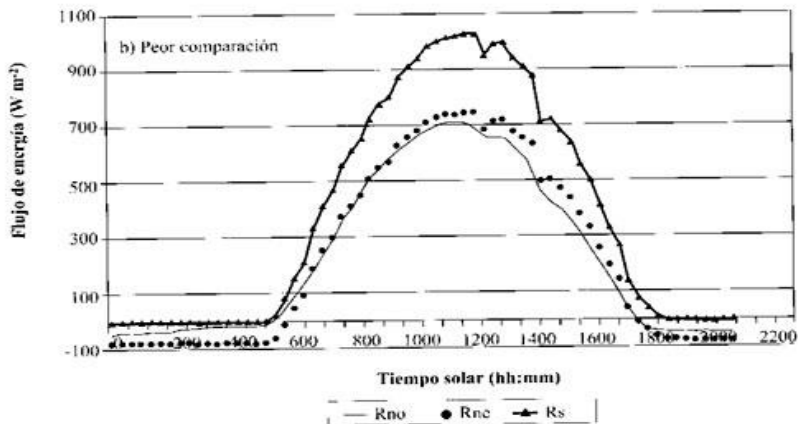
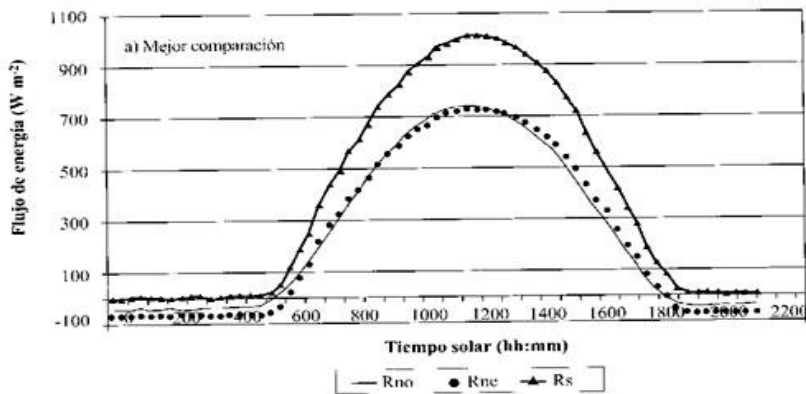


Ilustración 18 Flujos de energía terrestre

Fuente: [www.goesr.gov.com](http://www.goesr.gov.com)

### 4.7.2 BALANCE RADIOACTIVO DEL SISTEMA TIERRA-ATMOSFERA.

En la figura, se muestran como disminuyen las HSP durante un día nublado, de manera que para diseñar un sistema fotovoltaico se debe tomar en consideración el número de días nublados consecutivos que se pueden tener en un sitio durante un año, para de esta manera determinar en forma más precisa la capacidad de un banco de baterías si en su caso específico el sistema lo incorporara por cuestiones técnicas o diseño.



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

En mayor detalle, la influencia de los distintos tipos de nubes sobre la irradiación se muestra en la siguiente figura, lo importante es hacer notar que la irradiación es un parámetro fundamental en el dimensionamiento de un proyecto fotovoltaico, ya que el tamaño del mismo y la conexión entre paneles depende en mucho del valor de la irradiación en el sitio de la instalación.

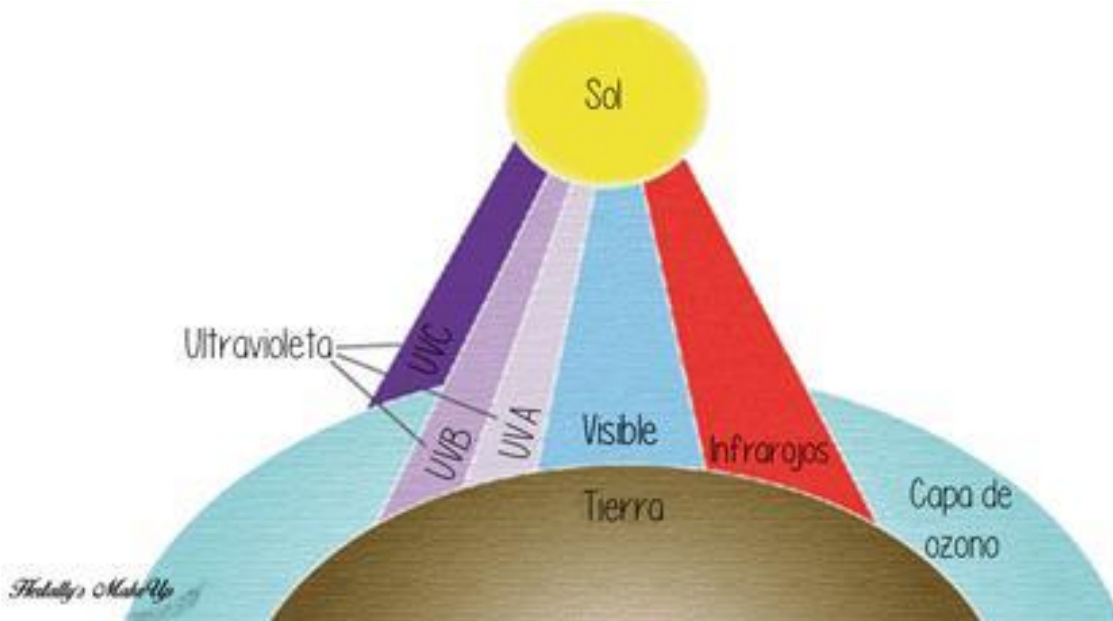


Ilustración 20 Rayos UV

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



*Ilustración 21 Célula Solar*

Fuente: [www.gestoreseficientes.mx](http://www.gestoreseficientes.mx)

## 4.8 LA IRRADIANCIA SOLAR ES LA POTENCIA DE RADIACION POR UNIDAD DE AREA

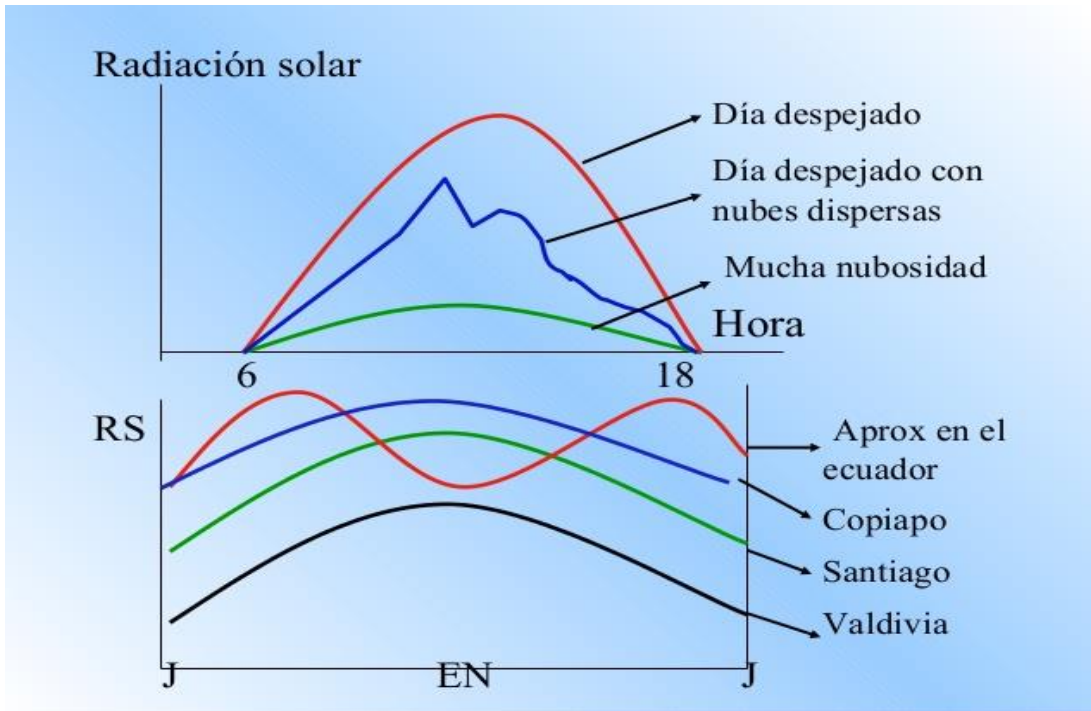


Ilustración 22 Radiación Solar

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

### 4.8.1 INFLUENCIA DE LAS NUBES SOBRE LA RADIACION SOLAR.

Otro factor que afecta la incidencia de la radiación sobre un captador solar o panel fotovoltaico, es el movimiento aparente del sol a lo largo y durante el año, tal y como se muestra en la siguiente figura. Cada día se puede observar que “el sol sale” por el este y se “mete” por el oeste, y por otro lado, el movimiento de traslación de la tierra alrededor del sol. Este movimiento repercute en la “altura aparente” del uso y consecuentemente en la duración del día. En el verano los días son más largos que en el invierno, debido a esta variación la insolación recibida sobre la superficie de la tierra cambia anualmente.

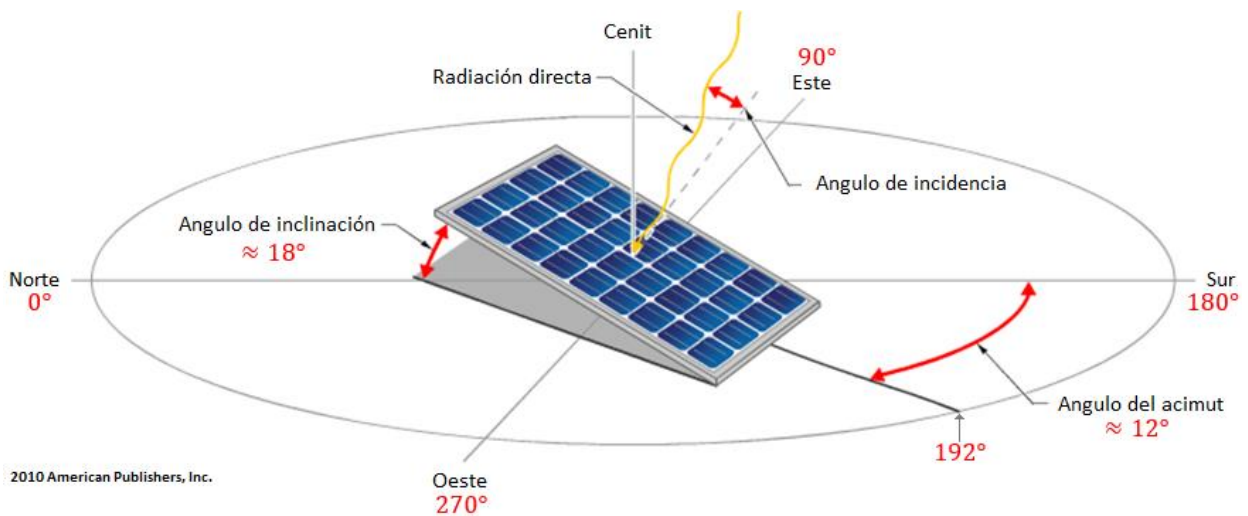


Ilustración 23 Posicionamiento Solar

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



## 4.8.2 TRAYECTORIA SOLAR DIARIA Y ANUAL A UNOS 20 GRADOS DE LATITUD.

Para determinados estudios específicos se deben disponer información puntual de los niveles de insolación en un sitio en particular, algunos de estos valores para unidades se dan en la tabla siguiente, para ser usados en la solución de unos ejemplos más adelante.

La posición

Es otro factor que influye de manera importante en el aprovechamiento de la irradiación y básicamente existen dos tipos: la posición de una arreglo fijo está dada por su orientación y el ángulo de inclinación y que corresponden a los llamados sistemas solares pasivos, en donde el único movimiento es el movimiento relativo del sol con respecto a la tierra. El otro arreglo se conoce como orientable o seguidor solar, en donde los captadores tienen mecanismos mediante los cuales “van siguiendo” la posición del sol, haciendo más eficiente el aprovechamiento de la radiación solar.

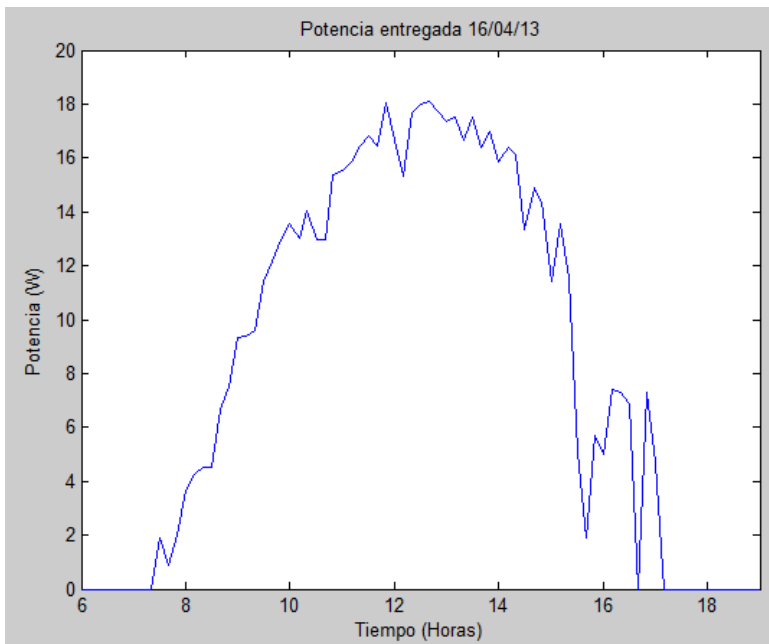


Ilustración 24 Potencia solar

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

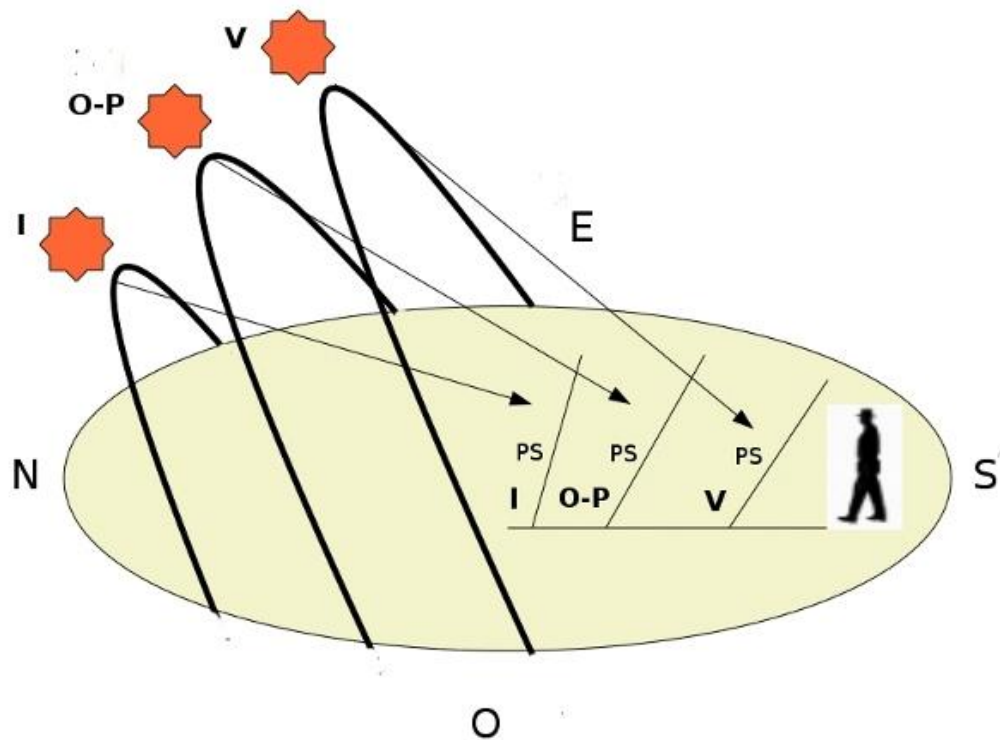


Ilustración 25 Incidencia Solar

Fuente:  
ww

[w.energiasolar.com](http://w.energiasolar.com)

En un arreglo fijo, para obtener la mayor insolación anual total sobre un arreglo fotovoltaico, la inclinación en grados debe ser igual a la latitud del lugar y la mayor orientación se debe hacer hacia el sur verdadero.



