



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ  
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

**CARRERA MEDIO AMBIENTE**

**TESIS PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO  
EN MEDIO AMBIENTE**

**TEMA:**

**DISEÑO E IMPLANTACIÓN DE UNA ESTACIÓN DE CARGA  
SOLAR PARA DISPOSITIVOS MÓVILES EN LA CARRERA DE  
MEDIO AMBIENTE, ESPAM-MFL.**

**AUTOR:**

**HUGO ADRIÁN SEGOVIA ARIAS**

**TUTOR:**

**ING. FLOR MARÍA CÁRDENAS GUILLÉN M. Sc.**

**CALCETA, JUNIO 2017**

## **DERECHOS DE AUTORÍA**

Hugo Adrián Segovia Arias, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo los derechos de propiedad intelectual a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual y su reglamento.

---

**HUGO ADRIÁN SEGOVIA ARIAS**

## CERTIFICACIÓN DE TUTOR

Flor María Cárdenas Guillén, certifica haber tutelado la tesis **DISEÑO E IMPLANTACIÓN DE UNA ESTACIÓN DE CARGA SOLAR PARA DISPOSITIVOS MÓVILES EN LA GLORIETA DE LA CARRERA DE MEDIO AMBIENTE, ESPAM “MFL”**, que ha sido desarrollada por Hugo Adrián Segovia Arias, previa la obtención del título de Ingeniero en Medio Ambiente, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TESIS DE GRADO DE TERCER NIVEL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

---

**Ing. FLOR MARÍA CÁRDENAS GUILLÉN M. Sc.**

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL**

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaramos que hemos **APROBADO** la tesis titulada **DISEÑO E IMPLANTACIÓN DE UNA ESTACIÓN DE CARGA SOLAR PARA DISPOSITIVOS MÓVILES EN LA GLORIETA DE LA CARRERA DE MEDIO AMBIENTE, ESPAM “MFL”**, que ha sido propuesta, desarrollada y sustentada por Hugo Adrián Segovia Arias, previa la obtención del título de Ingeniero en Medio Ambiente, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TESIS DE GRADO DE TERCER NIVEL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

---

Ing. Carlos R. Delgado Villafuerte, MSc.  
**MIEMBRO**

---

Ing. Jorge B. Cevallos Bravo, MSc.  
**MIEMBRO**

---

Ing. Carlos A. Villafuerte Vélez, MSc.  
**PRESIDENTE**

## **AGRADECIMIENTO**

A mis padres, hermanas, tíos y demás familiares que apoyaron mis estudios y me ayudaron con cualquier inconveniente presentado en el camino.

A la Ing. Flor María Cárdenas, mi tutora, por la guía dada desde el inicio de la realización del proyecto, su apoyo y su disposición para siempre ayudar a sus estudiantes.

A mis amigos Francisco, Andrés, Ximena, y Jessie por acompañarme todos estos años, apoyarme cuando más lo necesité y mostrarme el significado de una buena amistad.

A mi novia y amiga Valeria Guillén por impulsarme a mejorar cada día, ser mi inspiración para trabajar, y mi motivación para culminar esta etapa.

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López por permitirme obtener un estudio de tercer nivel de calidad.

---

**HUGO ADRIÁN SEGOVIA ARIAS**

## **DEDICATORIA**

A mi madre, Ángela Arias Medranda, por su apoyo incondicional, su constante preocupación por mí y mis estudios. Este documento, como símbolo de una culminación de mis estudios universitarios te lo dedico a ti exclusivamente, ahora todos tus hijos son profesionales. Nunca podré agradecerte lo suficiente.

A mis hermanas Sugey y Peggi, y a mis sobrinas Sofía y Emilia, espero poder ser siempre un ejemplo y un apoyo para todas ustedes.

---

**HUGO ADRIÁN SEGOVIA ARIAS**

## CONTENIDO GENERAL

<b>DERECHOS DE AUTORÍA</b>	<b>ii</b>
<b>CERTIFICACIÓN DE TUTOR</b>	<b>iii</b>
<b>APROBACIÓN DEL TRIBUNAL</b>	<b>iv</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b>	<b>v</b>
<b>DEDICATORIA</b>	<b>vi</b>
<b>CONTENIDO GENERAL</b>	<b>vii</b>
<b>CONTENIDO DE CUADROS Y GRÁFICOS</b>	<b>ix</b>
CUADROS	ix
GRÁFICOS	x
<b>RESUMEN</b>	<b>xi</b>
<b>PALABRAS CLAVE</b>	<b>xi</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>xii</b>
<b>KEYWORDS</b>	<b>xii</b>
<b>1. CAPÍTULO I. ANTECEDENTES</b>	<b>1</b>
1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	1
1.2. JUSTIFICACIÓN	2
1.3. OBJETIVOS	4
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	4
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
1.4. HIPÓTESIS	4
<b>2. CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO</b>	<b>5</b>
2.1. ENERGÍA RENOVABLE	5
2.2. EFECTO FOTOVOLTAICO	5
2.3. TIPOS DE PANELES	6
2.3.1. SILICIO PURO MONOCRISTALINO	6
2.3.2. SILICIO PURO POLICRISTALINO	6
2.3.3. SILICIO AMORFO. (TFS)	6
2.3.4. ARSENIURO DE GALIO	7
2.4. CONDICIONES DEL SILICIO PARA LAS FOTOCELDAS	7
2.5. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	7
2.5.1. PANEL SOLAR	8

2.6. NÚMERO DE PANELES	8
2.6.1. CONTROLADOR DE CARGA	9
2.6.2. INVERSORES	9
2.6.3. BATERÍA	9
2.7. INSTALACIÓN	10
2.7.1. CARGA/TENSIÓN MÁXIMA PERMITIDA POR EL MÓDULO	10
2.7.2. UBICACIONES Y FACTORES AMBIENTALES PELIGROSOS	10
2.7.3. ESPECIFICACIONES ELÉCTRICAS Y TÉCNICAS DEL SISTEMA	11
2.7.4. ESPECIFICACIONES DE MONTAJE	11
2.7.5. ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN ÓPTIMAS	11
2.7.6. SOMBRA	13
2.7.7. SUJECIÓN DE LOS MÓDULOS A LA ESTRUCTURA DE MONTAJE	13
2.7.8. PREVENCIÓN DE CORROSIÓN GALVÁNICA	13
2.7.9. CABLEADO	14
2.8. CORRIENTE ALTERNA	15
2.9. CORRIENTE CONTINUA	15
<b>3. CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO</b>	<b>16</b>
3.1. UBICACIÓN	16
3.2. DURACIÓN	16
3.3. VARIABLES EN ESTUDIO	17
3.3.1. VARIABLE INDEPENDIENTE	17
3.3.2. VARIABLE DEPENDIENTE.	17
3.4. CUADRO DE VARIABLES	17
3.5. TIPO DE INVESTIGACIÓN	17
3.5.1. MÉTODO	17
3.5.2. TÉCNICAS	17
3.6. PROCEDIMIENTO	18
3.6.1. FASE 1: DIAGNOSTICO DE LA DEMANDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y DE FUENTES ACCESIBLES.	18
3.6.2. FASE 2. DEMOSTRACIÓN DE LA FACTIBILIDAD DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA	19
3.6.3. FASE 3. SOCIALIZACIÓN DE LA PROPUESTA DEL CARGADOR SOLAR A LA COMUNIDAD POLITÉCNICA.	19
<b>4. CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>20</b>
4.1. DIAGNOSTICAR LA DEMANDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y DE FUENTES ACCESIBLES.	20



4.2. DEMOSTRAR LA FACTIBILIDAD DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA _____	26
4.3. SOCIALIZACIÓN DEL PROYECTO _____	30
<b>5. CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES _____</b>	<b>32</b>
5.1. CONCLUSIONES _____	32
5.2. RECOMENDACIONES _____	33
<b>6. BIBLIOGRAFÍA _____</b>	<b>34</b>
<b>ANEXOS _____</b>	<b>37</b>
Anexo 1. Ejemplo de encuesta realizada _____	38
Anexo 2. Registro fotográfico de la instalación _____	40
Anexo 3. Esquema eléctrico de la estación de carga _____	42
Anexo 4. Acta de inauguración de la estación de carga solar. _____	43
Anexo 5. Registro fotográfico de la socialización del proyecto. _____	47

## CONTENIDO DE CUADROS Y GRÁFICOS

### CUADROS

<b>Cuadro 2.1.</b> Radiación Solar Global medida sobre superficies inclinadas _____	12
<b>Cuadro 2.2.</b> Pérdidas de radiación del generador (IDAE, 2009) _____	13
<b>Cuadro 3.1.</b> Descripción de las variables en estudio _____	17
<b>Cuadro 4.1.</b> Muestra estratificada _____	20
<b>Cuadro 4.2.</b> Coordenadas de la caseta de la carrera de medio ambiente _____	26
<b>Cuadro 4.3.</b> Promedio mensual de radiación difusa incidida sobre una superficie horizontal ( $\text{kWh/m}^2/\text{d}$ ) _____	27
<b>Cuadro 4.4.</b> Promedio mensual de radiación directa sobre una superficie horizontal ( $\text{kWh/m}^2/\text{d}$ ) _____	27
<b>Cuadro 4.5.</b> Energía necesaria para 81 estudiantes _____	27
<b>Cuadro 4.6.</b> Energía necesaria para la instalación _____	28
<b>Cuadro 4.7.</b> Energía necesaria para la instalación _____	28
<b>Cuadro 4.8.</b> Especificaciones técnicas de los paneles solares utilizados _____	29
<b>Cuadro 4.9.</b> Estudiantes asistentes a la estación de carga _____	30

## GRÁFICOS

**Gráfico 3-1.** Ubicación de la glorieta \_\_\_\_\_ 16

**Gráfico 4-1.** Número de equipos digitales de los estudiantes encuestados.  
Fuente: Encuesta a los estudiantes de la carrera de Medio Ambiente 2015.  
Elaborado por: Hugo Segovia Arias \_\_\_\_\_ 21

**Gráfico 4-2.** Días a la semana que traen los equipos a la universidad Fuente:  
Encuesta a los estudiantes de la carrera de Medio Ambiente 2015. Elaborado  
por: Hugo Segovia Arias \_\_\_\_\_ 22

**Gráfico 4-3.** Días a la semana que usa los tomacorrientes de la ESPAM  
Fuente: Encuesta a los estudiantes de la carrera de Medio Ambiente 2015.  
Elaborado por: Hugo Segovia Arias \_\_\_\_\_ 23

**Gráfico 4-4.** Tiempo de carga promedio de los dispositivos en la universidad  
Fuente: Encuesta a los estudiantes de la carrera de Medio Ambiente 2015.  
Elaborado por: Hugo Segovia Arias \_\_\_\_\_ 23

**Gráfico 4-5.** Necesidad de la implementación de tomacorrientes accesibles  
Fuente: Encuesta a los estudiantes de la carrera de Medio Ambiente 2015.  
Elaborado por: Hugo Segovia Arias \_\_\_\_\_ 24

**Gráfico 4-6.** Número de interruptores necesarios Fuente: Estudiantes Medio  
Ambiente 2015. Elaborado por: Hugo Segovia Arias \_\_\_\_\_ 24

**Gráfico 4-7.** Ejemplo de la carrera sobre el cuidado del medio ambiente.  
Fuente: Encuesta a los estudiantes de la carrera de Medio Ambiente 2015.  
Elaborado por: Hugo Segovia Arias \_\_\_\_\_ 25

**Gráfico 4-8.** Posibilidad de utilización de la estación de carga. Fuente:  
Encuesta a los estudiantes de la carrera de Medio Ambiente 2015. Elaborado  
por: Hugo Segovia Arias \_\_\_\_\_ 25

## RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo ofrecer una fuente de energía limpia para la recarga de dispositivos móviles, mediante la instalación de un sistema fotovoltaico aislado, ubicado en la glorieta de la carrera de medio ambiente, de la ESPAM "MFL". El trabajo utilizó el método cualitativo no experimental con la aplicación de encuestas a 81 estudiantes elegidos al azar para el diagnóstico de la demanda de energía eléctrica existente; y recopilación de información bibliográfica determinándose procedimientos y materiales necesarios para la instalación de un sistema eficiente en el aprovechamiento de energía solar fotovoltaica. Se evidenció que los y las estudiantes poseen dos dispositivos digitales por individuo, necesitando en promedio dos horas de recarga al día que no es satisfecha por las instalaciones disponibles en la carrera. La demanda energética se suple mediante la instalación de tres paneles de 50Wp cada uno, considerando que el área de estudio recibe una insolación directa promedio anual de 4070 Wh/m<sup>2</sup>/día, con una inclinación de 45° con respecto a la horizontal. Se probó que la instalación abastece ocho equipos a la vez, y durante el mediodía (12h00 a 14h00) se produce el tiempo de carga más corto en los dispositivos. Durante una semana de observación la glorieta recibió la visita de 150 estudiantes, siendo la mañana el momento donde más se dirigen a realizar la recarga de sus equipos. Se concluye que la estación de carga solar satisface la demanda de energía eléctrica de 449.31 Wh/día requerida por los y las estudiantes como beneficiarios(as).

## PALABRAS CLAVE

Sistema fotovoltaico, dispositivos móviles, paneles solares, demanda energética, glorieta.

## **ABSTRACT**

This thesis research aimed to provide a clean source of energy for the recharge of mobile devices by means of a solar charger in the roundabout of the environmental career of ESPAM "MFL". The work applied the non-experimental qualitative method with the application of surveys to 81 students chosen at random for the diagnosis of the energy demand; and the compilation of bibliographical information to determine the procedures and materials necessary for the installation of an efficient system of photovoltaic energy utilization. Students have 2 digital devices per individual, these devices require an average of 2 hours per day for recharging, a demand that is not satisfied by the outlets available in the facilities. This demand is covered by the installation of three 50P model solar panels placed with a slope of  $45^\circ$  with respect to the horizontal, knowing that the installation area receives an annual averaged insolation incident of  $4070 \text{ Wh/m}^2/\text{day}$ . The installation can supply 8 equipment at a time and during the noon (12H00 to 14H00) the shorter load time in the devices takes place. During a week of observation, the roundabout was visited by 150 students, being the morning the moment where they are most directed to carry out the loading of their equipment.

## **KEYWORDS**

Photovoltaic system, mobile devices, solar panels, energy demand, roundabout.

# CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

## 1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

En la actualidad, el acceso a la tecnología, la información y la comunicación han tomado una relevante importancia en desempeño del día a día, es por esto que el uso de los celulares se ha vuelto imprescindible para algunas personas. Lamentablemente, este exceso en el uso en los equipos móviles ha provocado una baja durabilidad del tiempo útil de la batería, convirtiéndose este en uno de los principales inconvenientes que poseen los usuarios. Esto ocasiona no poder hacer uso del teléfono en cualquier acción importante, ni siquiera la función más básica del teléfono celular, la de hacer llamadas. Por esto, las personas se ven en la necesidad de portar consigo el cargador del teléfono, aun sabiendo que la batería se puede terminar en algún lugar en el cual no se tenga acceso a un administrador de corriente (Desiderio y Calderón, 2013).

Este inconveniente ha conllevado a la propuesta de diversas soluciones, desde mejorar la tecnología de las baterías para aumentar su vida útil y optimizar el consumo de energía en los dispositivos móviles, hasta la comercialización de dispositivos de almacenamiento de energía (cargadores portátiles). Pese a todos estos esfuerzos, la problemática de la insatisfecha necesidad de los consumidores por un dispositivo con más tiempo de uso antes de necesitar una carga no se ha minimizado. Es por esto que la solución de crear zonas de abastecimiento emergente de carga se presenta como una alternativa favorable a esta problemática.

Las energías alternativas son uno de los temas que exigen una seria atención por parte del gobierno y de otras entidades públicas, si se pretende implementar tecnologías medioambientales a costos razonables y accesibles al ciudadano promedio nacional (Salazar *et al.*, 2008).

Dentro de la Carrera de Medio Ambiente se encuentran instalaciones que sufren de deterioro a causa del desuso por parte de los usuarios; una de estas es la glorieta, ubicada en la parte central del primer bloque de aulas. Esta

glorieta, aparte de cumplir una función estética no posee otra utilidad, principalmente consecuente de la falta de mantenimiento; es por esto que la rehabilitación de estos espacios es de gran importancia para evitar el desgaste ocasionado por el desuso.

Dicho esto, se presenta la siguiente interrogante: ¿De qué manera se puede utilizar energías alternativas para satisfacer las necesidades de los usuarios con respecto a la carga eléctrica de sus equipos móviles dentro de las instalaciones de la ESPAM MFL?

## **1.2. JUSTIFICACIÓN**

La BP Statistical Review of World Energy (2014) indica que el 85% de la energía consumida a nivel mundial proviene de la quema de combustibles fósiles, los mismos que afectan las condiciones de vida en nuestro planeta.

La energía solar fotovoltaica es una tecnología renovable que se plantea como una solución para la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> que genera la sociedad, cada kilovatio de energía solar producido deja de emitir 0,311 Kg de CO<sub>2</sub> en la atmósfera (BP, 2014). Por este motivo los gobiernos a nivel local y mundial están haciendo gran énfasis en el uso de energías limpias, la más difundida en Ecuador es la fotovoltaica. Debido a las condiciones geográficas favorables que se encuentra el Ecuador, la energía fotovoltaica resulta viable ya que el índice de incidencia del sol es muy bueno.

Por su ubicación en el planeta, Ecuador tiene cada día un promedio de seis horas de luz solar perpendicular. Esa es una fortaleza que incentiva al uso de esta energía como una alternativa favorable al medioambiente. Los usos más cotidianos, según Diego Egas, asesor del Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER), son el térmico y el fotovoltaico. El primero es un mecanismo para calentar agua, sobre todo para las duchas, y el segundo produce electricidad.

La energía solar presenta diferentes ventajas, la más importante es que se trata de una fuente inagotable y ayuda a reducir el consumo de combustibles

fósiles, tampoco emite CO<sub>2</sub> y otros gases contaminantes, ni genera ruidos como ocurre con las centrales térmicas o hidroeléctricas. (El Comercio, 2009)

Para que funcionen estos sistemas se requiere de 5.2 horas de luz perpendicular promedio día por año (Cuervo y Méndez, 2011). El país tiene zonas con hasta 6.3 horas, si bien por su ubicación tiene más de 10 horas de luz natural, solo la que cae en forma perpendicular es más útil para estos fines, frente a Europa y EE.UU., con un promedio de 4.5 horas (CONELEC, 2008).

La baja demanda aún no permite que en el país se construyan los sistemas en serie. A su vez, el Estado, con ayuda de organismos internacionales, impulsa algunos proyectos. Por ejemplo, en Santa Cruz, Galápagos, se implementará una central fotovoltaica de 120 kW. Además, se instalarán 10 905 sistemas de energía solar térmica en casas construidas por el MIDUVI. (El Comercio, 2009)

De acuerdo al artículo 15 de la Constitución del Ecuador (2008), el Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes de bajo impacto al entorno. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua.

En la ESPAM “MFL” el uso de dispositivos móviles por parte de los estudiantes y trabajadores es prácticamente constante, dicho esto, la necesidad de obtener una fuente de energía para su recarga es imperativa. Este proyecto se direcciona a que la energía que esos dispositivos utilicen, provenga de una fuente renovable como es la solar, reduciendo así la utilización de energía eléctrica convencional y por lo tanto minimizando el impacto ambiental y la huella ecológica de la institución.

La Carrera Ingeniería ambiental tiene como visión convertirse en el centro de referencia de calidad en la formación de ingenieros en medio ambiente, capaces de dar respuesta a los problemas del entorno en el ámbito regional y nacional, por lo que este proyecto apunta a que la carrera sea un ente referente del uso de energías renovables y así dar el ejemplo a la institución, la provincia y el país.

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

Instalar una fuente de energía limpia para la recarga de dispositivos móviles por medio de un cargador solar en la glorieta de la carrera de Medio Ambiente de la ESPAM MFL

#### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Diagnosticar la demanda existente de energía eléctrica y de fuentes accesibles a ésta para la recarga de los dispositivos móviles.
- Demostrar la factibilidad de generación de energía eléctrica para la recarga de dispositivos móviles por medio de un sistema fotovoltaico aislado.
- Socializar el proyecto con la comunidad politécnica y que así la carrera de medio ambiente sirva de ejemplo de utilización de energías alternativas.

### **1.4. HIPÓTESIS**

El aprovechamiento de la energía solar por medio de la instalación de la estación de carga solar suplirá la demanda de energía eléctrica para la recarga de dispositivos móviles de los estudiantes de la carrera de Medio Ambiente.



## **CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. ENERGÍA RENOVABLE**

Las energías de origen renovable, son consideradas como fuentes de energía inagotables, con las siguientes características: suponen un nulo o escaso impacto ambiental y utilizan para la generación de energía recursos continuos o renovables. Se entiende como recursos continuos a los recursos inagotables y corresponden a fuentes de energía cuya oferta no se ve afectada por la actividad humana.

Son recursos renovables los recursos que pueden continuar existiendo, a pesar de ser utilizados por la actividad económica, gracias a los procesos de regeneración. (CONELEC, 2008)

### **2.2. EFECTO FOTOVOLTAICO**

Es la base del proceso mediante el cual una célula FV convierte la luz solar en electricidad. La luz solar está compuesta por fotones, o partículas energéticas. (UPC, s.f.)

Estos fotones son de diferentes energías, correspondientes a las diferentes longitudes de onda del espectro solar. Cuando los fotones inciden sobre una célula FV. Pueden ser reflejados o absorbidos. Los fotones absorbidos generan electricidad. Cuando un fotón es absorbido, la energía del fotón se transfiere a un electrón de un átomo de la célula. Con esta nueva energía, el electrón es capaz de escapar de su posición normal asociada con un átomo para formar parte de una corriente en un circuito eléctrico. Cuando la luz solar incide en la célula se liberan electrones que pueden ser atrapados por el campo eléctrico, formando una corriente eléctrica.

El generador fotovoltaico es, junto con el inversor, el elemento más importante de toda la instalación fotovoltaica, ya que es el encargado de la transformación de la radiación solar en energía eléctrica. El generador fotovoltaico está formado por los módulos fotovoltaicos dispuestos en serie y/o paralelo con el

fin de dar el correcto valor de potencia final, así como de la tensión e intensidad total a la salida del campo.

### **2.3. TIPOS DE PANELES**

Para la generación de energía a través de las células fotovoltaicas, existen diferentes tipos de paneles solares en función de los materiales semiconductores y los métodos de fabricación que se empleen. Los tipos de paneles solares que se pueden encontrar en el mercado son:

#### **2.3.1. SILICIO PURO MONOCRISTALINO**

Basados en secciones de una barra de silicio perfectamente cristalizado en una sola pieza. En laboratorio se han alcanzado rendimientos máximos del 24,7% para este tipo de paneles siendo en los comercializados del 16%.

#### **2.3.2. SILICIO PURO POLICRISTALINO**

Los materiales son semejantes a los del tipo anterior, aunque en este caso el proceso de cristalización del silicio es diferente. Los paneles policristalinos se basan en secciones de una barra de silicio que se ha estructurado desordenadamente en forma de pequeños cristales. Son visualmente muy reconocibles por presentar su superficie un aspecto granulado. Se obtiene con ellos un rendimiento inferior que con los monocristalinos (en laboratorio del 19.8% y en los módulos comerciales del 14%) siendo su precio también más bajo.

#### **2.3.3. SILICIO AMORFO. (TFS)**

Basados también en el silicio, pero a diferencia de los dos anteriores, este material no sigue aquí estructura cristalina alguna. Paneles de este tipo son habitualmente empleados para pequeños dispositivos electrónicos (Calculadoras, relojes) y en pequeños paneles portátiles. Su rendimiento máximo alcanzado en laboratorio ha sido del 13% siendo el de los módulos comerciales del 8%.