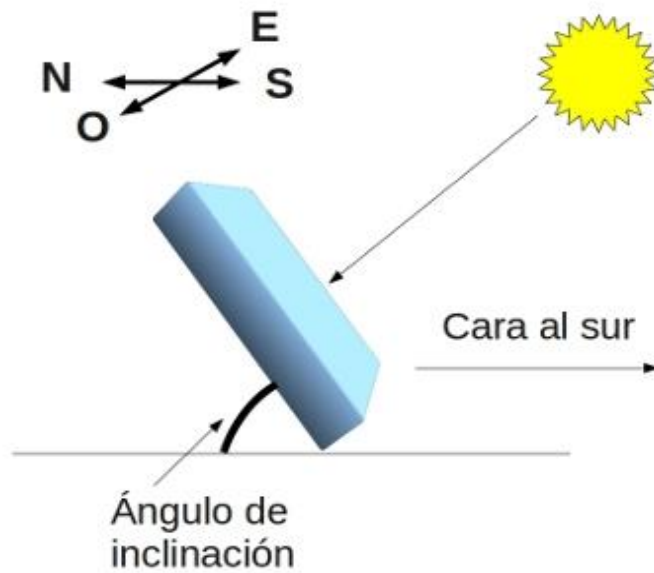


Ilustración 26 Incidencia Latitud

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

EL SUR VERDADERO ESTA DONDE EL SOL APUNTA AL MEDIO DIA

### 4.9 Las instalaciones eléctricas en los sistemas eléctricos

El voltaje y la corriente

Los paneles solares y las baterías están normalmente a 12V. De manera lógica, se puede pensar que lo más sensato es operar el sistema a 12V; para pequeños sistemas, esto es correcto. Sin embargo, hay algunas limitaciones para los sistemas de 12V, de modo que el primer cosa que se debe hacer es identificar el voltaje óptimo a que se debe operar el sistema.

Si se planea un sistema conectado a la red eléctrica, se deben conectar los paneles solares en serie para obtener voltajes más altos, y ubicarse a través de un inversor, ya que es factible operar todo el equipo al mismo voltaje.

A igualdad de potencia, a mayor voltaje, se tiene menor corriente, y, en consecuencia, las dimensiones del conductor son menores, por lo que también se tienen pérdidas menores. Por esta razón –ya sea para sistemas aislados o para sistemas conectados a la red-, los voltajes más comunes para operar un sistema solar son 12V, 24V y 48 V.

Sin embargo, para los sistemas en C.D., se debe considerar el factor costo, pues 12V y 24V son mucho más económicos de implementar en el sistema, que voltajes más altos, pero dependerá de la disponibilidad de los componentes. Por otro lado, los dispositivos y electrodomésticos a 48 V no son muy comunes, y pueden resultar demasiados caros, por lo que solo se destinan para aplicaciones especiales.

Para los sistemas conectados a la red, los cálculos son ligeramente distintos ya que toda la potencia se usa a un voltaje más alto, así que la mejor forma de minimizar las pérdidas de potencia y de incrementar la eficiencia del inversor conectado a la red es operar el arreglo solar a un voltaje mucho mayor. La mayoría de los inversores conectados a la red están diseñados para trabajar entre 70 volts y 600 volts. Este voltaje se logra conectando varios paneles solares en serie.

La selección del voltaje normalmente estará determinada por la cantidad de corriente (amperes) que se está generando por el arreglo fotovoltaico o por la cantidad de corriente que demanda la carga en cualquier momento.

*Fuente: [www.recopila.org/img/voltaje,-resistencia,-corriente](http://www.recopila.org/img/voltaje,-resistencia,-corriente)*



Ilustración 27 Corriente eléctrica

### 4.9.1 Eficiencia de la Batería.

Hay una cierta pérdida de energía en las baterías debido a varias razones; a la diferencia en los voltajes durante la carga y descarga, calentamiento, producción de gases y debido a la pérdida de carga para un periodo de tiempo.

Hay dos tipos de eficiencias definidas para la batería:

### 4.9.2 Eficiencia en amperes-hora

Eficiencia en Watts-Hora

LA EFICIENCIA EN AMPERES-HORA

La eficiencia en Ah se define como la relación entre los Ah entregados por la batería durante la descarga y los Ah suministrados a la batería durante la descarga.

Eficiencia en Ah= $\text{Ah de salida} / \text{Ah de entrada}$

### 4.9.3 La eficiencia en watts-hora

La eficiencia en Watts-Hora es la medición real de la eficiencia de la batería porque toma en cuenta el potencial eléctrico al cual la corriente está circulando, es la relación del número de watts-hora entregado por la batería al número de watts-hora que entran en la misma.

Debido a la diferencia entre los voltajes de carga y descarga la eficiencia en Wh es menor que la eficiencia en Ah. Las baterías de níquel cadmio tienen una eficiencia del 65 % y las de plomo ácido con válvula regulada del 85 %.

#### 4.9.4 Conexión en serie y paralelo de baterías

El voltaje requerido y la capacidad se pueden lograr solo conectando las celdas individuales en serie (para incrementar el voltaje) o paralelo (para incrementar la capacidad en Ah). El banco de baterías formado consiste ya sea de celdas sencillas (2V) o bloques (6V) y el voltaje del sistema es generalmente 24V o 48 V.

#### 4.9.5 Conexión en serie

La conexión en serie de baterías se hace conectando la terminal positiva de una batería a la negativa de la otra, y así sucesivamente. Si se conectan dos baterías de 12V con una capacidad de 100 Ah cada una, se tiene un voltaje total de 24 V, con la misma capacidad de 100Ah.

La desventaja de la conexión serie es que si una de las celdas tiene falla, entonces el banco completo puede fallar también, para prevenir esto, se debe monitorear el banco en forma muy cercana.

La falta de uso de las baterías por un periodo de tiempo prolongado puede ser también un problema. Otros datos útiles para una batería, que se deben conocer para su especificación son: el voltaje de circuito abierto y la eficiencia de la batería.

### 4.9.6 El voltaje de circuito abierto.

La medición del voltaje de la batería durante la carga y descarga no dar un valor preciso del voltaje de la misma. El voltaje de circuito abierto de la batería está definido como el voltaje cuando esta desconectada de la corriente de carga y la descarga, este voltaje se mide por un periodo de 15 a 20 minutos durante el cual la batería esta desconectada. Este voltaje de circuito abierto tiene un valor estable y es proporcional al estado de carga (EDC), por lo tanto, se puede usar para determinar el EDC; para medir este voltaje de circuito abierto se debe usar un voltímetro digital, ya que los analógicos no son suficientes precisos.

Una batería totalmente cargada tiene un voltaje de circuito abierto de 12.6 volts, y por otro lado, una batería totalmente muerta tiene un voltaje de circuito abierto menor a 12.0 volts.

Tabla 18 Estado de Carga De Una Batería

### 4.9.7 Mediciones de voltaje de circuito abierto.

voltaje de circuito abierto(V)	Estado de Carga (EDC) %
12.6	100
12.4	75
12.2	50
12	25
11.9	0

Fuente: (Harper, 2010)

Nota: La estimación del estado de carga del flujo neto de Ah se puede llevar a cabo monitoreando los Ah de carga en la batería y los Ah de descarga fuera de la batería por un

periodo de 20 a 30 días. Los Ah netos (carga menos descarga) permiten determinar el cambio neto del estado de carga (EDM) para el mismo periodo de tiempo.

#### **4.9.8 Ciclo de vida de una batería.**

El ciclo de vida de una batería es inversamente proporcional a la profundidad de descarga, la cual reduce la vida de la batería. La profundidad es diferente para los distintos tipos de baterías, por ejemplo, las baterías tipo gel tienen un ciclo de vida de alrededor de 2900 (8 años), en tanto que las baterías de plomo-acido tienen un ciclo de alrededor de 300 (0.8 años) al 40 % de profundidad de descarga.

#### **4.9.9 Diodos.**

Los módulos que se venden en forma comercial por lo general viene con diodos de paso llamados también diodos anti retorno, que se encuentran por lo general dentro de la caja de conexiones. Estos diodos sirven para que, por ejemplo, cuando un módulo este bajo condiciones de sombra, se convierta en una carga eléctrica para el sistema fotovoltaico.



# Universidad Autónoma de Chiapas

Facultad de Ingeniería C-I



## CAPITULO V

### ECUACIONES PARA EL DISEÑO



### 5.1 Dotación

Se entiende por dotación, la cantidad de agua que se asigna a cada habitante y que comprende todos los consumos de los servicios que se hacen en un día medio anual, incluyendo las pérdidas. La dotación de agua potable va de acuerdo con las condiciones del sistema de abastecimiento; es decir si es eficiente y suficiente, en función del clima del número de habitantes y sus costumbres, del costo del agua distribuida y de las medidas de control para evitar fugas, desperdicios y hacer uso racional de ella.

Se considera para fines de proyecto ya sea de la aplicación de los datos experimentales que se recaben en la población en cuestión, los que se adapten de otras en condiciones similares o, a la falta de estos, se acaten normas de dotación media en función del número de habitantes y el clima, como se indica en la tabla 22 y 23, aplicable a las poblaciones del país, expresada en litros diarios por habitante (litros/habitante/día).

Tabla 19 Dotación de agua potable por clima (lts/hab/día)

NUMERO DE HABITANTES	CLIMA		
	CÁLIDO	TEMPLADO	FRIO
2500 a 15000	150	125	100
15000 a 30000	200	150	125
30000 a 70000	250	200	175
70000 a 150000	300	250	200
Mayor de 150000	350	300	250

Fuente: Valdez, 2007

Las cifras de la tabla de arriba toman en cuenta el uso doméstico del agua que fluctúa más o menos como sigue en litros por habitante y por día.

### 5.1.1 Fluctuación del consumo doméstico.

Tabla 20 Fluctuación del consumo doméstico

Para bebida, cocina y limpieza	De 20 a 45 litros
Descarga de muebles sanitarios	De 30 a 45 litros
Para baño de regadera	De 20 a 30 litros
Consumo promedio por día	De 70 a 105 litros

Fuente: Valdez, 2007

A lo anterior hay que agregar lavado de coches a razón de 20 a 200 litros por vehículo, el riego de patios y jardines que usan de 1 a 7 litros por metro cuadrado y el uso de aire acondicionado a razón de 100 a 500 litros diarios por habitante.

Tabla 21 Clasificación de climas por su temperatura

CLASIFICACIÓN DEL CLIMA DE ACUERDO A LA TEMPERATURA	
Temperatura media anual (°C)	Clima
Mayor a 22.1	Cálido
De 18 a 22	Semicálido
De 12 a 17.9	Templado
De 5 a 11.9	Semifrío
Menor a 5	Frío

Fuente: CNA

Tabla 22 Consumo doméstico per cápita

CONSUMO DOMESTICO PER CÁPITA			
CLIMA	Clase Socioeconómica		
	RESIDENCIAL	MEDIA	POPULAR
Cálido	400	230	185
Semicálido	300	205	130
Templado	250	195	100
Semifrío	251	196	101
Frío	252	197	102

Fuente: CNA

### 5.1.2 Variaciones.

El consumo medio anual de agua en una población es el que resulta de multiplicar la dotación por el número de habitantes y por los 365 días del año:

*Ecuación 1 Dotación Media Anual*

$$D_{ma} = \frac{(D)(P)(365)}{1000}$$

*Ecuación 2 Consumo Medio Diario Anual*

$$V_{md} = \frac{(D)(P)}{1000}$$

Donde

$V_{md}$  = Consumo medio diario anual

### 5.1.3 Gastos de diseño.

Gasto medio diario anual

El gasto medio diario anual en litros por segundo es:

*Ecuación 3 Gasto Medio Diario Anual*

$$Q_{md} = \frac{(D)(P)}{86400}$$

Donde:

$Q_{md}$  = Gasto medio diario anual

D = Dotación

P = población o número de habitantes 86400 = Segundos que tiene un día.

El gasto medio diario anual es la cantidad de agua requerida para satisfacer las necesidades de una población es un día de consumo doméstico.

Las condiciones climáticas, los días de trabajo, etc., tienden a causar amplias variaciones en el consumo de agua.

### 5.1.4 Gasto Maximo diario.

El gasto máximo diario alcanzara probablemente el 120% del diario medio anual y puede llegar hasta el 150%, es decir:

*Ecuación 4 Gasto máximo Diario*

$$Q_{MD} = (Q_{md})(CVD)$$

Donde:

QMD = Gasto máximo diario. L/s

Qmd = Gasto medio diario. L/s

CVD = Coeficiente de variación diaria

Gasto máximo horario

El gasto máximo horario será aproximadamente del 150% del promedio para el día y puede llegar hasta el 200%:

*Ecuación 5 Gasto Máximo Horario*

$$Q_{MH} = (Q_{md})(CVD)(CVH)$$

Donde:

QMH = Gasto máximo horario en l s/

Qmd = Gasto medio diario anual en l s/

CVD = Coeficiente de variación diaria

CVH = Coeficiente de variación horaria

De acuerdo a los Lineamientos Técnicos de la CNA, se tienen los siguientes valores de los coeficientes de variación. Los valores comúnmente usados para proyectos en la República Mexicana son:

Tabla 23 Valores de coeficiente de variación

CVD	1.2	TÉRMINOS GENERALES
CVH	1.5	
CVD	1.4	COMUNIDADES RURALES
CVH	1.55	

Fuente: CNA

Cálculo de gastos de bombeo y diámetros De acuerdo a la fórmula el volumen máximo diario en m<sup>3</sup>:

*Ecuación 6 Volumen Máximo Diario*

$$V_{MD} = \frac{(D)(P)(CVD)}{1000}$$

Gasto de bombeo donde TB es el tiempo de bombeo:

*Ecuación 7 Gasto de Bombeo*

$$Q_B = \frac{V_{MD}}{T_B} (1000)$$

Para el cálculo del diámetro de conducción se aplicará la siguiente formula empírica, la cual se aplica comúnmente en la práctica, para tener una idea rápida de su diámetro y después de acuerdo a las condiciones topográficas se ajusta al caso en análisis.