#### **2.3.4. ARSENIURO DE GALIO**

Es uno de los materiales más eficientes, presenta unos rendimientos en laboratorio del 25.7% siendo los comerciales del 20%

#### **2.4. CONDICIONES DEL SILICIO PARA LAS FOTOCELIDAS**

El componente básico de un panel solar fotovoltaico es el silicio. El proceso de refinado de silicio se inicia con la obtención de dióxido de silicio ( $\text{SiO}_2$ ) a partir de un mineral, la cuarcita. Mediante un proceso de reducción con electrodos de carbón se obtiene el silicio de grado metalúrgico, con una pureza de un 99%. Este silicio se utiliza en la industria química y del aluminio, además de continuar su procesado para conseguir una elevada pureza, apropiada para su uso en la industria microelectrónica, constituyendo el silicio de grado semiconductor, con una pureza del 99,99999% (2). Se denomina polisilicio y se presenta en forma de guijarros con una estructura policristalina. (Rosillo, 2005)

La posibilidad de fabricar paneles fotovoltaicos, depende de la disponibilidad de células solares. A su vez sólo es posible fabricar células solares si se dispone de las adecuadas obleas de silicio. Así pues, el lento desarrollo de la capacidad de producción en algunos puntos de la cadena de fabricación de la industria fotovoltaica (obtención de silicio adecuado), supondrá la infrautilización de otras capacidades de esa cadena (obleas, células, paneles), junto con la imposibilidad de satisfacer las demandas de los clientes de la industria fotovoltaica

La asociación Europea de la Industria Fotovoltaica estima que para el año 2020 la demanda de polisilicio podría alcanzar 200.000 Ton anuales. Es preciso, pues, un enorme esfuerzo para evitar el estancamiento debido a la carencia de silicio.

#### **2.5. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

Cada SFV, normalmente se compone de los paneles solares que producen la energía eléctrica, un controlador de carga, que es el cerebro de un SFV ya que

maneja la energía producida para la recarga y descarga de la batería, la cual se requiere para acumular la energía producida. EL inversor es opcional, ya que transforma la energía continua de los paneles y batería, a corriente alterna de 100 V AC, para utilizarlo en productos electrodomésticos. (FUNPIPE, 2012)

### 2.5.1. PANEL SOLAR

Cada panel solar está formado por la interconexión de varias células solares también en serie y/o paralelo, para adaptar el panel a los niveles de tensión y corriente, puesto que cada célula puede suministrar del orden de 0.5 voltios. La potencia que puede suministrar cada célula FV es típicamente del orden de 3W. La potencia de un módulo, depende por tanto del número de células que posea. Así, un valor típico para módulos de 36 células oscila entre los 50 y 100W, y los 12V, dependiendo del área de cada una de las células.

## 2.6. NÚMERO DE PANELES

Se calcula el rendimiento de la instalación basados en datos de coeficientes de pérdida de carga independientes de cada instalación que varían según las propiedades de los materiales, para determinar la energía total necesaria para abastecer la demanda (Cano, 2012)

$$C_T = 1 - \frac{(1-C_2-C_3-C_4)*C_1*D}{P_d-C_2-C_3-C_4} \quad [ 2.1]$$

Con este rendimiento se obtiene la energía real necesaria que deben otorgar los paneles solares.

$$TEN = \frac{E_T}{C_T} \quad [ 2.2]$$

El rendimiento de trabajo tiene en cuenta pérdidas producidas por el posible ensuciamiento y/o deterioro de los paneles fotovoltaicos (normalmente 0,7 – 0,8). El número de módulos (NMD) está determinado por:

$$NMD = \frac{TEN}{HSP*RT*PPM} \quad [ 2.3]$$

NMD: Numero de módulos  
TEN: Total de energía necesaria  
HSP: Horas de sol pico (Heliofanía)  
RT: Rendimiento de trabajo  
PPM: Potencia pico del modulo

### **2.6.1. CONTROLADOR DE CARGA**

Son parecidos a los reguladores de voltajes de los automóviles, controlando el voltaje y la corriente de un panel solar o de un aerogenerador, con el fin de recargar la batería. La tensión eléctrica de un panel varía con la insolación solar y puede alcanzar voltajes mayores a los 20 voltios, según el diseño del fabricante. De tal forma se garantiza hasta bajo condiciones de poca luz, que el voltaje de salida de los paneles este encima de 12 a 14 voltios lo que esta requerido para iniciar el ciclo de recarga de la batería. Pero también existen voltajes mayores que también pueden dañar la batería, especialmente cuando este alcanza ya su carga completa. Así que cuando haya mucho sol, al regular de carga toca trabajar.

### **2.6.2. INVERSORES**

Son los que se encargan de la conversión de la energía continua (DC) a energía alterna (AC), diseñados para las aplicaciones fotovoltaicas controladas por un microprocesador. Existen inversores que poseen en microchip que se encarga de controlar las funciones operativas como: frecuencia, voltaje, descarga de baterías, sin generar ruido.

### **2.6.3. BATERÍA**

La función prioritaria de la batería en un sistema de generación fotovoltaico es la de acumular la energía que se produce durante las horas de luminosidad para poder ser utilizada en la noche o durante periodos prolongados de mal tiempo. Otra importante función de las baterías es la de proveer una intensidad de corriente superior a la que el dispositivo fotovoltaico puede entregar. Tal es el caso de un motor, que en el momento del arranque puede demandar una corriente de 4 a 6 veces su corriente nominal durante unos pocos segundos.

### **2.6.3.1. DURACIÓN DE LA BATERÍA**

La duración de las baterías solares, además del correcto dimensionado de la instalación, depende del tipo de baterías: Tracción, OPZS, EPZS, etc. Las de mayor duración son las OPZS, con una duración media de 11 años. Su durabilidad fundamentalmente depende del número de ciclos de carga y descarga, y de la profundidad de descarga. Es muy importante dimensionar la instalación de tal forma que la carga de la batería nunca sea inferior al 40%.

## **2.7. INSTALACIÓN**

### **2.7.1. CARGA/TENSIÓN MÁXIMA PERMITIDA POR EL MÓDULO**

La carga máxima a la que el módulo puede someterse no debe exceder los 5,4 kN/m<sup>2</sup>. Se deben tener en cuenta las cargas propias del lugar, como el viento o la nieve, para asegurarse de que no se sobrepase este límite. (REC solar, 2009)

### **2.7.2. UBICACIONES Y FACTORES AMBIENTALES PELIGROSOS**

Los módulos están diseñados para instalarse en condiciones climáticas moderadas/templadas. Los módulos no están preparados para instalarse en entornos potencialmente explosivos o inflamables. En casos donde exista un riesgo de cargas de nieve y/o avalanchas, se deben tomar medidas para garantizar que los bastidores de los módulos instalados en los bordes de techos bajos no se doblen ni se desplacen. Los módulos no se deben instalar en las siguientes ubicaciones:

- Cerca de fuentes de gases y vapores inflamables, como gasolineras, contenedores de almacenamiento de gas, instalaciones de pintura en spray.
- Cerca de material inflamable.
- Bajo el agua o en una fuente u otro entorno de agua similar.
- Expuestos a salinidad. Se recomienda que haya una distancia respecto al mar de 500 m como mínimo.

- Expuestos al azufre, como cerca de yacimientos de azufre o volcanes, debido al peligro de corrosión.
- Expuestos a sustancias químicas corrosivas.

### **2.7.3. ESPECIFICACIONES ELÉCTRICAS Y TÉCNICAS DEL SISTEMA**

Los módulos sólo se deben usar en sistemas que cumplan los requisitos técnicos específicos del sistema en su totalidad. Asegúrese de que el resto de componentes del sistema no provocarán daños mecánicos o eléctricos en los módulos.

El número de módulos conectados a un inversor debe encontrarse en el intervalo de funcionamiento o en los límites de tensión del inversor, y el diseño de la configuración (o configuraciones) en cadenas debe cumplir las directrices del fabricante del inversor. Los módulos deben configurarse de forma que no generen una tensión mayor a la tensión permitida del sistema. Se deben seguir los códigos y normativas nacionales sobre instalaciones eléctricas.

### **2.7.4. ESPECIFICACIONES DE MONTAJE**

Estos módulos requieren estructura de soporte ya que por ellos mismos no son adecuados para integración arquitectónica sustituyendo elementos constructivos convencionales como acristalamientos en tejado o verticales. La estructura de montaje del generador debe poder soportar cargas de nieve y velocidades de viento previstos. En la parte inferior de los bastidores de los módulos existen unas aperturas para permitir el desagüe del agua de lluvia.

### **2.7.5. ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN ÓPTIMAS**

Para maximizar el rendimiento del sistema, los módulos deben instalarse con unos ángulos de inclinación y orientación óptimos. Esto dependerá de la ubicación y de las necesidades establecidas por el diseñador del sistema. El ángulo ideal es cuando los rayos del sol están perpendiculares a la superficie del módulo.

### 2.7.5.1. MÉTODO DE LA INCLINACIÓN ÓPTIMA ANUAL

La siguiente fórmula expresa la inclinación óptima anual para conseguir la mayor radiación solar anual posible sobre un captador solar estático. Está basada en el análisis estadístico de la radiación solar anual sobre superficies con diferentes inclinaciones situadas en lugares de diferentes latitudes, por lo que proporciona la inclinación óptima en función de la latitud del lugar:

$$\beta_{opt} = 3,7 + 0,69 \cdot |\phi| [ 2.4]$$

Siendo:

$\beta$ : ángulo de inclinación óptima (grados)

$|\phi|$ : latitud del lugar, sin signo (grados)

### 2.7.5.2. ANGULO DE INCLINACIÓN DEL MÓDULO

Como se observa claramente en el cuadro 2.1 el ángulo de inclinación que anualmente es capaz de captar más radiación por metro cuadrado es la inclinación del panel de 35°, con respecto a la horizontal, y orientado totalmente hacia el sur, es decir azimut=0° (Morató, 2006).

**Cuadro 2.1.** Radiación Solar Global medida sobre superficies inclinadas

Radiación solar global diaria sobre superficies inclinadas (kWh/m2/día). Estación: Tarragona													
	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	anual
0°	2.02	2.88	4.13	5.48	6.53	7.01	6.78	5.89	4.60	3.26	2.21	1.76	4.39
5°	2.29	3.16	4.38	5.66	6.63	7.06	6.85	6.04	4.83	3.52	2.48	2.02	4.58
10°	2.56	3.42	4.61	5.82	6.68	7.07	6.88	6.15	5.03	3.76	2.74	2.28	4.76
15°	2.80	3.66	4.81	5.94	6.70	7.03	6.87	6.23	5.20	3.98	2.97	2.51	4.90
20°	3.03	3.88	4.99	6.03	6.67	6.95	6.81	6.28	5.34	4.18	3.19	2.74	5.01
25°	3.24	4.07	5.13	6.08	6.62	6.83	6.73	6.29	5.45	4.35	3.39	2.94	5.10
30°	3.43	4.23	5.24	6.09	6.54	6.69	6.61	6.26	5.52	4.49	3.57	3.13	5.15
35°	3.60	4.37	5.31	6.06	6.41	6.52	6.46	6.19	5.56	4.61	3.73	3.30	5.18
40°	3.74	4.49	5.36	5.99	6.24	6.30	6.27	6.09	5.56	4.69	3.86	3.44	5.17
45°	3.86	4.57	5.36	5.89	6.04	6.04	6.03	5.94	5.53	4.75	3.96	3.56	5.13
50°	3.95	4.62	5.34	5.75	5.80	5.75	5.77	5.76	5.46	4.77	4.04	3.66	5.06
55°	4.02	4.65	5.28	5.58	5.53	5.43	5.46	5.55	5.36	4.77	4.10	3.74	4.96
60°	4.06	4.64	5.19	5.37	5.22	5.08	5.13	5.30	5.23	4.73	4.13	3.79	4.82
65°	4.07	4.60	5.07	5.13	4.89	4.73	4.80	5.02	5.06	4.67	4.13	3.81	4.67
70°	4.06	4.54	4.91	4.86	4.56	4.35	4.44	4.72	4.86	4.57	4.10	3.81	4.48
75°	4.02	4.44	4.73	4.56	4.19	3.95	4.06	4.40	4.64	4.45	4.04	3.79	4.27
80°	3.95	4.32	4.51	4.24	3.81	3.53	3.65	4.06	4.39	4.30	3.96	3.73	4.04
85°	3.86	4.17	4.27	3.91	3.40	3.11	3.23	3.69	4.11	4.12	3.86	3.66	3.78
90°	3.74	3.99	4.01	3.56	2.99	2.71	2.83	3.31	3.80	3.91	3.73	3.56	3.51



### 2.7.5.3. ORIENTACIÓN, INCLINACIÓN Y SOMBRAS

Las pérdidas de radiación causadas por una orientación e inclinación del generador distintas a las óptimas, y por sombreado, en el período de diseño, no serán superiores a los valores especificados en el cuadro 2.1.

**Cuadro 2.2.** Pérdidas de radiación del generador (IDAE, 2009)

<b>Pérdidas de radiación del generador</b>	<b>Valor máximo permitido (%)</b>
Inclinación y orientación	20
Sombras	10
Combinación de ambas	20

### 2.7.6. SOMBRA

Incluso la más mínima sombra proyectada sobre los módulos provocará un menor rendimiento de los mismos/ del sistema. Se considera que un módulo no tiene sombras cuando no experimenta sombra en todo el año e incluso durante los días más desfavorables del año esté expuesto a varias horas de luz solar directa.

### 2.7.7. SUJECIÓN DE LOS MÓDULOS A LA ESTRUCTURA DE MONTAJE

Cada módulo se debe fijar de forma segura a la estructura de montaje por cuatro puntos, como mínimo. Los laterales largos del bastidor del módulo han sido testados a prueba de tensiones y se deben usar para fijar los módulos a la estructura de montaje.

### 2.7.8. PREVENCIÓN DE CORROSIÓN GALVÁNICA

Para evitar que se produzca corrosión galvánica, también denominada corrosión metálica heterogénea, se recomienda utilizar materiales de sujeción de acero inoxidable, pero también se acepta el uso de sujeciones galvanizadas, aluminio o cualquier material plástico.

## **2.7.9. CABLEADO**

### **2.7.9.1. DISTRIBUCIÓN Y CONFIGURACIÓN DEL CABLEADO**

Para minimizar las sobretensiones que pueden producirse por el impacto de rayos y relámpagos indirectos, los cables de CC de la misma cadena deben agruparse para que los bucles sean tan pequeños como sea posible. Las configuraciones en cadena deben comprobarse antes de poner en marcha el sistema. Si la tensión del circuito abierto y la corriente de cortocircuito son distintas a las especificadas, esto podría indicar un fallo de configuración. La polaridad correcta de CC se debe respetar en todo momento.

### **2.7.9.2. CONEXIÓN DE LOS CONECTORES DE ENCHUFES**

Todas las conexiones deben ser seguras, estar bien fijadas y en buen estado eléctrico y mecánico.

### **2.7.9.3. ACCESORIOS Y MATERIALES**

Se deben utilizar cables y conectores resistentes a la radiación UV aprobados para su uso en exteriores. Compruebe que están en buen estado eléctrico y mecánico. Se debe seleccionar el calibre de los conductores para garantizar la mínima pérdida de alimentación de CC (caída de tensión) (inferior al 1%, si es posible). Se deben respetar los códigos y normativas nacionales sobre instalaciones eléctricas al seleccionar los cables. Para las conexiones en el campo, utilice cables de cobre con un mínimo de 4 mm<sup>2</sup> o n° 12 AWG aislados para una temperatura mínima de 90 °C.

### **2.7.9.4. PROTECCIÓN DE LOS CABLES**

Los cables deben fijarse al sistema de montaje de generadores con bridas resistentes a la radiación UV u otro dispositivo resistente a la luz solar. Los cables sueltos o no fijados deben estar protegidos contra los daños mecánicos. En la medida de lo posible, evite la exposición de los cables a la luz solar directa.

Elemento que transforma la luz solar (fotones) en electricidad. Es el insumo fundamental de los módulos solares fotovoltaicos. (CONELEC, 2008)

## **2.8. CORRIENTE ALTERNA**

En la corriente alterna (CA o AC, en inglés) los electrones, a partir de su posición fija en el cable (centro), oscilan de un lado al otro de su centro, dentro de un mismo entorno o amplitud, a una frecuencia determinada (número de oscilaciones por segundo). (CONELEC, 2008)

## **2.9. CORRIENTE CONTINUA**

La corriente continua (CC o DC, en inglés) se genera a partir de un flujo continuo de electrones (cargas negativas) siempre en el mismo sentido, el cual va desde el polo negativo de la fuente al polo positivo. Al desplazarse en este sentido los electrones, los huecos o ausencias de electrones (cargas positivas) lo hacen en sentido contrario, es decir, desde el polo positivo al negativo. (CONELEC, 2008).

# CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

## 3.1. UBICACIÓN

El presente proyecto se llevó a cabo en la glorieta de la Carrera de Medio Ambiente del campus politécnico de la ESPAM “MFL” situado en el Sitio El Limón, Parroquia Calceta, Cantón Bolívar, Provincia de Manabí. La ubicación geográfica de la ESPAM “MFL” son las coordenadas 00°49’23” de latitud sur y 80°11’01” de longitud oeste, con una altitud de 15msnm. (ESPAM, 2010)

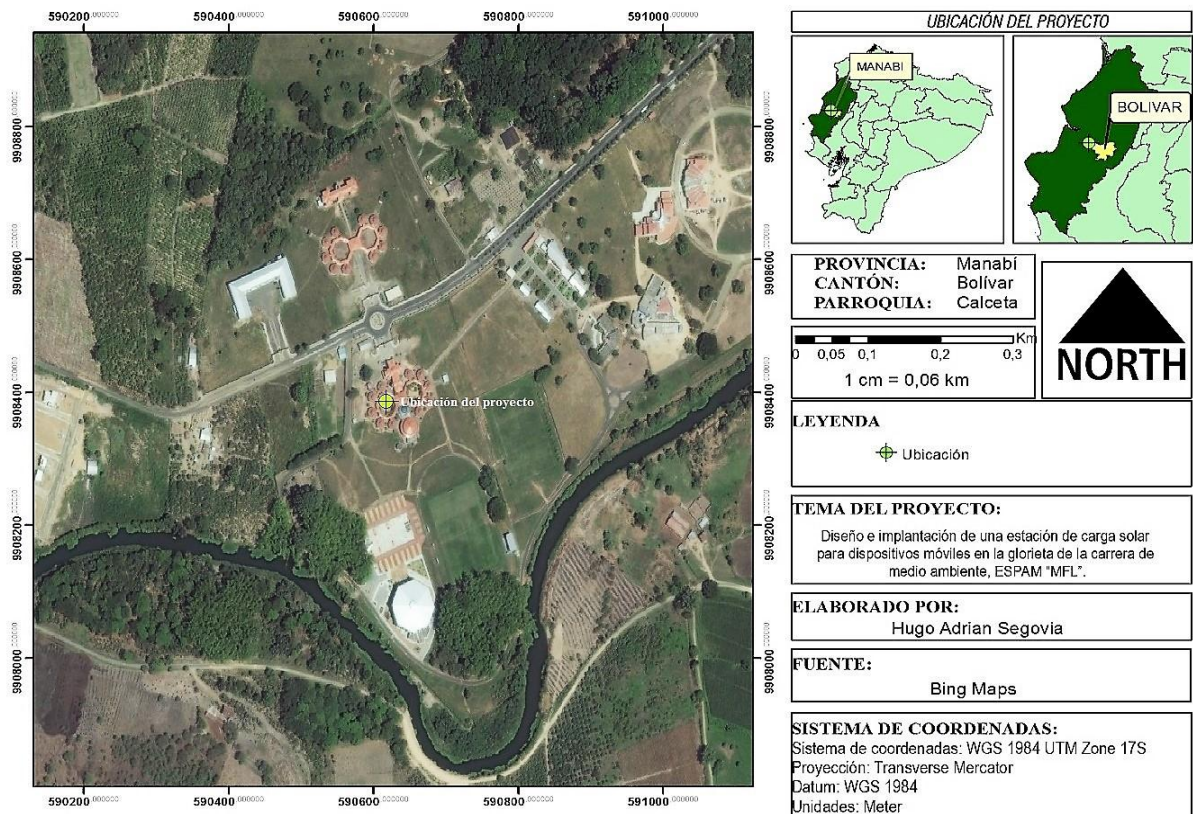


Gráfico 3-1. Ubicación de la glorieta

## 3.2. DURACIÓN

El proyecto se desarrolló en un lapso de 9 meses luego de la aprobación del proyecto para su ejecución.

### 3.3. VARIABLES EN ESTUDIO

#### 3.3.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

Suplir la demanda de energía eléctrica para la recarga de dispositivos móviles de los estudiantes de la carrera de Medio Ambiente.

#### 3.3.2. VARIABLE DEPENDIENTE.

Generación de energía eléctrica por medio de la instalación de paneles fotovoltaicos.

### 3.4. CUADRO DE VARIABLES

**Cuadro 3.1.** Descripción de las variables en estudio

VARIABLES	CONCEPTO	INDICADORES	ÍNDICES
INDEPENDIENTE Suplir la demanda de energía eléctrica para la recarga de dispositivos móviles de los estudiantes de la carrera de Medio Ambiente.	Abastecer la demanda de energía para la recarga de las baterías de los dispositivos móviles.	Utilización de la energía eléctrica generada	Consumo por parte de los usuarios
DEPENDIENTE Generación de energía eléctrica por medio de la instalación de paneles fotovoltaicos.	Energía eléctrica en forma de corriente continua generada a partir de paneles fotovoltaicos	Materiales, instalación, evidencia visual de la estación solar de carga.	Generación, almacenamiento y consumo

### 3.5. TIPO DE INVESTIGACIÓN

#### 3.5.1. MÉTODO

El método de investigación que se efectuó fue cualitativo no experimental, se realizó en el lugar de los hechos; de esta forma se obtuvieron datos que caracterizaran la realidad estudiada.

#### 3.5.2. TÉCNICAS

Para la ejecución de la investigación, se aplicaron los siguientes protocolos: cuestionarios, observación entre otros.

### 3.6. PROCEDIMIENTO

Para el cumplimiento del proyecto se llevaron a cabo dos fases en base a los objetivos específicos, descritas a continuación:

#### 3.6.1. FASE 1: DIAGNOSTICO DE LA DEMANDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y DE FUENTES ACCESIBLES.

##### 3.6.1.1. ACTIVIDAD 1.1. DISEÑO DE LA ENCUESTA.

Se realizó el diseño de la encuesta con un total de 7 preguntas de opción múltiple para determinar el grado de demanda de tomacorrientes por parte de los estudiantes exclusivamente para la recarga de sus dispositivos móviles (anexo 2)

##### 3.6.1.2. ACTIVIDAD 1.2: APLICACIÓN DE LA ENCUESTAS.

Se aplicó la encuesta a una muestra de estudiantes basado en el número total de estudiantes de la carrera durante el segundo semestre del año 2015, la muestra se calculó con una probabilidad de ocurrencia del 90% y un intervalo o nivel de confianza del 5% mediante la siguiente ecuación (Jiménez, 1999).

$$n = \frac{PQ \times N}{(N-1) \frac{\alpha^2}{K^2} + PQ} \quad [ 3.1 ]$$

Dónde:

n = Tamaño de la muestra

PQ = Probabilidad de ocurrencia por la de no ocurrencia = 0,9 x 0,1 = 0,9

N = tamaño de la población;

$\alpha$  = intervalo o nivel de confianza = 0,05

K = constante de corrección del error = 1,96

##### 3.6.1.3. ACTIVIDAD 1.3: ANÁLISIS DE RESULTADOS

La tabulación de las encuestas y el posterior análisis de los resultados se llevó a cabo la segunda semana de noviembre de 2015 mediante el programa de Microsoft® Excel 2010. Así se pudo visualizar de manera más objetiva los requerimientos de los estudiantes de cara a la demanda de tomacorrientes para la carga de sus dispositivos móviles.