*Ecuación 8 Diámetro de Conducción*

$$\theta = 1.28\sqrt{Q}$$

### 5.2 Pérdidas por fricción.

En las líneas de conducción largas, la resistencia por fricción, ofrecida por el interior del tubo es el elemento dominante en su diseño hidráulico. En esta sección se presentaran las principales fórmulas que se utilizan en los cálculos del diseño de sistemas de conducción por bombeo, y aplica también para en diseño de red de distribución.

#### 5.2.1 Formula de Darcy-Weisbach.

*Ecuación 9 Fórmula de Darcy-weisbach*

$$h_f = f \frac{LV^2}{D 2g}$$

Dónde:  $h_f$  = Pérdida de carga por fricción

$f$  = coeficiente de fricción.

$L$  = Longitud de la tubería.

$D$  = Diámetro de la tubería

$V$  = Velocidad media en m/s

$g$  = Aceleración de la gravedad: 9.81 m s/2

El factor adimensional  $f$  depende del número de Reynolds y es función de la rugosidad relativa. Esta ecuación es de tipo universal:  $f$  se obtiene del diagrama universal de Moody.

#### 5.2.2 Fórmula de Kozeny.

*Ecuación 10 Formula de Kozeny*

$$f = \frac{3g}{(7.78Re - 5.95)^2}$$

Se aplica a la fórmula de Darcy-Weinsbach y vale para tubos de asbesto-cemento y para  $Re > 4000$ .

### 5.2.3 Fórmula de Hazen William.

*Ecuación 11 Formula de Hazen Willian*

$$V = 0.355C_H D^{0.63} S_f^{0.54}$$

Es la fórmula más común para tubos rugosos. CH depende del material del tubo.

### 5.2.4 Fórmula de Chezy.

*Ecuación 12 Formula de Chezy*

$$V = C\sqrt{R_H S_f}$$

Para tubos rugosos en zonas turbulentas, se obtiene de la fórmula de Darcy-Weinsbach

Aunque lo más conveniente sería utilizar la fórmula de Hazen Williams en conductos de flujo libre o conductos que no fluyen llenos, los Lineamientos Técnicos para la Elaboración de estudios y Proyectos de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario (CNA, 1993), sugieren el uso de la fórmula de Manning en conductos que fluyen lleno:

### 5.2.5 Formula de Manning.

*Ecuación 13 Fórmula de Manning*

$$V = \frac{1}{n} R_H^{\frac{1}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$

Donde:

V = Velocidad media del agua, en m s .

n = Coeficiente de rugosidad de la tubería.

RH = Radio hidráulico, en m.

S = Pendiente hidráulica. Siendo  $S = hf/L$

hf = Pérdida de carga por fricción.



$L$  = Longitud de la línea de conducción.

$Q$  = Gasto por conducir, en  $m^3/s$

$D$  = Diámetro de la tubería.

Como:  $R = A/P$

Sustituyendo en:

*Ecuación 14 Fórmula de Manning Despeje*

$$V = \left(\frac{1}{n}\right) \left(\frac{D}{4}\right)^{2/3} \left(\frac{h_f}{L}\right)^{1/2}$$

Por otra parte, ecuación de gasto es:

*Ecuación 15 Fórmula de Gasto*

$$Q = AV = \left(\frac{\pi D^2}{4}\right) V$$

Sustituyendo:

*Ecuación 16 Fórmula de Gasto (2)*

$$Q = \left(\frac{\pi D^2}{4}\right) \left(\frac{1}{n}\right) \left(\frac{D}{4}\right)^{2/3} \left(\frac{h_f}{L}\right)^{1/2}$$

Operando:

*Ecuación 17 Fórmula de Gasto (3)*

$$Q = (0.3117) \left(\frac{\left(D^{\frac{8}{3}}\right) \left(h_f^{\frac{1}{2}}\right)}{\left(L^{\frac{1}{2}}\right) (n)}\right)$$

Despejando hf:

*Ecuación 18 Formula de perdidas por fricción(1)*

$$hf \frac{1}{2} = \frac{(n) \left( L^{\frac{1}{2}} \right) (Q)}{0.3117 \left( D^{\frac{8}{3}} \right)}$$

Elevando al cuadrado:

*Ecuación 19 Formula de perdidas por fricción(2)*

$$hf = \frac{(10.3)(n^2)(Q^2)(L)}{\left( D^{\frac{16}{3}} \right)}$$

*Ecuación 20 Formula de perdidas por fricción(3)*

$$K = \frac{10.3(n^2)}{D^{\frac{16}{3}}}$$

La ecuación queda:

$$Hf = (K)(Q^2)(L)$$

De esta manera queda deducida la ecuación de Manning para calcular pérdidas de carga en tuberías. Con esta ecuación se trabajara en el capítulo siguiente, en el cálculo del sistema de bombeo. En la tabla 6.7 se presentan las velocidades máximas recomendadas para el escurrimiento del agua en los distintos tipos de tuberías, así como el coeficiente de rugosidad y la capacidad hidráulica, C, correspondiente. En todos los casos la velocidad mínima de escurrimiento para que no se produzca sedimentación en los conductos es de 0.3 m/s.

### 5.3 DIMENSIONAMIENTO DE SISTEMA DE BOMBEO SOLAR ALTERNATIVO

Calculo de la sección transversal del conductor

Otro de los factores importantes para las instalaciones fotovoltaicas a reserva de lo que se detalla más adelante es la sección de los conductores que se usan en el sistema. Para determinar en forma aproximada la sección del conductor requerida, se puede hacer uso de la siguiente formula empírica:

*Ecuación 21 Sección Transversal del conductor*

$$S = \frac{(L \times I \times 0.04)}{\left(\frac{V}{20}\right)}$$

Donde:

L=Longitud del conductor en metros

I=Corriente en Amperes

V=Voltaje del sistema (por ejemplo 12V, 24V, 48V)

S= sección transversal del conductor en mm<sup>2</sup>

Para el caso de utilizar baterías de acuerdo al Wh necesarios del sistema:

Para el caso de nuestra bomba los watts-hora necesarios se calculan, multiplicando la corriente por la el voltaje que al que trabaja, dichos datos fueron tomados en campo:

Dimensionado de las baterías. Como se trata de un sistema aislado o autónomo, es necesario que tenga baterías de respaldo:

### 5.3.1 Amperes-Hora Promedio Por Hora.

*Ecuación 22 Amperes-hora promedio por día*

$$\begin{aligned} & \text{Amperes – Hora promedio por día} \\ &= \frac{[(\text{Carga promedio C. A. por día } (w - h)/\eta) + \text{Carga promedio C. D.}]}{\text{Voltaje del sistema}} \end{aligned}$$

Donde:

$\eta$ =eficiencia del inversor = 0.9

Si se usan baterías de 12 V, se requiere 4 baterías conectadas en serie. El número de baterías conectadas en paralelo se calcula de la siguiente manera:

### 5.3.2 Baterías en paralelo.

*Ecuación 23 No de Baterías en paralelo.*

$$\begin{aligned} & \text{No. de Baterías en paralelo} \\ &= \frac{\text{Amperes – hora } \frac{\text{promedio}}{\text{día}} * \text{No. días de autonomía}}{(\text{Capacidad de la batería en A. h.} * \text{Profundidad de descarga})} \end{aligned}$$

El número total de baterías se calcula de 12 v se calcula de la siguiente:

### 5.3.3 No. De baterías en serie.

*Ecuación 24 No. De baterías en serie*

$$\text{No. de baterías en serie} = \frac{\text{Voltaje del sistema en C. D.}}{\text{Voltaje de las baterías}}$$

### 5.3.4 No. total de Baterías.

*Ecuación 25 No. Total de las baterías*

$$\text{No. total de las baterías} = \text{No. baterías en Serie} * \text{No. Baterías en paralelo}$$

## 5.4 DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO DEL ARREGLO FOTOVOLTAICO

*Ecuación 26 I pico arreglo*

$$I \text{ pico arreglo} = \frac{\text{Amperes} - \text{Hora promedio/día}}{\eta B * HSP}$$

$\eta B$  = Eficiencia de las baterías (se puede tomar 0.8)

HSP=Horas solar pico

Después de seleccionar el módulo de 12 volts:

*Ecuación 27 No. De módulos en paralelos*

$$\text{No. de modulos en paralelo} = \frac{I \text{ pico arreglo}}{I \text{ pico modulo}}$$

El número de módulos en serie es:

*Ecuación 28 No. De baterias en serie*

$$\text{No. de baterias en serie} = \frac{\text{Voltaje del sistema en C. D.}}{\text{Voltaje nominal por modulo}}$$

*Ecuación 29 No. Total de módulos*

$$\text{No. total de modulos} = \text{No. modulos en serie} * \text{No. modulos en paralelo}$$

## 5.5 CÁLCULO DEL CONTROLADOR DEL SISTEMA:

*Ecuación 30 Icc arreglo*

$$Icc \text{ arreglo} = 1.25 * Icc \text{ modulo} * \text{No. modulos en paralelo}$$

*Ecuación 31 Cálculo del inversor*

CALCULO DEL INVERSOR:

Voltaje nominal en C.D.

Voltaje nominal en C.A.

Potencia de operación continua =similar al número de watts del sistema

Corriente de salida en C.A. =Potencia / Voltaje nominal en C.A.

Para realizar los cálculos de los amperes-hora, se realiza de la siguiente manera, en el caso de nuestro panel se tienen en la ficha técnica que nuestra Corriente de Máxima Potencia es I máx.

*Ecuación 32 Máxima Potencia*

HSP X I máx.

Calcular el número de horas de disposición de uso para el mes de enero:

*Ecuación 33 Horas del prototipo*

$$H = \frac{A - H}{A}$$

H: número de horas que podrá funcionar el prototipo.

A-H: es el número de A-H (amperes-hora) que tenemos por día de ese mes.

A: Este dato representa la cantidad de amperes que nuestro aparato consume por hora.

# Universidad Autónoma de Chiapas

## Facultad de Ingeniería C-I

Los días en llenar la batería se encuentran en la columna número 9 de nuestra tabla. Este dato proviene del cociente de dividir la capacidad total de nuestra batería de almacenaje entre el número de A-h producidos por día, estos datos son dados por mes del año.

Por ejemplo, calcular en número de días que tardara en llenarse nuestra batería, considerando que se encuentra completamente descargada en el mes de abril.

*Ecuación 34 Número de Días*

$$\text{numero de dias: } \frac{\text{numero de amperes hora producido por dia}}{\text{la capacidad total de amacenaje de la bateria}}$$

*Ecuación 35 Porcentaje de Cargar Por Día*

Formula:

$$\text{porcentaje de carga por dia} = \left( \frac{\text{Amperes hora por dia (A-H-Dia)}}{\text{Carga de la bateria (A-H)}} \right) (100)$$

Dicho ciclo de descarga representa una carga completa de la batería y una descarga a cero, es una representativa dado que la batería no debe descargarse completamente, como lo propongo en el cálculo.

*Ecuación 36 Num. Dias Trabajo*

$$\text{Num. Dias trabajando} = \left( \frac{100}{\% \text{ porcentaje de bateria almacenad}} \right) (\text{Ciclos descarga})$$

Razones por la cual centro mi atención en la batería al ser el aparato con vida límite de 500 ciclos de descarga.

Formula:

*Ecuación 37 Años de uso trabajando diario*

$$\text{Años de uso trabajando diario} = \frac{\text{Num. de dias trabajando}}{365}$$

Formula:

*Ecuación 38 Produccion Porcentual de Exceso*

$$\text{Produccion Porcentual de exceso} = \frac{\text{Total de Vol.} \left( \frac{\text{L}}{\text{Dia}} \right)}{\text{litros de capacidad de rotoplas}} (100)$$





# Universidad Autónoma de Chiapas

## Facultad de Ingeniería C-I



### CAPITULO VI

#### PROPUESTA DEL SISTEMA DE BOMBEO SOLAR ALTERNATIVO

### 6.1 Propuesta de sistema de bombeo solar alternativo

A continuación presentamos el cálculo de las capacidades de los aparatos, necesarios para nuestro sistema autónomo de acuerdo a la bibliografía de Harper:

De los datos obtenidos por medio de prueba de voltímetro tenemos la siguiente información:

Datos de Funcionamiento:

Voltaje: 12, 48 voltios

Amperaje: 2.49 Amperes

Potencia: 31.07 Wh

Supusimos que el sistema funcionaria bajo las condiciones de trabajar durante 5 días.

*Tabla 24 Propuesta de sistema de bombeo solar alternativo*

Dimensionamiento de Baterías				
Carga Promedio Diaria en C.D.	Eficiencia del Inversor	Carga Promedio Diaria en C.D.	Voltaje del sistema en C.D.	Amperes-Hora Promedio /Dia
155.35	0.9	0	12	14.40092593
Amperes-Hora Promedio /Día	Días de autonomía	límite de descarga	Capacidad en en A-H de la batería	Baterías en Paralelo
14.40092593	2	0.5	100	0.6063
Voltaje del sistema en C.D.	Voltaje de la batería	Baterías en Serie	Baterías en Paralelo	Baterías Totales

12	12	1	0.6063	0.6063
----	----	---	--------	--------

### 6.1.1 DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO DEL ARREGLO FOTOVOLTAICO.

$$I_{\text{pico arreglo}} = \frac{14.40092593 \text{ A} - h/\text{día}}{(0.8) * (5)} = 3.6002314 \text{ Amperes}$$

$\eta$  B= Eficiencia de las baterías (se puede tomar 0.8)

HSP=Horas solar pico

Después de seleccionar el módulo de 12 volts:

$$\text{No. de módulos en paralelo} = \frac{3.6002 \text{ Amperes}}{5.72 \text{ Amperes}} = 0.629405$$

El número de módulos en serie es:

$$\text{No. de baterías en serie} = \frac{12 \text{ volts}}{18.6 \text{ volts}} = 0.6451$$

$$\text{No. total de módulos} = 0.6451 * 0.629405 = 0.406029$$

### 6.1.2 CÁLCULO DEL CONTROLADOR DEL SISTEMA:

$$I_{\text{carreglo}} = 1.25 * 5.72 * 0.6294 = 4.5002 \text{ Amperes}$$

SISTEMA DE PROPUESTA

ESQUEMA ELÉCTRICO:

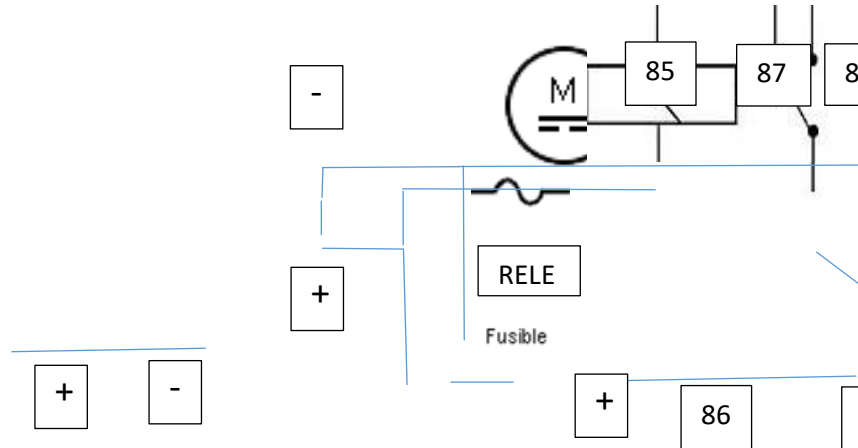
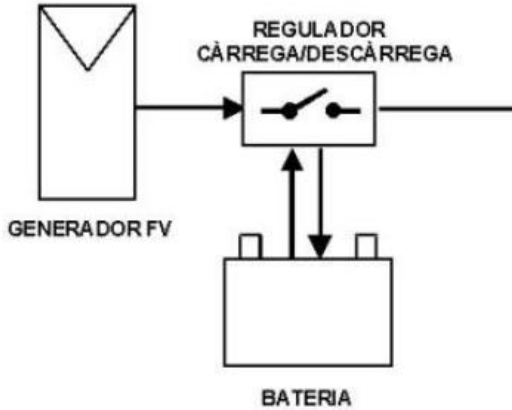


Ilustración 28 Esquema Eléctrica

## 6.2 REPUESTO DE BOMBA PROPUESTO PARA DICHO SISTEMA SOLAR



Ilustración 29 Repuesto de Bomba

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

Datos de bomba:

Repuesto de Bomba de Gasolina

Marca: General Motors 4.3/5.3 Vatec

Presión: Alta presión (85-100 libras/pulgada cuadrada)

Año del modelo: 99-03

Modelo: P-86 K

## 6.2.1 PANEL SOLAR 100 W



*Ilustración 30 Panel Solar*

*Fuente: [www.fortiussolar.com/paneles-fotovoltaicos/](http://www.fortiussolar.com/paneles-fotovoltaicos/)*

Datos específicos del panel utilizado en modelo



# Universidad Autónoma de Chiapas

## Facultad de Ingeniería C-I



Ensambladora: CONERMEX

Pot. Max: 100 watts

Vmp: 18.6 V

Imp: 5.38 A      Icc: 5.72 A

Tolerancia en Voltaje Nominal: +- 5%

Resistencia al viento: 2400 Pa

Dimensión del módulo: 1195x541x35 mm

Condiciones de Prueba:

1000 W/m<sup>2</sup> AM: 1.5

Temperatura: 25 centígrados

Voltaje CD Máximo de Sistema: 1000 V DC

## 6.2.2 Batería de ciclo profundo 90 A-h.



*Ilustración 30 batería*

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

### Características y beneficios

Baterías RV Duralast marina y están diseñados para que usted y le mantendrá en el agua! Baterías Duralast marinas se fabrican con el arranque en frío amperios, la Reserva de la capacidad y resistencia a las vibraciones para mantenerlo operativo en los exigentes entornos marinos y RV.

Tecnología de fabricación patentada produce rejilla rejillas diseñadas para ser más eficiente para un rendimiento óptimo

Best-in-Class tapones de ventilación están diseñados para ser más seguro y reducir las fugas y la corrosión

Soldaduras Solidium™ están diseñados para detener la corrosión y evitar fallos prematuros

Pasta negativa vida útil™ está formulado para mejorar el rendimiento y la duración de la batería

### Detalles del producto

*Tabla 25 Ficha técnica: Batería Ciclo Profundo*

Número de parte: 24DC-DL

---

Peso: 47.21lbs

---

12 Volt

---

550 CCA

---

Amp-horas: 0.0

---

Solicitud: Marina

---

BCI de arranque en frío 550  
amperios (CCA):

---



BCI frío amperios de Probado a BCI Estándar  
arranque Valor:

Designación ICC:	24
Altura de la batería:	225 mm - 8 7/8 en
Duración de la batería:	260 mm - 10 1/4 en
Ancho de la batería:	173 mm - 6 13/16 en
Núcleo de carga aplicable:	Sí
Amperios de arranque (CA):	685
Ciclo profundo:	Sí
ES arranque en frío amperios (CCA):	0
Positivo lado del terminal:	Izquierda
Mensaje Ubicación:	arriba Nota
Capacidad de Reserva (min):	140

### 6.2.3 Controlador solar de 10 A



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

Ilustración 31 Controlador eléctrico

Especificaciones:

Tensión nominal: 12 V 24 V Auto

Aplicación: Controlador Del Sistema Solar

Corriente: 10A, 20A, 30A

Paquete:

Descripción del producto

1x Controlador de Carga de La Batería de paneles Solares

Con Temporizador y sensor de luz, podría funcionar para el sistema de luz solar.

Sólo Para fuera de la Red PV Sistema Solar.

Para 10A 12 V Sistema Pv: 120 W Panel Solar, 12 V Batería de Plomo-ácido, 21 V para Max Voltaje de entrada

Para 10A 24 V Sistema Pv: 240 W Panel Solar, 24 V Batería de Plomo-ácido, 42 V para Max Voltaje de entrada

### INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD

1. asegúrese de que la batería tiene suficiente voltaje para el controlador para reconocer el tipo de batería antes de primera instalación.

2. El cable de La batería debe ser tan corto como sea posible para minimizar las pérdidas.

3. El regulador es sólo apto para baterías de plomo-ácido: ABIERTO, AGM, GEL

No es adecuado para las baterías de níquel metal hidruro, iones de litio o baterías.

4. El regulador de carga sólo es adecuado para la regulación de los módulos solares. Nunca conectar otra fuente de carga para el regulador de carga.

### CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO

1. Build-in industrial microcontrolador.

2. configuración de Una Sola tecla, la pantalla digital, función de memoria automática.

3. Fully pwm-carga de gestión de carga.

4. Construir-en la protección de cortocircuito, protección de circuito abierto, protección inversa, sobre protección de la carga.

5. Dual mosfet protección actual Reversa, bajo la producción de calor.

### SISTEMA de CONEXIÓN

1. Conecte la batería para el regulador de carga de más y menos. se mostrará 1, en caso de detectar 12 V batería, 2 en caso de detectar 24 V batería.
2. Conecte el módulo fotovoltaico para el regulador de más y menos.
3. Conecte al consumidor para el regulador de carga de más y menos.

El orden inverso se aplica cuando la desinstalación de!

Una orden de la secuencia incorrecta puede dañar el controlador.

Calculo de la sección transversal del conductor (10 metros de longitud)

Otro de los factores importantes para las instalaciones fotovoltaicas a reserva de lo que se detalla más adelante es la sección de los conductores que se usan en el sistema. Para determinar en forma aproximada la sección del conductor requerida, se puede hacer uso de la siguiente formula empírica:

$$S = \frac{(L \times I \times 0.04)}{\left(\frac{V}{20}\right)}$$

Donde:

L=Longitud del conductor en metros

I=Corriente en Amperes

V=Voltaje del sistema(por ejemplo 12V,24V,48V)

S= sección transversal del conductor en mm<sup>2</sup>

L a sección requerida para el conductor es:

Para nuestro sistema es

L=10 metros (para casos en los que las bombas se extiendan hasta esa longitud)

I=4.98 Amperes

V=21.62 Volts

$$S = \frac{(10 \times 4.57 \times 0.04)}{\left(\frac{12}{20}\right)} = 1.7$$

Tabla 26 Cálculo de la sección transversal del conductor

AWG	Dial. mm	Área mm <sup>2</sup>	AWG	Diam. mm	Área mm <sup>2</sup>
1	7.35	42.40	16	1.29	1.31
2	6.54	33.60	17	1.15	1.04
3	5.86	27.00	18	1.024	0.823
4	5.19	21.20	19	0.912	0.653
5	4.62	16.80	20	0.812	0.519
6	4.11	13.30	21	0.723	0.412
7	3.67	10.60	22	0.644	0.325
8	3.26	8.35	23	0.573	0.259
9	2.91	6.62	24	0.511	0.205
10	2.59	5.27	25	0.455	0.163
11	2.30	4.15	26	0.405	0.128

12	2.05	3.31	27	0.361	0.102
13	1.83	2.63	28	0.321	0.0804
14	1.63	2.08	29	0.286	0.0646
15	1.45	1.65	30	0.255	0.0503

Fuente: Propia

Que para nuestro diseño sería óptimo usar entonces el cable número 12.

Cálculo de la sección transversal del conductor (3 metros de longitud)

Otro de los factores importantes para las instalaciones fotovoltaicas a reserva de lo que se detalla más adelante es la sección de los conductores que se usan en el sistema. Para determinar en forma aproximada la sección del conductor requerida, se puede hacer uso de la siguiente fórmula empírica:

$$S = \frac{(L \times I \times 0.04)}{\left(\frac{V}{20}\right)}$$

Donde:

L=Longitud del conductor en metros

I=Corriente en Amperes

V=Voltaje del sistema (por ejemplo 12V, 24V, 48V)

S= sección transversal del conductor en mm<sup>2</sup>

L a sección requerida para el conductor es:

Para nuestro sistema es

L=3 metros (para casos en los que las bombas se extiendan hasta esa longitud)

I=4.98 Amperes

V=21.62 Volts

$$S = \frac{(3 \times 4.57 \times 0.04)}{\left(\frac{12}{20}\right)} = 0.914$$

Tabla 27 Cálculo de diámetro de cable a 3 metros

AWG	Diam. mm	Área mm <sup>2</sup>	AWG	Diam. mm	Área mm <sup>2</sup>
1	7.35	42.40	16	1.29	1.31
2	6.54	33.60	17	1.15	1.04
3	5.86	27.00	18	1.024	0.823
4	5.19	21.20	19	0.912	0.653
5	4.62	16.80	20	0.812	0.519
6	4.11	13.30	21	0.723	0.412
7	3.67	10.60	22	0.644	0.325
8	3.26	8.35	23	0.573	0.259
9	2.91	6.62	24	0.511	0.205
10	2.59	5.27	25	0.455	0.163

11	2.30	4.15	26	0.405	0.128
12	2.05	3.31	27	0.361	0.102
13	1.83	2.63	28	0.321	0.0804
14	1.63	2.08	29	0.286	0.0646
15	1.45	1.65	30	0.255	0.0503

Para nuestro diseño sería óptimo usar entonces el cable número 17 como mínimo

$$S = \frac{(LxIx0.04)}{\left(\frac{V}{20}\right)}$$

Tabla 28 Secciones Graduadas

sección en mm2 de cable de cobre				
longitud de cable	corriente en sistema	voltaje del sistema	Sección de Cobre en mm2	# Cable número AWG
1	4.57	12	0.426533333	20
2	4.57	12	0.853066667	17
3	4.57	12	1.2796	16
4	4.57	12	1.706133333	13
5	4.57	12	2.132666667	13
6	4.57	12	2.5592	13
7	4.57	12	2.985733333	12
8	4.57	12	3.412266667	11
9	4.57	12	3.8388	11
10	4.57	12	4.265333333	11



Fuente: Propia

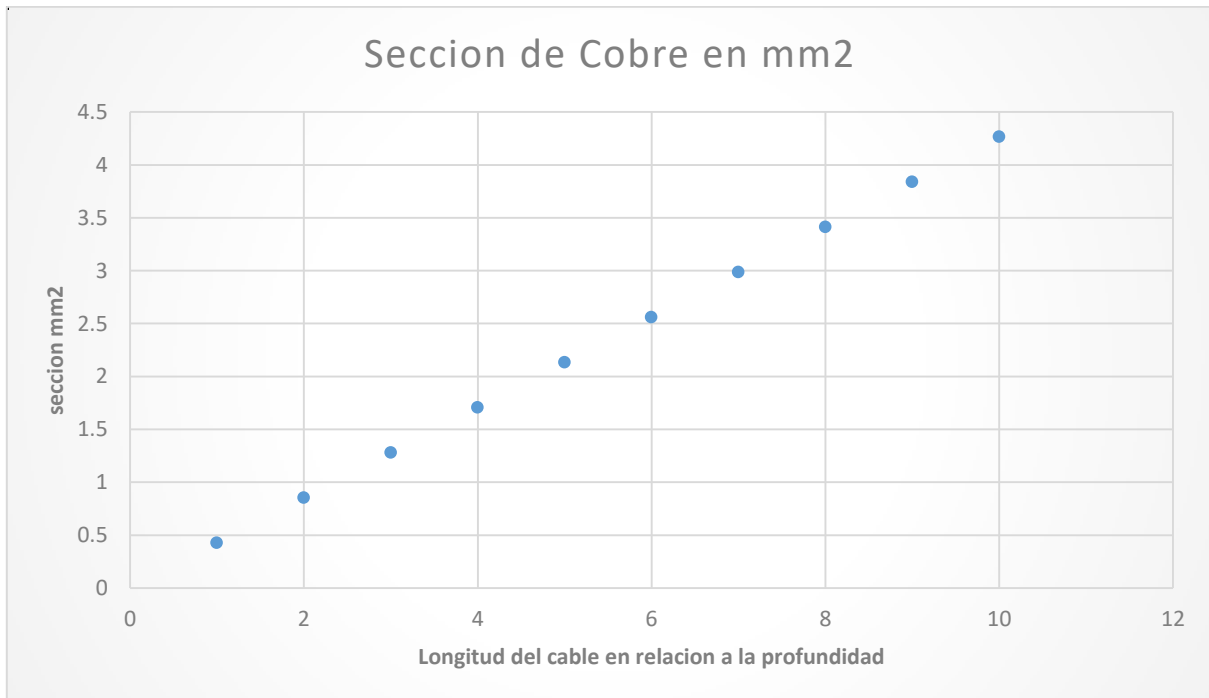


Ilustración 32 Gráfica Sección mm<sup>2</sup> Vs Longitud del cable

*Función lineal número de metros vs. Sección de cobre en mm<sup>2</sup>*

El gráfico que resulta nos muestra la relación que hay entre las secciones en mm<sup>2</sup> y la longitud del cable; dicha longitud proviene de la misma que también podría emplearse en profundidad de pozos de profundidades parametrizadas hasta 10 metros. Estos valores están calculados con 40% de seguridad en el diámetro.