## **3.6.2. FASE 2. DEMOSTRACIÓN DE LA FACTIBILIDAD DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA**

### **3.6.2.1. ACTIVIDAD 2.1: OBTENCIÓN DE MATERIALES**

Se realizó el pedido de materiales necesarios como la batería, el controlador de carga y la petición a la ESPAM de la utilización de los paneles solares para así poder proceder a la instalación del sistema de carga solar.

### **3.6.2.2. ACTIVIDAD 2.2: INSTALACIÓN DE ESTACIÓN DE CARGA**

Desde la primera semana de marzo hasta la primera semana de abril de 2016 se realizó la instalación de los materiales en la glorieta de la Carrera de Medio Ambiente de la ESPAM MFL. La instalación comprendió el aseguramiento e inclinación adecuada de los paneles fotovoltaicos, la sujeción de cables, la colocación, calibrado y cableado del controlador de carga, la instalación de la batería, la colocación de la estación de recarga compuesta por 8 tomacorrientes y la instalación de un foco indicador de funcionamiento.

### **3.6.2.3. ACTIVIDAD 2.3: PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO**

Se realizaron pruebas de funcionamiento y una revisión periódica del sistema de la red de la estación de carga solar durante el mes de diciembre de 2016.

## **3.6.3. FASE 3. SOCIALIZACIÓN DE LA PROPUESTA DEL CARGADOR SOLAR A LA COMUNIDAD POLITÉCNICA.**

### **3.6.3.1. ACTIVIDAD 3.1: PUESTA EN MARCHA PARA EL ACCESO AL PÚBLICO**

Luego de instalada y verificada su correcto funcionamiento, se llevó a cabo la sociabilización de la estación de carga en cada curso y se invitó a los estudiantes a que la utilicen para comprobar el grado de satisfacción.

### **3.6.3.2. ACTIVIDAD 3.2: INAUGURACIÓN DE LA ESTACIÓN DE CARGA**

Se realizó un acto simbólico de inauguración de la estación de carga solar durante el acto de sustentación del proyecto (anexo 5).

## CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. DIAGNOSTICAR LA DEMANDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y DE FUENTES ACCESIBLES.

Durante el periodo académico septiembre 2015-febrero 2016 hubo un total de 456 estudiantes en la carrera de medio ambiente por lo que con el intervalo de confianza seleccionado se determinó una muestra de 81 estudiantes para realizar el diagnóstico. De acuerdo a Mandeville (2010) en casos donde la población se encuentra dividida en estratos, en este caso paralelos, se deben seleccionar muestras aleatorias independientes de cada estrato. El número de estudiantes de cada paralelo se seleccionó en proporción al total existente según el Cuadro 4.1.

**Cuadro 4.1.** Muestra estratificada

<i>Semestre</i>	<i>Total estudiantes</i>	<i>Muestra</i>
Primero "A"	38	7
Primero "B"	28	5
Segundo "A"	30	5
Segundo "B"	28	5
Tercero	32	6
Cuarto	38	7
Quinto "A"	32	6
Quinto "B"	35	6
Sexto	36	6
Séptimo	38	7
Octavo	42	7
Noveno "A"	29	5
Noveno "B"	30	5
Décimo	20	4
<b>Total</b>	<b>456</b>	<b>81</b>

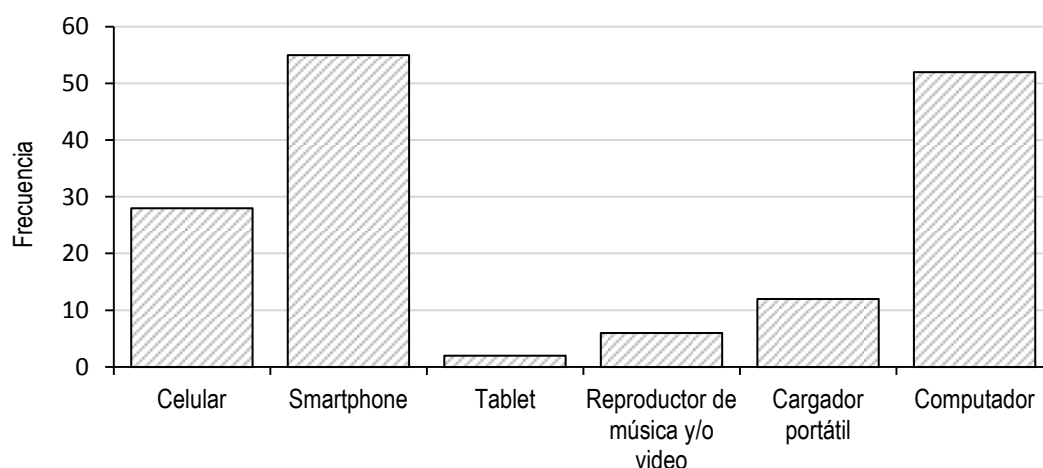
Durante las encuestas en primer lugar se dio a conocer el tema y finalidad de las encuestas a los estudiantes y se aplicó el formato elaborado en Anexo 1. Adicionalmente se acogieron las sugerencias ofrecidas por los encuestados para mejorar el proceso de ejecución del proyecto.

Seguidamente se tabularon los resultados obtenidos en el software estadístico Microsoft® Excel 2010 y se elaboraron las tablas y gráficas para representar los resultados.



## 1. Número de dispositivos móviles por estudiante

Existe una gran posesión de dispositivos como smartphones y computadoras por parte de los estudiantes. Una observación importante es que la suma de los dispositivos de comunicación (celulares convencionales (28) y los smartphones (55)) dan un total de 83 (ver gráfico 4.1) pese a que se evaluó una muestra 81 estudiantes, pues existen alumnos que poseen más de un dispositivo electrónico, aunque no se debe descartar que existan alumnos sin ningún dispositivo. Las computadoras se encuentran también en un alto porcentaje de posesión teniendo un valor de 64% de estudiantes con este dispositivo.

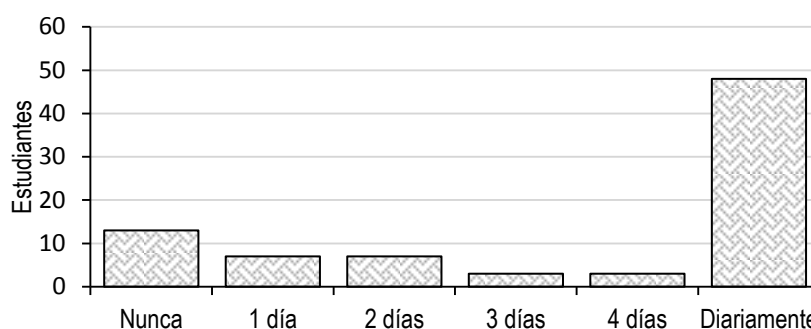


**Gráfico 4-1.** Número de equipos digitales de los estudiantes encuestados. Fuente: Encuesta a los estudiantes de la carrera de Medio Ambiente 2015. Elaborado por: Hugo Segovia Arias

Por tanto, existe una tendencia de 1 computadora por cada 3 dispositivos móviles (Celular, Smartphone, Tablet, Reproductor de música y/o video, Cargador portátil). Los resultados arrojan 155 dispositivos para un total de 81 estudiantes, determinando 1,9 dispositivos por individuo, lo que demuestra la alta posesión de dispositivos por parte de los estudiantes, y por ende una gran demanda de energía para recargarlos.

## 2. Días a la semana que llevan los cargadores de los dispositivos móviles

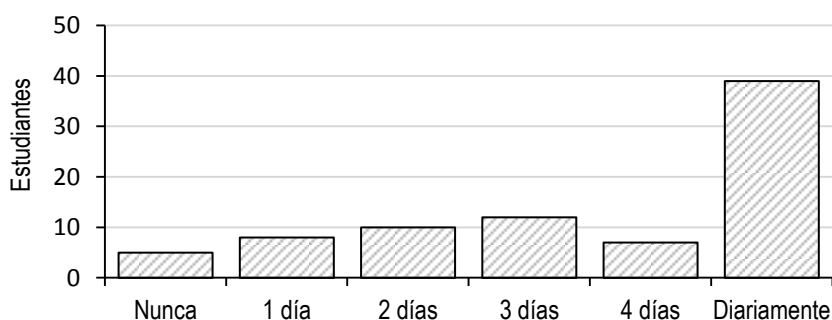
Una mayoría muy considerable (Gráfico 4.2) acepta llevar sus cargadores diariamente (48 estudiantes), lo que indica que los estudiantes están conscientes que en algún momento del día necesitarán usarlos ya que conocen el poco tiempo útil de sus baterías.



**Gráfico 4-2.** Días a la semana que traen los equipos a la universidad Fuente: Encuesta a los estudiantes de la carrera de Medio Ambiente 2015. Elaborado por: Hugo Segovia Arias

## 3. Días a la semana que usan los tomacorrientes de la ESPAM para cargar los dispositivos

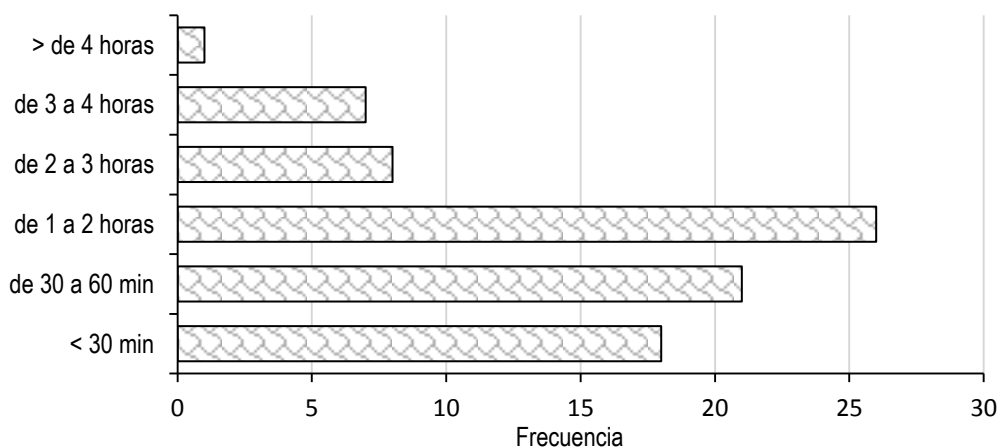
Pese a que 48 de los estudiantes encuestados afirman tener a su disposición su cargador todos los días (Gráfico 4.2), apenas 39 los usan diariamente (Gráfico 4.3) y no todos lo utilizan con la misma frecuencia siendo que algunos de los encuestados que no asisten con cargadores a la institución si los utilizan, pues a pesar de necesitarlos no poseen la garantía de poder utilizarlos debido a la falta de puertos donde conectarlos.



**Gráfico 4-3.** Días a la semana que usa los tomacorrientes de la ESPAM Fuente: Encuesta a los estudiantes de la carrera de Medio Ambiente 2015. Elaborado por: Hugo Segovia Arias

#### 4. Tiempo en promedio de carga de los dispositivos en la universidad

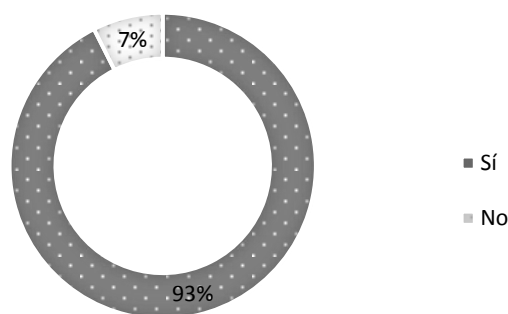
Los tomacorrientes de las aulas de la carrera de medio ambiente tienen un uso considerable y moderado teniendo en cuenta que se usan entre 1 a 2 horas al día como mayoría (Gráfico 4.4), tiempo bajo debido a que deben turnarse en su utilización dado al bajo número de puertos disponibles.