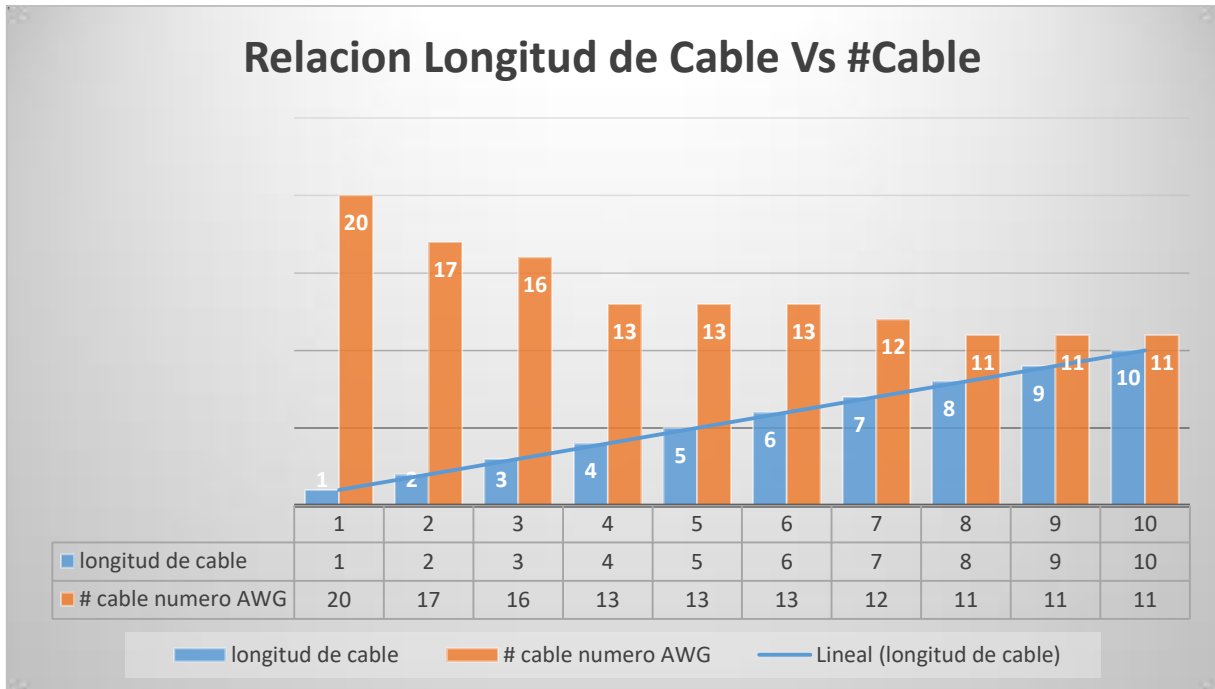


Ilustración 33 Gráfico de Relación # Cable vs longitud

A continuación una tabla donde se puede observar la longitud del cable en función de la sección del cable (de cobre).

En la tabla anterior se tiene que tener en cuenta que se habla de máximos, y que en la instalación que queramos hacer, no tendríamos que calcular los cables para que funcionen gran parte del tiempo al máximo de su capacidad, sino solo en momentos puntuales y el resto del tiempo, que trabajen siempre por debajo de estos valores. Además estos valores son teóricos y varían con la temperatura y la longitud del cable, por tanto son valores orientativos que nos pueden servir bastante pero que no se deben usar al pie de la letra.

Una recomendación muy buena para una instalación basada en la producción de electricidad mediante energías renovables, es que después de hacer los cálculos, utilicemos cables de una sección superior, que aunque esto producirá un aumento de coste a la hora de comprar los cables, puede evitar problemas futuros, y además reducirá considerablemente las pérdidas de energía debidas a la instalación de cableado.

Localidad:	Yajalón	C-1 6.3
Municipio:	Yajalón	
Estado:	Chiapas	

## Datos Generales Poblacionales:

Población:	142
Tasa de crecimiento:	3.4
Clase socioeconómica:	MEDIA

Temperatura (°C)	Periodo	Mínima		Máxima	
	Mayo - Octubre	9	18	21	27
Noviembre - Abril	6	12	18	21	

Ilustración 34 Datos Generales Poblacionales

TEMPERATURA PROMEDIO						
Periodo	Duración Meses	Temperatura (°C)			Temperatura (°C)	
		Mínima	Promedio	Máxima	Promedio	
De mayo a octubre	6	9	18	13.5	21	27
De noviembre a abril	6	6	12	9	18	21
				11.25		
<i>Temperatura media anual (T.M.A):16.50</i>						

CLASIFICACIÓN DEL CLIMA DE ACUERDO A LA TEMPERATURA	
Temperatura media anual (°C)	Clima
Mayor a 22.1	Cálido
De 18 a 22	Semicálido
De 12 a 17.9	Templado
De 5 a 11.9	Semifrío
Menor a 5	Frio

El clima se selecciona en función de la temperatura media anual

El tipo de clima del municipio de Yajalon es **TEMPLADO**

Fuente: Patricio Sánchez ,2016

## 6.4 Dotación en función del clima y clase socioeconómica.

### 6.4.1 Variaciones.

CLIMA	CONSUMO DOMESTICO PER CÁPITA		
	CLASE SOCIOECONÓMICA		
	RESIDENCIAL	MEDIA	POPULAR
Cálido	400	230	185
Semicálido	300	205	130
Templado	250	195	100
Semifrío	251	196	101
Frio	252	197	102

147

Ilustración 36 Consumo Doméstico Per Capita

El consumo medio anual de agua en una población es el que resulta de multiplicar la dotación por el número de habitantes y por los 365 días del año:

$$D_{ma} = \frac{\left(\frac{195 \frac{l}{hab}}{dia}\right) (34,028 \text{ hab})(365)}{1000} = 2,421,942 \text{ m}^3/\text{año}$$

$$V_{md} = \frac{\left(\frac{195 \frac{l}{hab}}{dia}\right) (34,028 \text{ hab})}{1000} = 6635 \text{ m}^3/\text{dia}$$

V md= consumo medio anual diario

Gastos de diseño Gasto medio diario anual

El gasto medio diario anual en litros por segundo es:

$$Q_{md} = \frac{\left(\frac{195 \frac{l}{hab}}{dia}\right) (34,028 \text{ hab})}{86400} = 76.8 \frac{l}{s}$$

*Ilustración 37 Determinación del consumo, litros por habitante por día*

### 6.4.2 Consumo Litros por Habitantes por día.

Donde:

Q md = Gasto medio diario anual

D = Dotación

P = población o número de habitantes 86400 = Segundos que tiene un día.

El gasto medio diario anual es la cantidad de agua requerida para satisfacer las necesidades de una población es un día de consumo doméstico.

Las condiciones climáticas, los días de trabajo, etc., tienden a causar amplias variaciones en el consumo de agua.

### 6.5 Gasto máximo diario

El gasto máximo diario alcanzara probablemente el 120% del diario medio anual y puede llegar hasta el 150%, es decir:

$$Q_{MD} = \left( \frac{76.8 \frac{l}{s}}{dia} \right) (1.20) = 92.16 \frac{l}{s}$$

Donde:

QMD = Gasto máximo diario. L /s

Q md = Gasto medio diario. L /s

CVD = Coeficiente de variación diaria

Gasto máximo horario

El gasto máximo horario será aproximadamente del 150% del promedio para el día y puede llegar hasta el 200%:

$$Q_{MH} = \left( 76.8 \frac{l}{s} \right) (1.20)(1.50) = 138.2 \frac{l}{s}$$

Donde:

QMH = Gasto máximo horario en l /s

Q md = Gasto medio diario anual en l /s

CVD = Coeficiente de variación diaria

CVH = Coeficiente de variación horaria

De acuerdo a los Lineamientos Técnicos de la CNA, se tienen los siguientes valores de los coeficientes de variación. Los valores comúnmente usados para proyectos en la República Mexicana son:

### 6.5.1 Valores de coeficiente de variación.

CVD	1.2	TÉRMINOS GENERALES
CVH	1.5	
CVD	1.4	COMUNIDADES RURALES
CVH	1.55	

*Ilustración 38 Coeficientes de Variación*

*Fuente: CNA*

Cálculo de gastos de bombeo y diámetros De acuerdo a la fórmula el volumen máximo diario en m<sup>3</sup>:

Volumen máximo diario:

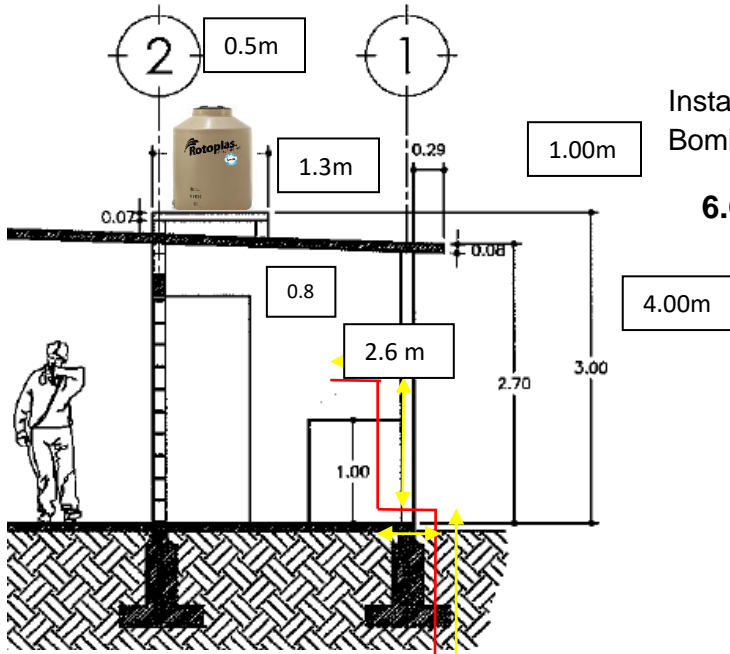
$$VMD = \frac{\left(\frac{195 \frac{l}{s}}{dia}\right) (34028 \text{ hab})(1.40)}{1000} = 9289.6 \text{ M}^3$$

### 6.6 PROPUESTA DE TUBERIA PARA UNIDAD DE VIVIENDA BASICA

Adaptación del sistema de bombeo solar alternativo a la unidad de vivienda básica de FONAHPO

Consiste en básicamente en la adaptación del sistema en la vivienda de unidad básica de vivienda propuesta por FONAHPO para municipios con alta y muy alta marginación de México, atendiendo a aquellas comunidades indígenas. Esta unidad básica de vivienda es el año 2016, fue la que se otorgó de apoyo para el año fiscal 2016 para dicho programa. Experimento de propuesta de instalación de modelo de casa FONHAPO.

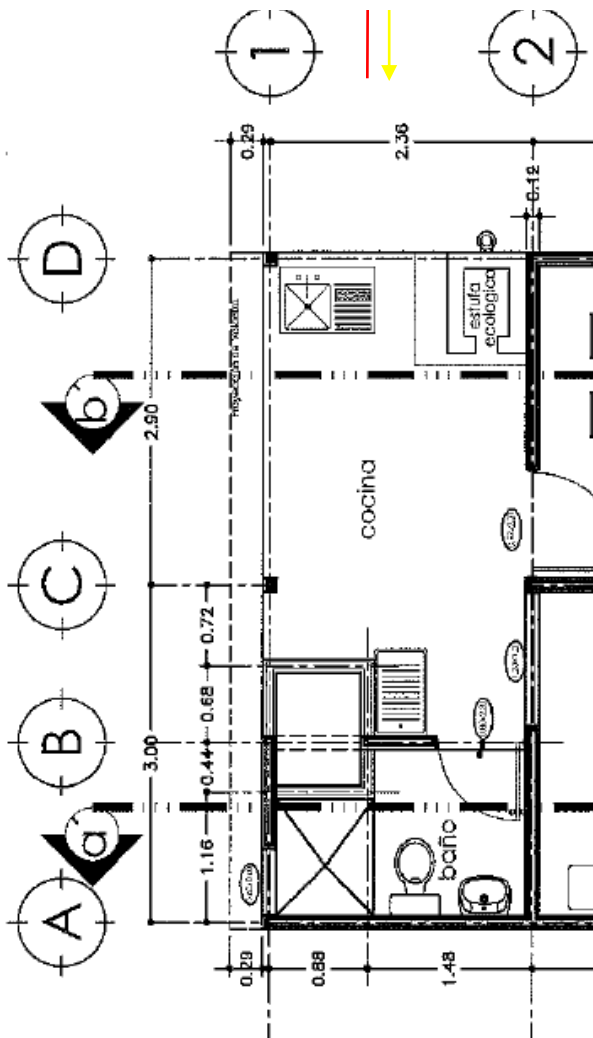
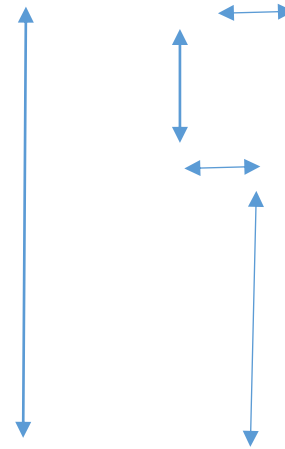
Vista eje 1-2



Instalación hidráulica del Sistema de Bombeo Solar Alternativo

### 6.6.1 Tubería CPVC.

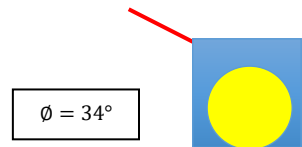
Ilustración 39 Propuesta de instalación de tubería c.p.v.c.



Longitud total CPVC (1/2"):  $2.6m + 0.8m + 1.3m + 0.5m = 5.2m$

Sistema propuesto de tubería:

### 6.6.2 Vista en planta.



Posición de Tanque

*Ilustración 40 Vista aérea: Tanque Rotoplas*

### 6.6.3 Vista eje 1-2

Instalación hidráulica del Sistema de Bombeo Solar Alternativo

Tubería CPVC



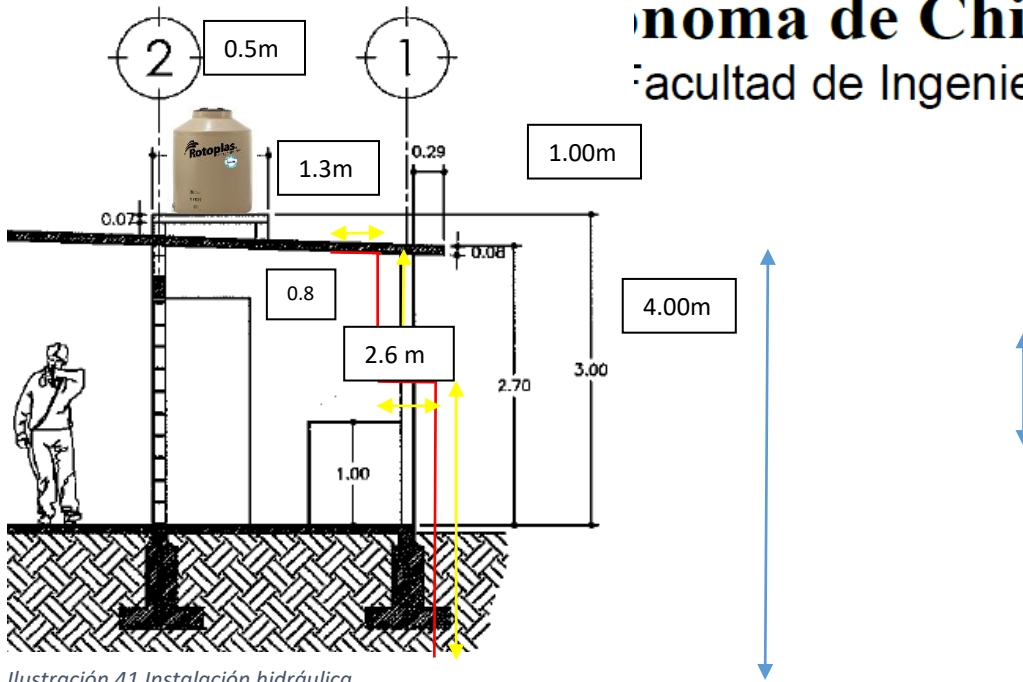


Ilustración 41 Instalación hidráulica

Longitud total CPVC (1/2"):  $2.6\text{ m} + 0.8\text{ m} + 1.3\text{ m} + 0.5\text{ m} = 5.2\text{ m}$

Para el cálculo del diámetro de conducción se aplicará la siguiente fórmula empírica, la cual se aplica comúnmente en la práctica, para tener una idea rápida de su diámetro y después de acuerdo a las condiciones topográficas se ajusta al caso en análisis.

$$\phi = 1.28\sqrt{Q}$$

$$\phi = 1.28\sqrt{0.04817\text{ l/s}} = 0.2809\text{ in}$$

#### 6.6.4 Diámetro Teórico

En pulgadas

D=0.2809 in

En  
centí  
metro  
s

D=  
0.7134  
cm A=  
0.40  
cm<sup>2</sup>,  
sin  
embar  
go la

próxima área comercial es la de un ½

Posibles diámetros comerciales de conducción.