**Gráfico 4-4.** Tiempo de carga promedio de los dispositivos en la universidad Fuente: Encuesta a los estudiantes de la carrera de Medio Ambiente 2015. Elaborado por: Hugo Segovia Arias

#### 5. Opinión de los estudiantes sobre la implementación de más tomacorrientes accesibles

Como se observa en la gráfica 4.5 la gran mayoría de los estudiantes concuerda en que la cantidad de los tomacorrientes disponibles para los estudiantes en aulas y sitios comunes no son suficientes para cubrir la demanda existente, por lo que deberían ser más.

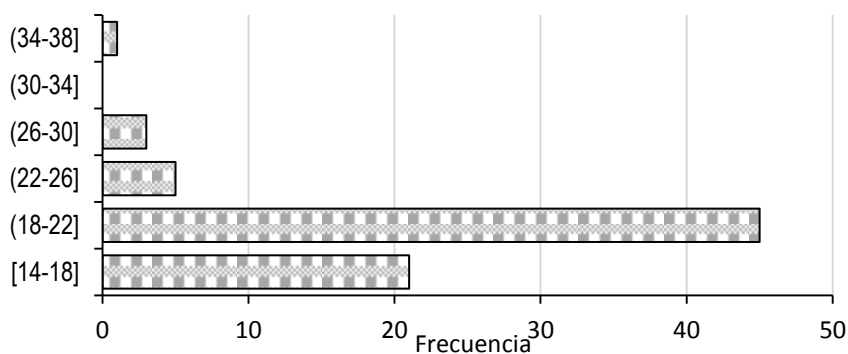


**Gráfico 4-5.** Necesidad de la implementación de tomacorrientes accesibles Fuente: Encuesta a los estudiantes de la carrera de Medio Ambiente 2015. Elaborado por: Hugo Segovia Arias

## 6. A las respuestas “Sí”. Número de tomacorrientes que consideran necesarios por aula

Con un total de 75 estudiantes que calificaron como necesaria la adquisición de nuevos tomacorrientes disponibles, se obtuvo una variedad de sugerencias de interruptores necesarios para satisfacer la demanda (Gráfica 4.6).

Los estudiantes proponían números desde 14 hasta 36 tomacorrientes por aula, obteniendo las respuestas más comunes entre 18 y 22 interruptores y siendo 22 la media del número de tomacorrientes necesarios por aula.

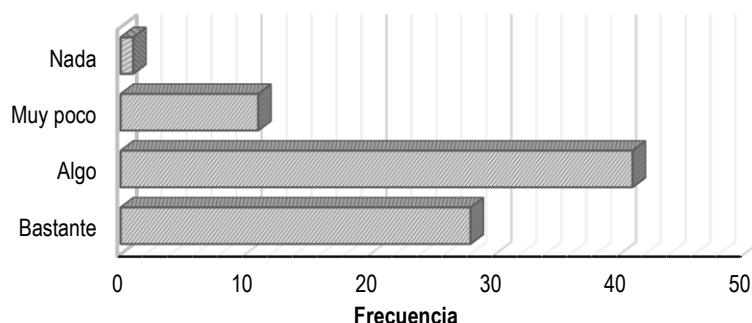


**Gráfico 4-6.** Número de interruptores necesarios Fuente: Estudiantes Medio Ambiente 2015. Elaborado por: Hugo Segovia Arias

## 7. Opinión estudiantil sobre si la carrera de medio ambiente está dando ejemplo sobre el cuidado del medio ambiente

La idea que tienen los estudiantes sobre el trabajo que realizan las autoridades estudiantiles es importante, y en el gráfico 4.7 se demuestra que el 88,77% (69)

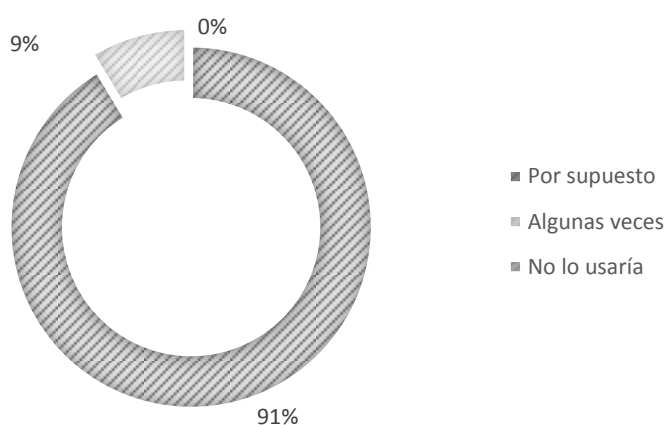
de los estudiantes tiene una calificación positiva en cuanto al esfuerzo de las autoridades para ofrecer un ejemplo de cuidado del medio ambiente.



**Gráfico 4-7.** Ejemplo de la carrera sobre el cuidado del medio ambiente. Fuente: Encuesta a los estudiantes de la carrera de Medio Ambiente 2015. Elaborado por: Hugo Segovia Arias

### 8. Estudiantes que se animarían y/o promocionarían el uso de una estación de carga solar a sus compañeros.

En la gráfica 4.8 se muestra la aceptación de los estudiantes hacia la instalación de una estación de carga solar en las instalaciones de la carrera. Con un contundente 100% de respuestas positivas (91% por supuesto + 9% algunas veces) se acoge la idea de la instalación de una central de carga solar para los dispositivos móviles, lo que promueve la continuidad del proyecto.



**Gráfico 4-8.** Posibilidad de utilización de la estación de carga. Fuente: Encuesta a los estudiantes de la carrera de Medio Ambiente 2015. Elaborado por: Hugo Segovia Arias

Por tanto, se puede definir que la instalación de una estación de carga tendría una gran acogida por los estudiantes de la carrera de medio ambiente pues todos afirmaron que una vez instalada la estación de carga, las utilizarían. En la carrera existen en promedio 1,9 dispositivos por individuo, siendo que el

93,83% de los estudiantes cargan sus dispositivos estando en la universidad y el 83,95% de asisten con cargadores a pues conocen el poco tiempo útil de sus baterías y la mayoría utilizan los tomacorrientes entre 1 y 4 horas al día debido, principalmente, al bajo número de puertos disponibles.

La mayoría de los estudiantes encuestados consideran que son necesarios de 18 a 22 el número idóneo de tomacorrientes necesarios por aula y este tipo de instalaciones fortalecería la opinión positiva que tienen los estudiantes acerca de las acciones de las autoridades para ofrecer ejemplos del cuidado del medio ambiente.

#### **4.2. DEMOSTRAR LA FACTIBILIDAD DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA**

En el lugar de aplicación del proyecto (glorieta) existen obstáculos (árboles y estructuras arquitectónicas) en las direcciones sur a oeste, siendo estos impedimentos para la ubicación de los paneles solares en esta dirección. Las coordenadas de ubicación son:

**Cuadro 4.2.** Coordenadas de la caseta de la carrera de medio ambiente

<b>Tipo</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
Decimales (m)	590633,974529	9908403,238960
Geométricas (grados decimales)	-80,18543835110	-0,82861975173

De acuerdo a las coordenadas tomadas en la zona de implementación del proyecto (Cuadro 4.2) y aplicando la fórmula [2.4] se determinó que los paneles solares deben ser instalados a 4,27 grados con respecto a la horizontal, esta fórmula es normalmente recomendada para las zonas ya sea al norte o sur de la línea ecuatorial y se reduce su aplicación en ella (Blanco, 2014). Sin embargo, Morató (2006) sugiere una inclinación fija de 15° en zonas donde la latitud se encuentra entre 0 y 15° en dirección sur. Adicionalmente Rodríguez y Arroyo (2016) recomiendan instalarlos con un ángulo de 5° a 15° para que resbale el agua o cualquier objeto que pueda caer.

IDAE (2009) menciona que pueden existir pérdidas de carga de hasta 20% por inclinación y orientación y de 10% por sombra. Debido a las características del

lugar seleccionado y a las referencias dadas por los autores, los paneles fueron ubicados en dirección  $-20^\circ$  (sur-este) con  $25^\circ$  de inclinación.

Según los datos de la Atmospheric Science Data Center de la NASA (Cuadro 4.3) el área posee una Insolación Difusa Promedio Anual de  $2100 \text{ Wh/m}^2/\text{día}$  (Vatios hora por metro cuadrado al día) y una insolación directa promedio anual de  $4070 \text{ Wh/m}^2/\text{día}$  (Cuadro 4.4)

**Cuadro 4.3.** Promedio mensual de radiación difusa incidida sobre una superficie horizontal ( $\text{kWh/m}^2/\text{d}$ )

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Promedio Anual
<b>Promedio en 22 años</b>	2,06	2,22	2,18	2,01	1,9	1,95	1,99	2,13	2,28	2,28	2,18	2,05	<b>2,1</b>

**Cuadro 4.4.** Promedio mensual de radiación directa sobre una superficie horizontal ( $\text{kWh/m}^2/\text{d}$ )

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Promedio Anual
<b>Promedio en 22 años</b>	4,86	4,36	5,28	5,44	5,03	3,27	3,05	3,05	3,11	3,22	3,64	4,58	<b>4,07</b>

Debido a las exigencias energéticas de los dispositivos electrónicos de los estudiantes de la carrera, se estableció la instalación de 8 puertos en la estación de carga. Para el cálculo de la energía necesaria en los puertos se determinó el consumo de energía diaria para los dispositivos encontrados a partir de las encuestas realizadas a los estudiantes de la carrera (Cuadro 4.5).

**Cuadro 4.5.** Energía necesaria para 81 estudiantes

Tabla de consumos diarios (81 estudiantes)				
Nombre del receptor	Núm.	Potencia (W)	h/día	Wh/día
Cargadores de Celulares	28	5	1,496	209,44
Cargadores de Smartphones	55	9	1,420	702,806604
Cargadores de Tablet	2	12	1,625	39
Cargadores de Reproductores de música y/o video	6	8	0,95	45,6
Cargadores de bancos de energía	12	10	1,40	168
Cargador de computadora	52	70	1,41	5145,96078
<b>CONSUMO TOTAL</b>	<b>155</b>			<b>6310,80739</b>

Considerando la gran popularidad que tienen los smartphones y computadoras portátiles, se proyecta el consumo necesario para la estación de carga de la carrera de ingeniería ambiental mostrada en el Cuadro 4.6, estimando un consumo real de la glorieta en su máximo de aproximadamente  $450 \text{ Wh/día}$ .