DIÁMETROS COMERCIALES		ÁREA		
		Pulg <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>
D1	2	3.1412	20.2658	2.03E-03
D2	1 1/2	1.7669	11.3995	1.14E-03
D3	1 1/4	1.2270	7.9163	7.92E-04
D4	1	0.7853	5.0664	5.07E-04
D5	3/4	0.4417	2.8499	2.85E-04
D6	1/2	0.1963	1.2666	1.27E-04

Ilustración 42 Diámetros Comerciales

### 6.6.5 Velocidad del flujo en la tubería.

Tabla 29 Gasto/velocidad/Área

Cálculo de Velocidad para cada diámetro

$$Q=V \cdot A$$

$$V=Q/A$$

Tabla 30 Gasto en m<sup>3</sup>

Q	l/s	m <sup>3</sup> /s
	0.048	4.80 E-05

### 6.6.6 Velocidad en los diferentes posibles diámetros comerciales.

Tabla 31 Selección de velocidades de líquido

Diámetro	Velocidad	Unidad
2	0.0236	m/s
1 ½	0.0421	m/s
1 ¼	0.0606	m/s
1	0.094	m/s
¾	0.168 m/s	m/s
<b>½</b>	<b>0.378 m/s</b>	<b>m/s</b>

Tabla 32 Longitud de la línea de conducción

Caso	Longitud	Unidad
1.-Conduccion de casa	5.2	m

Tabla 33 Velocidades altas para generar función

MATERIAL DE LA TUBERÍA		
Tubería de:	Vmax permisible (m/s)	Coefficiente de Manning (N)
P.V.C (Policloruro de vinilo)	5	0.009

CONSTANTE DE MANNING (K)	
Diámetro (pulgadas)	K
2	4069
1 1/2	13160
1 1/4	27,240
1	102,800
3/4	406,000

Ilustración 43 Manning

Coeficiente n y constante K de Manning

### 6.6.7 Pérdidas por fricción.

Tanque de captación- Unidad de Vivienda Básica (UVB) FONHAPO

Tabla 34 Gasto al cuadrado

Calculo de  $Q^2$

$Q^2$	0.002304	l/s
	0.000000002304	m <sup>3</sup> /s

Tabla 35 Pérdidas por conducción

Tinaco Rotoplas de 450 litros de capacidad de almacenamiento

$$H_f = (L)(Q^2)(K)$$

Diámetro (pulgadas)	L(m)	$Q^2$ (m <sup>3</sup> /s)	K	$H_f$ (m)
2	5.2	0.000000002304	4069	0.00004874
1 ½	5.2	0.000000002304	13160	0.0001576
1 ¼	5.2	0.000000002304	27,240	0.0003263
1	5.2	0.000000002304	102,800	0.001231
¾	5.2	0.000000002304	406,000	0.004864
1/2	5.2	0.000000002304	1634000	0.0195

Tabla 36 Tabla de pérdidas del 15 %

Perdidas Menores (15 %\* $H_f$ )

Diámetro (pulgadas)	15 %	$H_f$	Perdidas Menores (m)
2	0.15	0.00004874	7.311E-06
1 ½	0.15	0.0001576	2.364 E-05

1 ¼	0.15	0.0003263	4.8945 E-05
1	0.15	0.001231	1.8465 E-04
¾	0.15	0.004864	7.3 E-04
1/2	0.15	0.0195	2.9364 E-03

Tabla 37 Pérdidas Totales

Pérdidas Totales .HT

$$H_t = H_f + 15\%H_f$$

Diámetro (pulgadas)	H <sub>f</sub> (m)	15 %*H <sub>f</sub> (m)	Pérdidas (m)	Totales
2	0.00004874	7.311E-06	0.000056	
1 ½	0.0001576	2.364 E-05	0.00018	
1 ¼	0.0003263	4.8945 E-05	0.00037	
1	0.001231	1.8465 E-04	0.0014	
¾	0.004864	7.3 E-04	0.006	
½	0.0195	2.9364 E-03	0.02243	

Tabla 38 Carga Dinámica total

CARGA DINAMICA TOTAL (C.D.T.)

C.D.T.= CARGA ESTÁTICA + PERDIDAS TOTALES + ALTURA DE ASPIRACION

Tabla 39 Altura de Aspiración

CARGA ESTATICA                      2.9                                      M

ALTURA DE ASPIRACION 1 m

Tabla 40 Pérdidas

Diámetro (pulgadas)	H est (m)	Ht (m)	H aspiración (m)	C.D.T. (m)
2	2.9	0.000056	1	3.900056
1 ½	2.9	0.00018	1	3.90018
1 ¼	2.9	0.00037	1	3.90037
1	2.9	0.0014	1	3.9014
¾	2.9	0.006	1	3.906
½	2.9	0.02243	1	3.92243

### 6.6.8 Potencia requerida.

$$HP = \frac{(Q)(C. D. T)(\gamma_{agua})}{76 * n}$$

Donde:

$Q = \text{Gasto en } \frac{l}{s}$

**C.D.T= Carga dinámica total**

$\gamma = \text{Peso específico del agua} = 1 \frac{kg}{m^3}$

$n = \text{eficiencia de la bomba} = 70\%$

Ilustración 44 Potencia de Bomba

Tabla 41 Potencia Requerida

Diámetro	Q (l/s)	C.D.T. (m)	Y(kg/m <sup>3</sup> )	76 n	HP
2	0.0480	3.900056	1	53.2	0.0035
1 ½	0.0480	3.90018	1	53.2	0.0035
1 ¼	0.0480	3.90037	1	53.2	0.0035
1	0.0480	3.9014	1	53.2	0.0035
¾	0.0480	3.906	1	53.2	0.0035
½	0.0480	3.92243	1	53.2	0.0035

Fuente: Propia

Tabla 42 Datos para el sistema de bombeo

### RESUMEN DE LOS CALCULOS REALIZADOS PARA LA ELECCION DE UN SISTEMA DE BOMBEO

#### Unidad de Vivienda Básica

Longitud (m)	Diámetro comercial (pulg)	Velocidad (m/s)	Q (l/s)	C.D.T. (m)	76 n	HP
5.2 m	½	0.378	0.048	3.92243	53.2	0.0035

En esta tabla observamos los resultados finales o resumen de los datos que se han obtenido de nuestro sistema a través de pruebas. Vemos como la potencia que requerimos está por debajo de la que en realidad tenemos a disposición que circula en los 30 w .Para concluir este procedimiento vemos que la propuesta de tubería de CPV de ½ pulgadas, longitud de 5.2 metros genera una C.D.T. de 3.906 m, lo que demuestra que la propuesta de tubería da buenos resultados .





# Universidad Autónoma de Chiapas

## Facultad de Ingeniería C-I



Se analizó a su vez, las distintas tuberías de acuerdo a las variaciones de sus diámetros, con el propósito de diferenciar entre sus velocidades, pérdidas por conducción y potencias requeridas.

### CAPITULO VII

### RESULTADOS DE PRUEBA DE SISTEMA ALTERNATIVO DE BOMBEO SOLAR

### 7.1 RESULTADOS DE PRUEBA DE SISTEMA ALTERNATIVO DE BOMBEO SOLAR

Los resultados fueron los siguientes, se utilizó un cronometro y un recipiente para parametrizar los volúmenes de agua que se movilizaron a través del sistema.

#### 7.1.1 Bajo la fórmula de la continuidad:

$$Q=V \cdot A.$$

Tabla 43 Prueba # 1

Tiempo (segundos)	Volumen (litros)	Gasto(l/min)	Gasto(l/h)
41	1.6	2.341463415	140.487805

Tabla 44 Prueba # 2

Tiempo (segundos)	Volumen (litros)	Gasto(l/min)	Gasto(l/h)
40	1.6	2.4	144

Tabla 45 Prueba # 3

Tiempo (segundos)	Volumen (litros)	Gasto(l/min)	Gasto(l/h)
35	1.5	2.571428571	154.285714

Tabla 46 Gasto promedio

Promedio Gasto (l/h)
146.2578397

De acuerdo a las horas solares picos podemos calcular cuanta energía podría generar nuestro panel al día. Las indicaciones de nuestro panel 5.37 Amperes.

Tendremos la siguiente producción energética, basada en la cantidad de horas solares pico que se produzcan en la distinta parte de nuestro estado.

Por ejemplo la cantidad de radiación que hay en la costa, definitivamente no es la misma que hay en los altos de Chiapas.

Se cree comúnmente que existen aproximadamente 12 horas de luz o sol (como comúnmente lo conoce la gente), sin embargo no todas esas horas es posible la funcionalidad al 100% de nuestro sistema de paneles o panel según sea el caso, dado que los rayos no caen perpendicularmente todo el día es decir , no hay un trabajo al 100% de todas las células solares en su conjunto, lo que nos lleva a crear el concepto de HSP (horas solares pico) que expresan el número exacto de horas en las que nuestro sistema individual o en un conjunto grande trabajan.

A su vez las horas pico, por explicar, las horas solares pico varían de lugar a lugar y de estación a estación, las estaciones de invierno ofrecen menos perpendicularidad a la incidencia de los rayos solares, y las estaciones de verano no ofrecen una mayor perpendicularidad a estas. A su vez los lugares también, dado que los lugares rodeados por montañas ofrecen menos horas de sol que las llanuras.

Lo que a continuación procede es un cálculo hecho para nuestro sistema de acuerdo a los lugares de muy alta marginación del estado de Chiapas según INEGI.

Yajalón, Chiapas (La latitud **17.167** / longitud **-92.333**)

La latitud **17.167** / longitud **-92.333** fue elegido.

	Unidad	ubicación de los datos del clima
Latitud	NORTE	17.167
Longitud	MI	-92.333
Elevación	metro	495
Calefacción temperatura de diseño	DO	14.78
Temperatura de enfriamiento diseño	DO	31.22
amplitud de temperatura de la Tierra	DO	10.62
Días de heladas en el sitio	día	0

Mes	Temperatura del aire	Humedad relativa	La radiación solar diaria - horizontales	Presión atmosférica	Velocidad del viento	temperatura de la tierra	Calefacción grados-día	Enfriamiento grados-día
	DO	%	kWh / m <sup>2</sup> / d	kPa	Sra	DO	discos compactos	discos compactos
enero	20.0	75.4%	3.83	96.1	3.0	20.1	7	321
febrero	21.5	70.1%	4.51	96.0	2.9	22.0	2	334
marzo	23.4	63.5%	5.47	95.8	2.8	24.4	2	422
abril	25.0	63.7%	5.99	95.7	2.3	26.5	0	457
Mayo	25.3	70.4%	5.85	95.7	2.1	26.6	0	480
junio	24.9	77.8%	5.49	95.7	2.1	25.7	0	455
julio	24.3	77.6%	5.70	95.9	2.4	25.1	0	452
agosto	24.5	76.8%	5.56	95.8	2.1	25.4	0	460
septiembre	24.1	80.0%	4.85	95.7	2.0	24.9	0	435
octubre	23.0	80.7%	4.35	95.8	2.5	23.5	0	412
noviembre	21.8	78.5%	4.06	96.0	2.7	22.2	0	365
diciembre	20.3	78.2%	3.61	96.1	3.0	20.4	4	333
<b>Annual</b>	23.2	74.4%	4.94	95.8	2.5	23.9	15	4926
Medido a (m)					10.0	0.0		

Ilustración 45 Datos de la NASA

Fuente: [www.eosweb.larc.nasa.gov](http://www.eosweb.larc.nasa.gov)

## 7.1.2 RESULTADOS DE PRUEBA SOLAR.

Tabla 47 Resultados de efectividad de nuestro sistema de bombeo solar alternativo

Mes	HSP	Amperes del panel	A-h para la batería	Ampere s usados por la Bomba	Horas de uso al día de la Bomba	Promedio Gasto( L/H)	Total de Vol. L/Día	Días en llenar la batería 95 A-h	% de la batería almacenado/ Día	número de Días trabajando la batería produciendo dicho gasto	años de trabajo diario
Enero	3.83	5.37	20.5671	2.49	8.25988	146.258	1208.1	4.61903	22.8523	2187.96	5.99441
Febrero	4.51	5.37	24.2187	2.49	9.72639	146.258	1422.6	3.92259	26.9097	1858.068	5.0906
Marzo	5.47	5.37	29.3739	2.49	11.7967	146.258	1725.4	3.23416	32.6377	1531.972	4.19718
Abril	5.99	5.37	32.1663	2.49	12.9182	146.258	1889.4	2.9534	35.7403	1398.98	3.83282
Mayo	5.85	5.37	31.4145	2.49	12.6163	146.258	1845.2	3.02408	34.905	1432.46	3.92455
Junio	5.49	5.37	29.4813	2.49	11.8399	146.258	1731.7	3.22238	32.757	1526.391	4.18189
Julio	5.7	5.37	30.609	2.49	12.2928	146.258	1797.9	3.10366	34.01	1470.156	4.02782
Agosto	5.56	5.37	29.8572	2.49	11.9908	146.258	1753.8	3.18181	33.1747	1507.174	4.12924
Septiembre	4.85	5.37	26.0445	2.49	10.4596	146.258	1529.8	3.6476	28.9383	1727.812	4.73373
Octubre	4.35	5.37	23.3595	2.49	9.38133	146.258	1372.1	4.06687	25.955	1926.411	5.27784
Noviembre	4.06	5.37	21.8022	2.49	8.7559	146.258	1280.6	4.35736	24.2247	2064.012	5.65483
Diciembre	3.61	5.37	19.3857	2.49	7.78542	146.258	1138.7	4.90052	21.5397	2321.299	6.35972
Promedio	4.9392	5.37	26.52333	2.49	10.6519	146.258	1557.9	3.68612	29.4704	1746.058	4.78372

Tabla de resultados de nuestro sistema de agua de bombeo para casa FONHAPO, de acuerdo a sus rendimientos, de acuerdo las condiciones solares del municipio de Yajalón, Chiapas. Donde a su vez tomamos en cuenta como

parte de todo este sistema las demandas energéticas de cada uno de los complementos del sistema.

### 7.2 CANTIDAD DE HORAS SOLARES PICO

Tabla 48 Cantidad de Horas Solares Pico

Mes	HSP	Amperes del panel	A-h para la batería
Enero	3.83	5.37	20.5671
Febrero	4.51	5.37	24.2187
Marzo	5.47	5.37	29.3739
Abril	5.99	5.37	32.1663
Mayo	5.85	5.37	31.4145
Junio	5.49	5.37	29.4813
Julio	5.7	5.37	30.609
Agosto	5.56	5.37	29.8572
Septiembre	4.85	5.37	26.0445
Octubre	4.35	5.37	23.3595
Noviembre	4.06	5.37	21.8022
Diciembre	3.61	5.37	19.3857
Promedio	4.9392	5.37	26.52333

Esta es la parte de la tabla muestra la cantidad de horas solares pico que se tiene para el municipio de Yajalón, Chiapas, pasando por cada uno de los meses del año, es importante observar que en estos datos los meses con mayor cantidad de horas solares pico son Abril y Mayo, meses en los que él la sensación térmica es

mayor, para Chiapas. Otros de los asuntos responsables de esta variada de horas solares pico es la inclinación en la se encuentra nuestro planeta.

### 7.3 HORAS DE USO AL DÍA DE LA BOMBA

*Tabla 49 Horas de uso al día de la bomba de acuerdo a la cantidad de energía solar generada por el sol*

A-h para la batería	Amperes usados por la Bomba	Horas de uso al día de la Bomba
20.5671	2.49	8.25988
24.2187	2.49	9.72639
29.3739	2.49	11.7967
32.1663	2.49	12.9182
31.4145	2.49	12.6163
29.4813	2.49	11.8399
30.609	2.49	12.2928
29.8572	2.49	11.9908
26.0445	2.49	10.4596
23.3595	2.49	9.38133
21.8022	2.49	8.7559
19.3857	2.49	7.78542
26.52333	2.49	10.6519

Para nuestro panel de 100 watts tenemos y su producción de amperes por día tenemos la columna número 1 de arriba.

Ejemplo:

Calcular para el caso de enero, obtener que cantidad A-h podemos producir y a su vez producir por parte de nuestro panel:

Fórmula:

$3.83 \text{ HSP} \times 5.37 \text{ A} = 20.56 \text{ A-h}$

Para realizar los cálculos de los amperes-hora, se realiza de la siguiente manera, en el caso de nuestro panel se tienen en la ficha técnica que nuestra Corriente de Máxima Potencia es  $I_{\text{max}}$

$\text{HSP} \times I_{\text{Máx}} = 3.83 \text{ HSP} \times 5.37 \text{ A} = 20.56 \text{ A-h}$

Tras pruebas con nuestra repuesto de bomba o como comúnmente le decimos, bomba alternativa, pudimos acercarnos a conocer la información técnica. Dicha información técnica nos permitiría a su vez a acercarnos a las demandas por parte de esta.

En el caso de nuestra bomba tenemos necesidades de corriente directa, ya que nuestra bomba funciona con 12 voltios, hecho principal por el que únicamente en nuestro sistema se necesitan una batería, un controlador y el panel; ideal para ser funcional en lugares donde el aislamiento es una opción de oportunidad de llegar a más lugares.

### **7.3.1 Dato de corriente necesaria de nuestro prototipo:**

$I_{\text{cc}}$  (corriente): 2.49 amperes

Después de tener la idea exacta de la necesidad del prototipo, pudimos llegar a una cantidad de horas de uso de la misma, dado que conocíamos la cantidad de A-h que teníamos a disposición nuestra.

Partiendo de esto ejemplo:



Calculo (para el caso de enero):

$$H = \frac{20.56 A-H}{2.49 A} = 8.25988 \text{ A-H o horas de uso al día de la bomba.}$$

### 7.4 CALCULA DE HORAS DE USO AL DÍA PARA ENERO

*Tabla 50 Cálculo de Horas de uso al día para el caso enero*

A-h para la batería	Amperes usados por la Bomba	Horas de uso al día de la Bomba
20.5671	2.49	8.25988
24.2187	2.49	9.72639
29.3739	2.49	11.7967
32.1663	2.49	12.9182
31.4145	2.49	12.6163
29.4813	2.49	11.8399
30.609	2.49	12.2928
29.8572	2.49	11.9908
26.0445	2.49	10.4596
23.3595	2.49	9.38133
21.8022	2.49	8.7559
19.3857	2.49	7.78542
26.52333	2.49	10.6519

Posteriormente, de acuerdo al dato del gasto, que obtuvo con el sistema de prueba (pag. 37) que fue de 146.258 litros por hora

### 7.5 PROMEDIO-GASTO.

Tabla 51 Promedio-Gasto

Mes	HSP	Amperes del panel	A-h para la batería	Amperes usados por la Bomba	Horas de uso al día de la Bomba	Promedio Gasto (L/H)
Enero	3.83	5.37	20.5671	2.49	8.25988	146.258
Febrero	4.51	5.37	24.2187	2.49	9.72639	146.258
Marzo	5.47	5.37	29.3739	2.49	11.7967	146.258
Abril	5.99	5.37	32.1663	2.49	12.9182	146.258
Mayo	5.85	5.37	31.4145	2.49	12.6163	146.258
Junio	5.49	5.37	29.4813	2.49	11.8399	146.258
Julio	5.7	5.37	30.609	2.49	12.2928	146.258
Agosto	5.56	5.37	29.8572	2.49	11.9908	146.258
Septiembre	4.85	5.37	26.0445	2.49	10.4596	146.258
Octubre	4.35	5.37	23.3595	2.49	9.38133	146.258
Noviembre	4.06	5.37	21.8022	2.49	8.7559	146.258
Diciembre	3.61	5.37	19.3857	2.49	7.78542	146.258
Promedio	4.9392	5.37	26.52333	2.49	10.6519	146.258

Conociendo la cantidad de fluido por unidad de tiempo que circula, estamos en la antesala de conocer cuál es la cantidad de líquido de bombeo por día a nuestro acceso diario aunque y tomando como dato importante que nuestro Rotoplas pueda almacenar únicamente 450 litros por indicaciones de construcción. Anexe este dato a la tabla, pudiéndolo ver en la columna número 8, a continuación:

### 7.6 VOLUMEN TOTAL PRODUCIDA

Tabla 52 Volumen total producido de acuerdo al mes y cantidad de energía solar producida por la estación

Mes	HSP	Amperes del panel	A-h para la batería	Amperes usados por la Bomba	Horas de uso al día de la Bomba	Promedio Gasto( L/H)	Total de Vol. L/Día
Enero	3.83	5.37	20.5671	2.49	8.25988	146.258	1208.1
Febrero	4.51	5.37	24.2187	2.49	9.72639	146.258	1422.6
Marzo	5.47	5.37	29.3739	2.49	11.7967	146.258	1725.4
Abril	5.99	5.37	32.1663	2.49	12.9182	146.258	1889.4
Mayo	5.85	5.37	31.4145	2.49	12.6163	146.258	1845.2
Junio	5.49	5.37	29.4813	2.49	11.8399	146.258	1731.7
Julio	5.7	5.37	30.609	2.49	12.2928	146.258	1797.9
Agosto	5.56	5.37	29.8572	2.49	11.9908	146.258	1753.8
Septiembre	4.85	5.37	26.0445	2.49	10.4596	146.258	1529.8
Octubre	4.35	5.37	23.3595	2.49	9.38133	146.258	1372.1
Noviembre	4.06	5.37	21.8022	2.49	8.7559	146.258	1280.6
Diciembre	3.61	5.37	19.3857	2.49	7.78542	146.258	1138.7
Promedio	4.9392	5.37	26.52333	2.49	10.6519	146.258	1557.9

En promedio llegamos a la conclusión que la capacidad de nuestro sistema llega a 1557.9 litros por día o a maneras de metros cúbicos llegamos a tener un gasto de 1.5579 metros cúbicos por día. Varían mayormente en los meses invernales donde la radiación es un poco más lejana de nuestro sistema y acrecentando mayormente en los meses primaverales, donde casi se consiguen gastos de aproximadamente o cercanos a 2 metros cúbicos o 2000 litros de agua por día,

claro hago la acentuación de que nuestro Rotoplas puede tener soporte de almacenaje de 450 litros por ficha técnica (pag 4 de este capítulo).

### 7.7 DIAS EN QUE SE LLENARA LA BATERIA

Tabla 53 Días en se supone se llenaría la batería si supusiéramos que esta se encontrara vacía

Mes	HSP	Amperes del panel	A-h para la batería	Amperes usados por la Bomba	Horas de uso al día de la Bomba	Promedio Gasto( L/H)	Total de Vol. L/Día	Días en llenar la batería 95 A-h
Enero	3.83	5.37	20.5671	2.49	8.25988	146.258	1208.1	4.61903
Febrero	4.51	5.37	24.2187	2.49	9.72639	146.258	1422.6	3.92259
Marzo	5.47	5.37	29.3739	2.49	11.7967	146.258	1725.4	3.23416
Abril	5.99	5.37	32.1663	2.49	12.9182	146.258	1889.4	2.9534
Mayo	5.85	5.37	31.4145	2.49	12.6163	146.258	1845.2	3.02408
Junio	5.49	5.37	29.4813	2.49	11.8399	146.258	1731.7	3.22238
Julio	5.7	5.37	30.609	2.49	12.2928	146.258	1797.9	3.10366
Agosto	5.56	5.37	29.8572	2.49	11.9908	146.258	1753.8	3.18181
Septiembre	4.85	5.37	26.0445	2.49	10.4596	146.258	1529.8	3.6476
Octubre	4.35	5.37	23.3595	2.49	9.38133	146.258	1372.1	4.06687
Noviembre	4.06	5.37	21.8022	2.49	8.7559	146.258	1280.6	4.35736
Diciembre	3.61	5.37	19.3857	2.49	7.78542	146.258	1138.7	4.90052
Promedio	4.9392	5.37	26.52333	2.49	10.6519	146.258	1557.9	3.68612

$$\text{numero de días: } \frac{32.1663 \text{ A-H-DIA}}{95 \text{ A-H}} = 2.9534 \text{ días}$$

Ejemplificamos a través del mes de abril como podríamos conocer el número de días que se tardaría en cargar completamente la batería de nuestro sistema.

### 7.8 PORCENTAJE DE BATERÍA ALMACENADO POR DÍA

Tabla 54 Porcentaje de batería almacenado por día

Mes	HSP	Amperes del panel	A-h para la batería	Amperes usados por la Bomba	Horas de uso al día de la Bomba	Promedio Gasto( L/H)	Total de Vol. L/Día	Días en llenar la batería 95 A-h	% de la batería almacenado/ Día
Enero	3.83	5.37	20.5671	2.49	8.25988	146.258	1208.1	4.61903	22.8523
Febrero	4.51	5.37	24.2187	2.49	9.72639	146.258	1422.6	3.92259	26.9097
Marzo	5.47	5.37	29.3739	2.49	11.7967	146.258	1725.4	3.23416	32.6377
Abril	5.99	5.37	32.1663	2.49	12.9182	146.258	1889.4	2.9534	35.7403
Mayo	5.85	5.37	31.4145	2.49	12.6163	146.258	1845.2	3.02408	34.905
Junio	5.49	5.37	29.4813	2.49	11.8399	146.258	1731.7	3.22238	32.757
Julio	5.7	5.37	30.609	2.49	12.2928	146.258	1797.9	3.10366	34.01
Agosto	5.56	5.37	29.8572	2.49	11.9908	146.258	1753.8	3.18181	33.1747
Septiembre	4.85	5.37	26.0445	2.49	10.4596	146.258	1529.8	3.6476	28.9383
Octubre	4.35	5.37	23.3595	2.49	9.38133	146.258	1372.1	4.06687	25.955
Noviembre	4.06	5.37	21.8022	2.49	8.7559	146.258	1280.6	4.35736	24.2247
Diciembre	3.61	5.37	19.3857	2.49	7.78542	146.258	1138.7	4.90052	21.5397
Promedio	4.9392	5.37	26.52333	2.49	10.6519	146.258	1557.9	3.68612	29.4704

La columna número 10, expone el porcentaje que se obtiene de carga por día en la batería de nuestro sistema, este dato lo obtenemos de la siguiente manera:

Por ejemplo, para el mes de diciembre:

$$\text{porcentaje de carga por día} = \left( \frac{19.3857 \text{ A-H-Día}}{95 \text{ A-H}} \right) (100) = 21.5397 \%$$

### 7.9 NUMERO DE DÍAS DE VIDA ÚTIL DE LA BATERÍA

Tabla 55 Número de días de vida útil de la batería con solo la bomba

Mes	HSP	Amperes del panel	A-h para la batería	Amperes usados por la Bomba	Horas de uso al día de la Bomba	Promedio Gasto(L/H)	Total de Vol. L/Día	Días en llenar la batería 95 A-h	% de la batería almacenado/Día	Número de Días trabajando la batería produciendo dicho gasto
Enero	3.83	5.37	20.5671	2.49	8.25988	146.258	1208.1	4.61903	22.8523	2187.96
Febrero	4.51	5.37	24.2187	2.49	9.72639	146.258	1422.6	3.92259	26.9097	1858.068
Marzo	5.47	5.37	29.3739	2.49	11.7967	146.258	1725.4	3.23416	32.6377	1531.972
Abril	5.99	5.37	32.1663	2.49	12.9182	146.258	1889.4	2.9534	35.7403	1398.98
Mayo	5.85	5.37	31.4145	2.49	12.6163	146.258	1845.2	3.02408	34.905	1432.46
Junio	5.49	5.37	29.4813	2.49	11.8399	146.258	1731.7	3.22238	32.757	1526.391
Julio	5.7	5.37	30.609	2.49	12.2928	146.258	1797.9	3.10366	34.01	1470.156
Agosto	5.56	5.37	29.8572	2.49	11.9908	146.258	1753.8	3.18181	33.1747	1507.174
Septiembre	4.85	5.37	26.0445	2.49	10.4596	146.258	1529.8	3.6476	28.9383	1727.812
Octubre	4.35	5.37	23.3595	2.49	9.38133	146.258	1372.1	4.06687	25.955	1926.411
Noviembre	4.06	5.37	21.8022	2.49	8.7559	146.258	1280.6	4.35736	24.2247	2064.012
Diciembre	3.61	5.37	19.3857	2.49	7.78542	146.258	1138.7	4.90052	21.5397	2321.299
Promedio	4.9392	5.37	26.52333	2.49	10.6519	146.258	1557.9	3.68612	29.4704	1746.058

La columna número 11, representa la el número de días trabajando la batería produciendo dicho gasto. Para dicho cálculo tomamos en cuenta el número de ciclo de descarga de la batería el cual era 500.