**Cuadro 4.6.** Energía necesaria para la instalación

Instalación en la Glorieta				
Nombre del receptor	Núm.	Potencia (W)	h/día	Wh/día
Cargadores de Celulares	0	5	1,496	0
Cargadores de Smartphones	4	9	1,420	51,11
Cargadores de Tablet	0	12	1,625	0
Cargadores de Reproductores de música y/o video	0	8	0,95	0
Cargadores de bancos de energía	0	10	1,40	0
Cargador de computadora	4	70	1,41	395,84
<b>CONSUMO TOTAL (EU)</b>	<b>8</b>			<b>449,31</b>

La batería utilizada en la estación de carga es una batería de ciclo profundo de AGM recomendadas para uso en sistemas solares de uso discontinuado con las siguientes características:

**Cuadro 4.7.** Energía necesaria para la instalación

<b>Capacidad</b>	18Ah
<b>Entrega aproximada de corriente</b>	1.8A durante 10h, o 18A durante 1 h
<b>Batería tipo</b>	Plomo VRLA-AGM de Ciclo Profundo y Libre de Mantenimiento.
<b>Voltaje</b>	12V
<b>Terminal</b>	T3/T12
<b>Medidas</b>	181 x 76 x 167 mm (largo-ancho-alto)
<b>Alto total</b>	167 mm (Considerando los terminales)
<b>Peso</b>	5.95 Kg

Considerando los siguientes datos de la batería:

$C_1$  = coeficiente de auto descarga diaria = 0,005

$C_2$  = coeficiente de energía perdida en carga y descarga (calor) = 0,05

$C_3$  = coeficiente pérdida en convertidores = 0,1

$C_4$  = coeficiente pérdida efecto joule = 0,15

$P_d$  = profundidad de descarga = 0,6

$D$  = Días de autonomía = 4 días

Mediante la fórmula [2.1] se calcula el coeficiente del rendimiento total:

$$C_T = 0,95333$$

La energía real necesaria:

$$E_T = \frac{E_u}{C_T} [4.1] \rightarrow E_T = 468,835 \text{ Wh/día}$$



La capacidad del acumulador:

$$\varphi = \frac{E_T * D}{P_d} [4.2] \rightarrow \varphi = 3125,57 A_h$$

Y con los datos de la radiación recibida de 4070 Wh/m<sup>2</sup>/día se calculan unas 4,1 horas de horas solares pico (HSP), por lo que se calcula la energía que deben suministrar los paneles solares de 61x56 cm usando la fórmula [2.2]:

$$TEN = 491,785 \text{ Wh/día}$$

En la carrera se encuentra disponibles paneles solares modelo 50P (especificaciones técnicas en el Cuadro 4.8) cuyas características se utilizarán para la instalación debido a la disponibilidad de los mismos y a la facilidad que da la carrera sobre su uso.

**Cuadro 4.8.** Especificaciones técnicas de los paneles solares utilizados

<b>Model type</b>	50P
<b>Maximum power</b>	50W
<b>Open circuit voltage</b>	22.0V ± 0.5
<b>Short circuit current</b>	3.07A ± 0.1
<b>Operative voltage</b>	17.5V ± 0.5
<b>Operative current</b>	2.86A ± 0.1
<b>Module size</b>	620*670*35 mm
<b>Maximum system voltage</b>	600V
<b>Power tolerance</b>	±3%
<b>According to STC (1000w/m<sup>2</sup>, AM1.5, Cell temperature 25°C)</b>	

Se calcula finalmente el número de paneles de 50W necesarios para la sostenibilidad del proyecto con la fórmula [2.3]:

$$NMD = 2,5349 \cong 3$$

Para la fijación de los paneles, se construyó una estructura en acero galvanizado, para su sujeción al techo de la glorieta, con una bisagra regulable mediante presión para poder orientar los paneles a la inclinación deseada pues según Menco *et al.* (2012) y Correa, *et al.* (2007) este material ofrece la resistencia necesaria a la corrosión del aire caliente y húmedo con condiciones ambientales más o menos residenciales.

Esta estructura se atornilló al techo de la glorieta mediante 8 pernos de 1/4" de diámetro por 3" de largo sellando con silicona cualquier abertura para mantener la impermeabilidad del techo. Se utilizaron cables INCABLE flexibles de 0.82mm<sup>2</sup> de sección transversal (medida 18 en Tamaño AWG) resistente a altas temperaturas, a radiación UV, resistencia a temperaturas extremas mínimas de -40°C, temperatura máxima del conductor de 90°C, resistencia al ozono y a la absorción de agua, resistencia al impacto y al desgarramiento, libre de halógenos, con baja emisión de gases corrosivos y no propagador de incendios.

La estación de carga solar para dispositivos móviles suple a cabalidad la demanda propuesta por estudiantes para una estación emergente, ofreciendo 150Watts de potencia gracias a las condiciones solares y geográficas adecuadas y al adecuado cálculo de materiales requeridos, por lo que la hipótesis es verdadera.

### 4.3. SOCIALIZACIÓN DEL PROYECTO

Se procedió a informar a los estudiantes sobre las nuevas instalaciones y a que hagan uso de estos recibiendo una positiva acogida de parte de ellos, se enseñó el adecuado uso y se propusieron recomendaciones para su uso y cuidado.

Para constatar la acogida de la instalación por los estudiantes y la comunidad educativa se realizó un registro de los estudiantes que utilizaron la estación de carga durante una semana donde se obtuvieron los resultados contenidos en el cuadro 4.9. Existieron en un promedio de 16 estudiantes al día siendo los horarios más usados de 2 a 4 de la tarde.

**Cuadro 4.9.** Estudiantes asistentes a la estación de carga

HORARIOS	08H00 a 10H00	10H00 a 12H00	12H00 a 14H00	14H00 a 16H00	16H00 a 18H00	Total general
20/02/2017	2	4	7	9	4	26
21/02/2017	1	3	5	8	1	18
22/02/2017	2	2	4	3	1	12
23/02/2017	1	3	2	5	1	12
24/02/2017	2	3	1	5	1	12
<b>Total general</b>	<b>8</b>	<b>15</b>	<b>19</b>	<b>30</b>	<b>8</b>	<b>80</b>

Una vez culminada la instalación y presentación final del presenta trabajo se realizó un acto que incluyó la presencia de la directora de carrera, Q. F. Ana María Aveiga y miembros Asociación de Estudiantes de Ingeniería Ambiental, a quienes se les realizó la entrega formal mediante un acta de inauguración (anexo 4) y se comprometieron al cuidado de la estructura y aseguramiento de la asistencia de los estudiantes a la instalación (anexo 5).

# **CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## **5.1. CONCLUSIONES**

- En la carrera de medio ambiente existen en promedio 1,9 dispositivos por individuo, siendo que el 93,83% de los estudiantes cargan sus dispositivos estando en la universidad y el 83,95% de asisten con cargadores pues conocen el poco tiempo útil de sus baterías; y la mayoría utilizan los tomacorrientes entre 1 y 4 horas al día debido, principalmente, al bajo número de puertos disponibles por lo que es muy factible e inclusive se puede considerar necesaria la implementación de más sectores de carga de dispositivos móviles en las inmediaciones de la carrera de Medio Ambiente y el resto de la universidad dada su gran demanda durante todo el día.
- Debido a las características del lugar seleccionado y a las referencias dadas por los autores, los 3 paneles modelo 50P disponibles en la carrera de medio ambiente ubicados en dirección  $-20^{\circ}$  (sur-este) con  $25^{\circ}$  de inclinación, la batería de ciclo profundo de AGM de 18Ah y demás elementos de la instalación, pudieron satisfacer a cabalidad la demanda de energía requerida por los estudiantes en el presente estudio.
- La acogida de los estudiantes, los principales beneficiarios de este proyecto, es muy favorable teniendo en promedio 16 estudiantes al día y un total de 80 estudiantes a la semana, siendo los horarios más usados de 2 a 4 de la tarde.

## 5.2. RECOMENDACIONES

- Para obtener mejores resultados de las encuestas, se recomienda utilizar una mayor muestra poblacional tomando en cuenta la gran cantidad de personas (no solo estudiantes de la Carrera de Medio Ambiente) que transitan por dichas inmediaciones y podrían hacer uso de la estación de carga.
- Las condiciones climáticas y geográficas de la ESPAM son favorables para considerar necesaria la implementación de más sectores de carga de dispositivos móviles tanto en las inmediaciones de la carrera de Medio Ambiente como en el resto del campus previo a un estudio de afluencia de personas.
- De darse un mantenimiento favorable, se recomienda instalar estas fuentes de esta energía dentro de las aulas dado que aquí representan una mayor seguridad y comodidad para los estudiantes a la hora de cargar sus dispositivos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Biello, D. 2012. How Much Energy Do You Waste Charging Your Cell Phone? Scientific American. (En Línea). EUA. Consultado, 2 ago. 2015. Formato mp3. Disponible en: <http://www.scientificamerican.com>
- Blanco Sardinero, Israel. Instalación solar fotovoltaica conectada a red sobre la azotea de una nave industrial. Universidad Carlos III de Madrid. Consultado 25 de agosto de 2016. Disponible en: <http://e-archivo.uc3m.es>
- Blanco, I., 2014. Instalación solar fotovoltaica conectada a red sobre la azotea de una nave industrial., Madrid: Universidad Carlos III de Madrid.
- BP (British Petroleum – *Beyond Petroleum*). 2014. BP Statistical Review of World Energy. (En línea). ENG. Consultado, 28 jul. 2015. Formato PDF. Disponible en <http://www.bp.com>.
- Cano, A., 2012. Cómo calcular una instalación solar fotovoltaica en 5 pasos, España: Clip renovables.
- CONELEC (Consejo Nacional de la Electricidad). 2008. Atlas solar del Ecuador con fines de generación eléctrica. (En Línea). EC. Consultado, 26 jul. 2015. Formato PDF. Disponible en [www.conelec.gob.ec](http://www.conelec.gob.ec).
- Constitución del Ecuador. 2008. Art. 15. EC.
- Correa, E. y otros, 2007. Corrosión del acero al carbono, acero galvanizado y aluminio en diferentes atmósferas colombianas. Scientia Et Technica, XIII (36), pp. 7-12.
- Cuervo, R. y Méndez, J. 2011. Energía solar fotovoltaica. 7 ed. España. Fund. Confemetal. p 108.
- Desiderio, K. y Calderón, M. 2013. Importación y comercialización de llavero cargador solar móvil. Tesis. Ing. Comercio y Finanzas Internacionales Bilingüe. UCSG. Guayaquil, EC. p 6 – 14
- El Comercio. 2009. Ecuador abre espacios a la Energía Solar. El Comercio. Quito, EC, may, 13. p 5<sup>a</sup>
- El Universo. 2012. Energía renovable cubre el 12,9% de la demanda mundial. (En línea). EC. Consultado, 15 de jul. 2015. Formato HTML. Disponible en <http://www.eluniverso.com>
- ESPAM MFL (Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López). 2010. Estación Meteorológica. Calceta-Manabí. EC.

- IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía). Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones de Instalaciones Conectadas a Red. PCT-C-REV – julio 2011. Consultado 8 de enero de 2016. Disponible en: <http://www.idae.es>
- IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía). Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Aisladas de Red. PCT-A-REV – febrero 2009. [Consultado 16 de enero de 2016. Disponible en: <http://www.idae.es>
- IDAE, 2009. Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Aisladas de Red, Madrid: Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía.
- INAMHI, 2012. Anuario Meteorológico 2012, Estación M1230: ESPAM-MFL-CALCETA: INAMHI.
- Jiménez, B. 2005. La contaminación ambiental en México. México D.F. MX. p 319
- Mandeville, P., 2010. Tema 22: Muestreo multietápico. Ciencia UANL, XIII (1), pp. 102-105.
- Menco, D., Mahecha, J., Rivera, J. & Rincón, J., 2012. Diseño y construcción de una cámara experimental de secado para productos hortofrutícolas. Vitae, XIX (1), pp. S171-S173.
- Módulos fotovoltaicos. [Consulta: 08/01/2014]. Disponible en: <http://oretano.iele-ab.uclm.es/~carrion/Bibliografia/BOMBEO%20FOTOVOLTAICO/>
- Morató, S., 2006. Diseño de una central fotovoltaica de 100KW, Cataluña, España: s.n.
- Plan Nacional del Buen Vivir. 2013-2017. Objetivo 7. Garantizar los derechos de la naturaleza y promover la sostenibilidad ambiental, territorial y global. EC. p 230, 231, 236, 237.
- RECsolar. 2009. Instrucciones de instalación para módulos fotovoltaicos de REC Solar. (En línea). Consultado 29 de jun. 2015. Formato PDF. Disponible en [www.technosun.com/es/descargas/REC-manual](http://www.technosun.com/es/descargas/REC-manual)
- Rodríguez, D. & Arroyo, D., 2016. Energía solar fotovoltaica en Ecuador. Ecuador: INER.
- Rosillo, F. 2005. La energía solar fotovoltaica en la encrucijada. (En línea). Consultado 29 de jun. 2015. Disponible en <http://www.ecologistasenaccion.org/article7975.html>
- Salazar, E; Arroyave, J. y Pérez, W. 2011. Energías alternativas: experiencias desde el semillero de investigación en tecnología mecánica. Scientia et Technica. Vol. 3. p 260 - 265.