Ejemplo

Calcula el Número de Días trabajando para el mes de febrero:

$$\text{Num. Días trabajando} = \left( \frac{100}{26.9097} \right) (500) = 1858.068 \text{ días}$$

Tabla 56 número de años de vida útil de la batería

Mes	HSP	Amperes del panel	A-h para la batería	Amperes usados por la Bomba	Horas de uso al día de la Bomba	Promedio Gasto( L/H)	Total de Vol. L/Día	Días en llenar la batería 95 A-h	% de la batería almacenado/ Día	número de Días trabajando la batería produciendo dicho gasto	años de vida útil de baterías trabajando diario
Enero	3.83	5.37	20.5671	2.49	8.25988	146.258	1208.1	4.61903	22.8523	2187.96	5.99441
Febrero	4.51	5.37	24.2187	2.49	9.72639	146.258	1422.6	3.92259	26.9097	1858.068	5.0906
Marzo	5.47	5.37	29.3739	2.49	11.7967	146.258	1725.4	3.23416	32.6377	1531.972	4.19718
Abril	5.99	5.37	32.1663	2.49	12.9182	146.258	1889.4	2.9534	35.7403	1398.98	3.83282
Mayo	5.85	5.37	31.4145	2.49	12.6163	146.258	1845.2	3.02408	34.905	1432.46	3.92455
Junio	5.49	5.37	29.4813	2.49	11.8399	146.258	1731.7	3.22238	32.757	1526.391	4.18189
Julio	5.7	5.37	30.609	2.49	12.2928	146.258	1797.9	3.10366	34.01	1470.156	4.02782
Agosto	5.56	5.37	29.8572	2.49	11.9908	146.258	1753.8	3.18181	33.1747	1507.174	4.12924
Septiembre	4.85	5.37	26.0445	2.49	10.4596	146.258	1529.8	3.6476	28.9383	1727.812	4.73373
Octubre	4.35	5.37	23.3595	2.49	9.38133	146.258	1372.1	4.06687	25.955	1926.411	5.27784
Noviembre	4.06	5.37	21.8022	2.49	8.7559	146.258	1280.6	4.35736	24.2247	2064.012	5.65483
Diciembre	3.61	5.37	19.3857	2.49	7.78542	146.258	1138.7	4.90052	21.5397	2321.299	6.35972
Promedio	4.9392	5.37	26.52333	2.49	10.6519	146.258	1557.9	3.68612	29.4704	1746.058	4.78372

Esta última tabla la cual muestra el número de años trabajando a diario, este dato proviene de los días que tenemos de uso considerando que nuestro prototipo de bomba tiene un uso mayor de 500 horas de uso corrido, nuestro controlador tiene más 10 años de uso.

### Ejemplo

Calcula el número de años de vida que se espera con el uso diario del sistema para el mes de noviembre:

$$\text{Años de uso trabajando diario} = \frac{2064.012 \text{ días}}{365 \text{ días/año}} = 5.65483 \text{ años de uso}$$

Recuerda el considerar los 500 ciclos de descarga de la batería.

Tabla 57 Producción porcentual producida con respecto a la capacidad de requerida del Rotoplas

Mes	HSP	Producción Porcentual Bombeada con respecto al Rotoplas 450 lts.  (%)
Enero	3.83	268.460475
Febrero	4.51	316.124476
Marzo	5.47	383.41483
Abril	5.99	419.863771
Mayo	5.85	410.050595
Junio	5.49	384.816712
Julio	5.7	399.536477
Agosto	5.56	389.7233
Septiembre	4.85	339.956476
Octubre	4.35	304.909417
Noviembre	4.06	284.582122
Diciembre	3.61	253.039769
Promedio	4.9392	346.206535

Esta última tabla nos muestra la producción del sistema con respecto a la capacidad de almacenamiento de nuestro Rotoplas de 450 litros. En la mayoría de los casos el porcentaje sobrepasa lo requerido para nuestro sistema.



Calcular la producción porcentual de exceso para el mes de Julio:

$$\text{Producción Porcentual de exceso} = \frac{1797.9 \text{ litro por día}}{450 \text{ litros}}(100) = 399.536476 \%$$

Resultados De Prueba Gasto-Altura de nuestra bomba del sistema.

Tabla 58 Gasto Vs Altura

gasto(litros/hora)	altura(metros)
186	0
186	0.5
186	1
186	1.5
180	2
180	2.5
177	3
180	4
159	5
162	6
162	7
162	8
160.8	9
161.4	10
<b>173.4428571</b>	<b>4.25</b>

Fuente: Betanzos, 2017

## 7.9.1 Gráfico Altura vs Gasto.

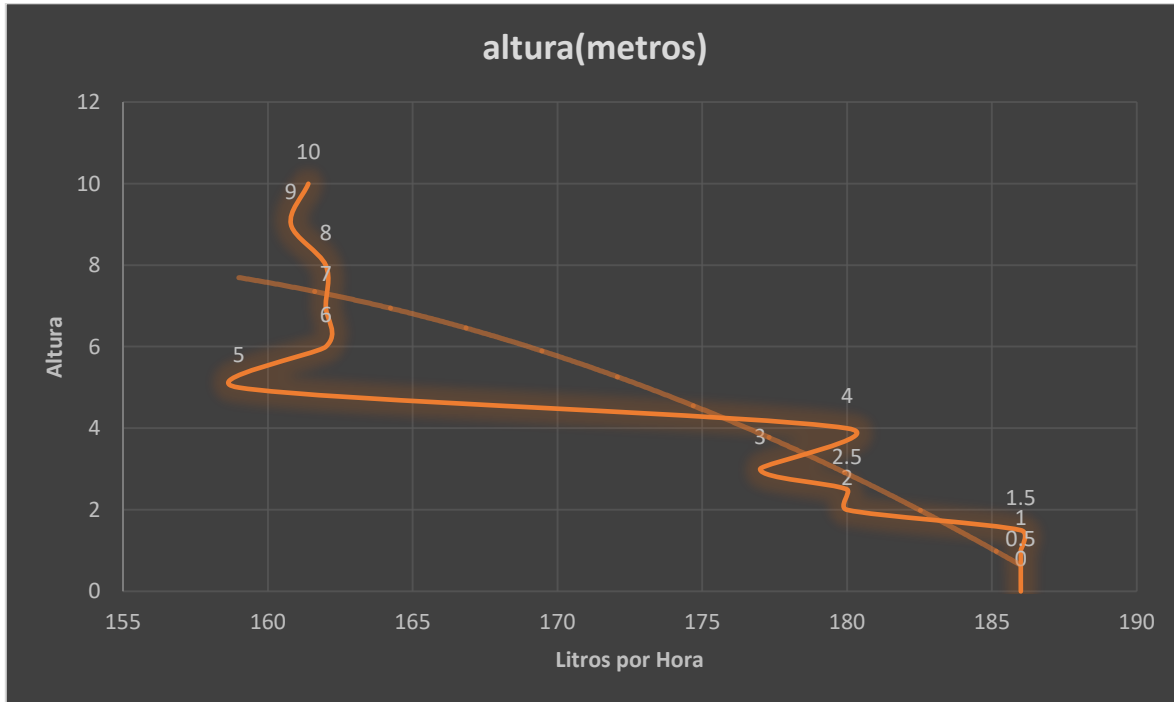


Ilustración 46 Altura vs Gasto

Fuente: Propia

En la tabla anterior apreciamos, los siguientes resultados obtenidos, de las pruebas hechas a distintas alturas de las cuales obtuvimos los diferentes gastos de estas. Con esta información podemos entender el comportamiento de nuestra cantidad de volumen en relación al tiempo, dato que nos permite acercarnos a su vez una producción-demanda necesaria. De acuerdo a los datos obtenidos de la tabla, utilizando una hoja de cálculo de Excel, nos proporciona la posibilidad de darle línea de tendencia a los datos tabulados, eligiendo la opción función polinómica. Con esto la línea de tendencia polinómica ofrece los datos aún más precisos al momento de acentuar la información que se requiera según su demandante. Observamos que para 8 metros de altura existe un gasto de 160 litros por horas, mientras que para 1 metro, el panorama cambia, siendo un poco más de 185 litros por hora, dicho datos del comportamiento de nuestro repuesto de bomba son garantía de saber cuáles son nuestros múltiplos de acuerdo a las horas solares pico del municipio de Ya jalón, Chiapas y la necesidad de corriente del repuesto de gasolina.

## 7.9.2 Fotos de Prueba.



Ilustración 47 instalación de Bomba

Muestra de batería, cableado, cubeta de almacenamiento y tubería inicial del experimento  
Para propuesta de bombeo solar en (fuente: José Antonio Betanzos, 2016, TGZ, Chiapas)





### 7.9.3 Recipiente con capacidad para parametrizar en mililitros.

Muestra de cableado, tubería del experimento y recipiente medidor Para propuesta de bombeo solar en (fuente: José Antonio Betanzos, 2016, TGZ, Chiapas).



*Ilustración 48 Medición con recipiente graduado*

Ilustración 49 Colocación de Cabling

### 7.9.4 Colocación de Positivo y Negativo de la Bomba a la Batería.

Muestra de batería, cableado, cubeta de almacenamiento y tubería inicial del experimento Para propuesta de bombeo solar en (fuente: José Antonio Betanzos, 2016, TGZ, Chiapas)



## Facultad de Ingeniería C-I

Conectando batería Muestra de batería, cableado, cubeta de almacenamiento y tubería inicial del experimento Para propuesta de bombeo solar en (fuente: José Antonio Betanzos, 2016, TGZ, Chiapas)

### CAPITULO VIII

### CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

### 8.1 Conclusiones

Se propuso, dimensiono y probó un sistema alternativo de bombeo solar, de acuerdo a las distintas características solares del municipio de Yajalón, Chiapas, para abastecer un tinaco de Unidad de Vivienda Básica de interés común del programa de FONHAPO.

Este trabajo está centrado en la cuestión de dimensionamiento, propuesta de equipo solar, propuesta de tuberías en el modelo de la casa de interés común, etc.

En la actualidad existen equipos de bombeo que pueden dar solución a un problema de conducción de agua desde un punto a otro; también existen métodos que facilitan el cálculo de un equipo de bombeo solar alternativo adecuado para un sistema con sus respectivas condiciones. Sin embargo estos equipos de bombeo, tienen precios de 4 o 5 veces mayor para satisfacer las demandas pedidas de las unidades de vivienda básica.

Se demostró que se podía llegar a dar funcionalidad dado que nuestras pruebas demostraron que el sistema se encontraba apto como para no tener dificultades por cuestiones de pérdidas por conducción. Así mismo el diámetro determinado no



represento una dificultad, ya que ofrecía velocidades de conducción apta y segura para tubos C.P.V.

La cantidad de luz solar es la suficiente para abastecer nuestro sistema completo, en periodos de presencia o ausencia del sol, durante cualquier periodo del año, ofreciendo una propuesta viable de implementar para dichas unidades de vivienda básica (UVB).

### **8.2 Recomendaciones**

Se recomienda poner el controlador en un lugar donde no exista la posibilidad de moverse, debido a que las terminales eléctricas conectadas, se desconectan con facilidad y cualquier implemento ligeramente desconectado ocasiona que deje de funcionar el sistema completo.

Primero debe conectarse la batería al contralor, no el panel al controlador, el panel es posterior a la batería, dado una carga directa del panel podría ocasionar un corto circuito en el controlador.

El bombeo es recomendable que se haga con agua limpia, el utilizar agua sucia podría representar que el dispositivo de bombeo se dañe y deje de funcionar a corto plazo.

Por motivos de diseño del equipo de bombeo tenemos que el tubo de expulsión, es un poco menor al de la tubería comercial de C.P.V.C. de  $\frac{1}{2}$  por que recomendamos colocar un poco de cinta para ensamblar correctamente el sistema.

Se recomienda una sugerencia de 1.5 m para evitar la formación de remolinos durante la succión de la bomba. La formación de vórtices puede afectar el funcionamiento de la bomba.

Antes de poner el motor en marcha, rellenar la bomba y la manguera completamente con agua. No doblar la manguera.

No hacer funcionar la bomba nunca en seco, ya que causaría daños al sellado mecánico.

Para la ejecución de la bomba se recomienda tomar en cuenta las siguientes imágenes para una correcta aspiración y evitar fallas en el equipo de bombeo.

### 8.3 BIBLIOGRAFIA

Agua, C. N. (2007). Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. IMTA.

Avendaño, R. B. (2012). Ingeniería de los Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable. Tuxtla Gutiérrez: UNACH.

Girón Girón, E., & Hernández Arcos, D. (2013). Abastecimiento de Agua Potable para el Rancho Santiago Apóstol. Tuxtla Gutiérrez.

Ivanona, A., & Ibáñez, R. (2012). Medio ambiente y política turística en México. Secretaria de medio ambiente y recursos naturales.

Andrés reyes tejada. (14 de junio de 2013). Evaluación de los paneles solares instalados en los municipios de Yajalón y Soyaló en el estado de Chiapas.

Gilberto Enríquez Harper. (2010). El abc de las instalaciones eléctricas en sistemas eólicos y fotovoltaicos. México: limusa. Código ISBN: 9786070502699

ANCE. 2011. Especificaciones técnicas de seguridad y funcionamiento de proyecto e instalaciones de sistemas fotovoltaicos.

S.A., B. I. (s.f.). Datos Técnicos de Bombas Hidráulicas.

Valdez., E. (2007). Abastecimiento de Agua Potable.

### 8.4 Páginas WEB APA

(No mencionado. (No mencionado). Paneles Fotovoltaicos: Concepto y tipos. NO mencionado, de energiza Sitio web: <http://www.energiza.org/solar-fotovoltaica/22-solar-fotovoltaica/627-paneles-fotovoltaicos-concepto-y-tipos>)

Autor No dato. (Año no dato). Sistema de placas fotovoltaicas: ahorrar dinero produciendo energía limpia. Recuperación no dato, de estructuras bioclimáticas avanzadas Sitio web: <http://ebasl.es/wp-content/uploads/2014/11/FotovoltaicaAislada.png>

(Sassanestero. ( 15 junio 2012, 08:23:16 pm »). LO QUE DEBEMOS SABER SOBRE LAS BOMBAS DE COMBUSTIBLE. 16 junio 2012, 02:40:01 am, de club Mazda Venezuela Sitio web: <http://www.clubmazdavenezuela.com/forum/index.php?topic=1591.0>)

autozone. (N.D.). Duralast batería marina. 05/04/2017, de autozone Sitio web: [http://www.autozone.com/miscellaneous-non-automotive/marine-battery/duralast-marine-battery/644427\\_0\\_0](http://www.autozone.com/miscellaneous-non-automotive/marine-battery/duralast-marine-battery/644427_0_0)

homedepot. (2016). TUBO CPVC-CTS 1/2" X 3 M DORADO. 01/02/2017, de homedepot Sitio web: <http://www.homedepot.com.mx/comprar/es/coapa-del-hueso/tubo-cpvc-hidraulico-1-2-3-m-agua>

Mercado libre. (2017). Controlador De Carga 10a. 01/02/2017, de mercado libre Sitio web: [http://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-563569994-controlador-de-caraga-10a-pwm-\\_JM](http://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-563569994-controlador-de-caraga-10a-pwm-_JM)

alibaba. (2016). 10/20/30 Amperios Regulador de la lámpara del Temporizador 12 V 24 5.5vsolar Controlador de Carga de La Batería LED de la calle iluminación o el sistema de energía solar. 05/04/1994, de aliexpress Sitio web: <https://es.aliexpress.com/item/10-20-30-Amps-lamp-Regulator-Timer-12V-24VSolar-panels-Battery-Charge-Controller-for-LED-street/32796457661.html?smp=2114.43010208.4.154.T70L2N>

Los Viajeros Esterales. (2016). los viajeros esterales. 29/03/2017, de seasons Sitio web: <http://4.bp.blogspot.com/64fV2KZTCWU/VorUCZ7gU3I/AAAAAAAAAmic/WMxtaxpkmt/s/s1600/seasons.sp.sp.jpg>