Seminario Visión sobre generación eléctrica a través de paneles solar fotovoltaicos y aerogeneradores. 2012. Sistema fotovoltaico. Portoviejo, EC. p 3, 5, 7.

UPC, s.f. Instalación solar fotovoltaica conectada a red. (En línea). Consultado 29 de jun. 2015. Formato PDF. Disponible en <https://upcommons.upc.edu/pfc>



# **ANEXOS**

### Anexo 1. Ejemplo de encuesta realizada

**Encuesta dirigida a estudiantes de la carrera de medio ambiente para el diagnóstico de la demanda existente de energía para la recarga de los dispositivos móviles**

1) ¿Cuántos dispositivos móviles posees y de qué tipo?

Celular	Smartphone	Tablet	Reproductores de música y/o video	Cargador portátil	Computador

2) ¿Cuántos días a la semana traes contigo el/los cargador(es) de tu(s) dispositivo(s) móvil(es)?

Nunca	1	2	3	4	Diariamente

3) ¿Cuántos días a la semana usas los tomacorrientes de la ESPAM para cargar tu(s) dispositivo(s)?

Nunca	1	2	3	4	Diariamente

4) ¿Cuánto tiempo en promedio cargas tu(s) dispositivo(s) en la universidad?

< 30 min	de 30 a 60 min	de 1 a 2 horas	de 2 a 3 horas	de 3 a 4 horas	> de 4 horas

5) ¿Crees necesario la implementación de más tomacorrientes accesibles?

Sí	No

Si respondiste Sí, ¿Cuántos crees que sean necesarios por aula? \_\_\_\_\_

- 6) ¿Crees que la carrera de medio ambiente está dando ejemplo sobre el cuidado del medio ambiente?

Bastante	Algo	Muy poco	Nada

- 7) Si se implementase una estación de carga solar de dispositivos móviles en la carrera de Medio Ambiente, te animarías y/o animarías a tus compañeros a utilizarla.

Por supuesto, siempre que pueda	Algunas veces, si no tengo otra opción	No lo usaría, prefiero los tomacorrientes, son más seguros

## Anexo 2. Registro fotográfico de la instalación

Anexo 2. A. Recepción de los paneles



Anexo 2. B. Instalación de los paneles en la base de la estructura en la glorieta y cableado



Anexo 2. C. Construcción de los terminales de carga

Anexo 2. D. Instalación de sistema eléctrico.



Anexo 2. E. Prueba de funcionamiento mediante luz piloto.



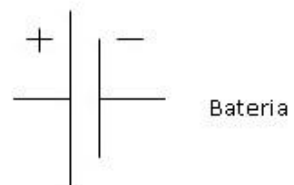
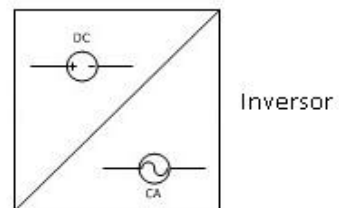
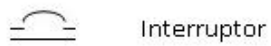
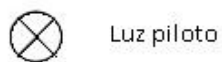
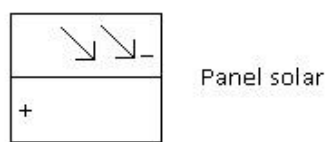
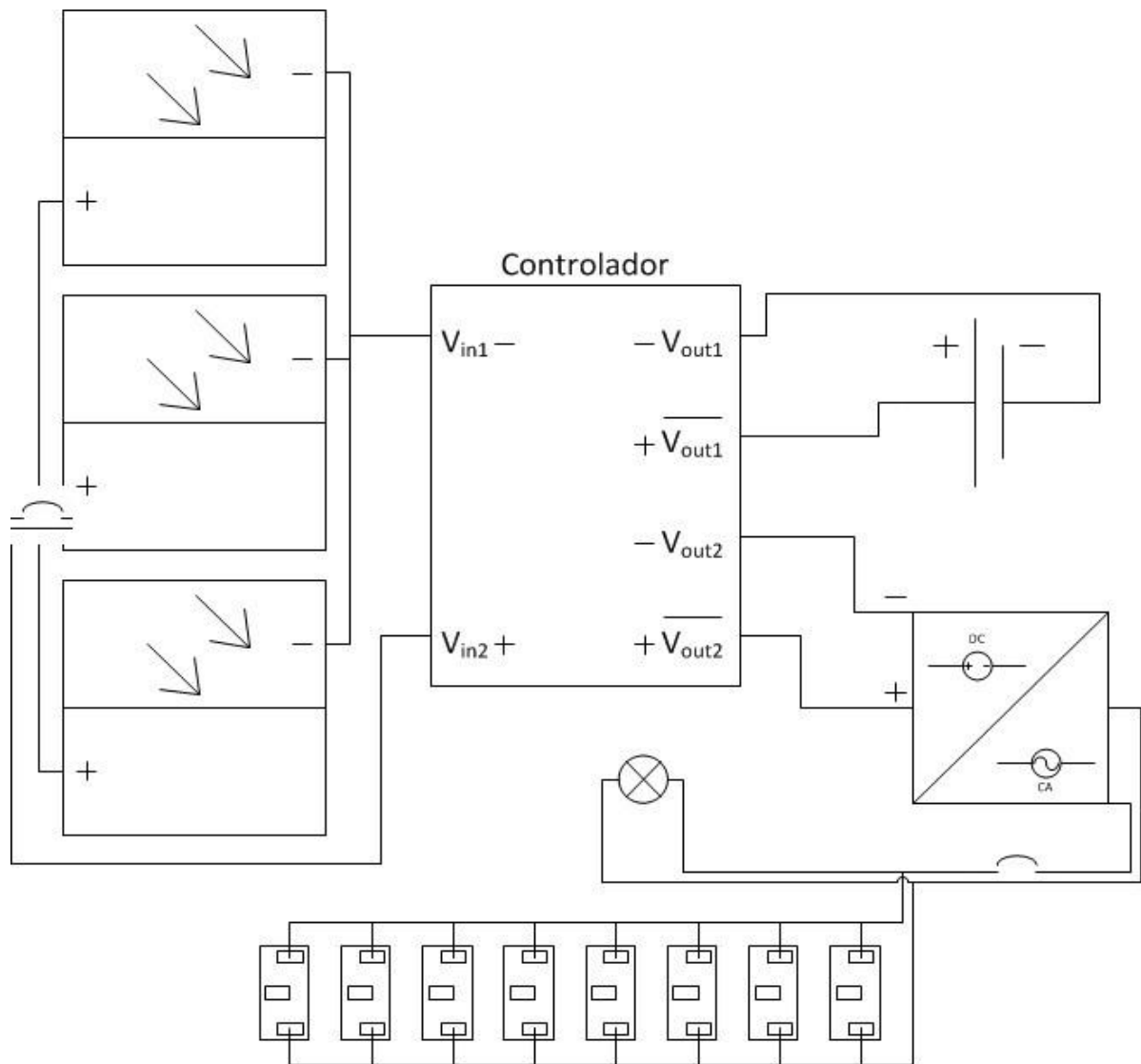
Anexo 2. F. Vista frontal de la glorieta.



Anexo 2. G. Vista interna de la glorieta.



**Anexo 3. Esquema eléctrico de la estación de carga**



#### **Anexo 4.** Acta de inauguración de la estación de carga solar.

Anexo 4. A. Orden del día.


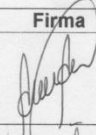



## **ACTA DE INAUGURACIÓN**

Calceta, mayo 2016

En la ciudad de Calceta, a los tres días del mes de mayo de dos mil diecisiete, siendo las diez de la mañana, constituidos en el hall de la Carrera de Ingeniería Ambiental, los infrascritos Directora de la Carrera de Ingeniería Ambiental, Doctora Ana María Aveiga; Tutora del trabajo de tesis que refleja este proyecto, Ingeniera Flor María Cárdenas; miembros del tribunal de Energías alternativas, directiva estudiantil de la Carrera, estudiantes de Ingeniería Ambiental y demás personas invitadas, reunidos con el objeto de inaugurar la ESTACIÓN DE CARGA SOLAR PARA DISPOSITIVOS MÓVILES, ubicada en la glorieta de la carrera de Ingeniería Ambiental, se procedió de la siguiente manera:

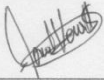


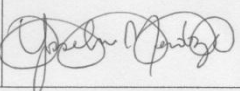
1. Hizo uso de la palabra, responsable del diseño y la construcción de la estación de carga solar, Hugo Segovia Arias.
2. El presidente estudiantil Jesús Alcívar se dirige a los estudiantes, principales benefactores de este proyecto.
3. La Directora de la Carrera de Ingeniería Ambiental, Doctora Ana María Aveiga, hace uso de la palabra y declara solemnemente inaugurado la estación de carga solar para dispositivos móviles.

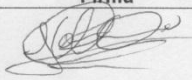
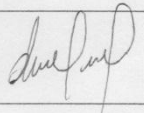
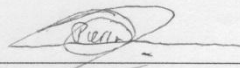
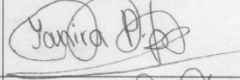
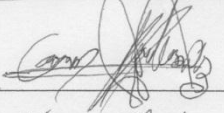
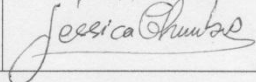
## Anexo 4. B. Hoja de asistencia firmada (parte 1 de 3).

		<b>ACTA DE INAUGURACIÓN</b>	
<b>ACTA NÚMERO: 1</b>			
Fecha	3 de mayo de 2017	Hora	10:00am – 11:00am
Lugar	Hall de Carrera de Ingeniería Ambiental		
Interno: <input type="checkbox"/>		Externo: <input type="checkbox"/>	
<b>ASUNTO</b>			
INAUGURACIÓN DE LA ESTACIÓN DE CARGA SOLAR PARA DISPOSITIVOS MÓVILES EN LA GLORIETA DE LA CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL DE LA ESPAM "MFL"			
<b>PARTICIPANTES</b>			
<b>Nombre</b>	<b>Cargo</b>	<b>Firma</b>	
Ana María Aveiga Ortiz	Directora de la Carrera de Ingeniería Ambiental		
Flor María Cárdenas Guillén	Tutora del proyecto de tesis		
Carlos Andree Villafuerte Velez	Presidente de Tribunal Línea 3		
Carlos Ricardo Delgado Villafuerte	Miembro de Tribunal Línea 3		
Jorge Bienvenido Cevallos Bravo	Miembro de Tribunal Línea 3		
Jesús Alcívar	Presidente Estudiantil Carrera Ingeniería Ambiental		
Génesis Salazar	Vicepresidenta Estudiantil Carrera Ingeniería Ambiental (1ero a 5to)		



## Anexo 4. C. Hoja de asistencia firmada (parte 2 de 3).

PARTICIPANTES		
Nombre	Cargo	Firma
Ronald Vera	Vicepresidente Estudiantil Carrera Ingeniería Ambiental (6to a 10mo)	
Cristina Toala	Tesorera Dirigencia estudiantil Carrera Ingeniería Ambiental	
Luis Molina	Vocal Principal Dirigencia estudiantil Carrera Ingeniería Ambiental	
Josselin Mendoza	Vocal Suplente Dirigencia estudiantil Carrera Ingeniería Ambiental	

ESTUDIANTES		
Nombre	Semestre	Firma
GERARDO VÉLEZ JENNIFER SMITH	CUARTO	
BARRIOS URRUTIA ANGEL DANIEL	CUARTO	
Mendoza Zambrano Pierina L. Libeth	CUARTO	
Yanira Ghustayne Palacios Cordera	CUARTO	
Valdez Cosme Gema Piedad	CUARTO	
Jéssica Chumbo Solórzano	CUARTO	

Anexo 4. D. Hoja de asistencia firmada (parte 3 de 3).

ESTUDIANTES		
Nombre	Semestre	Firma
Robert Cristóbal Congo Mora	4 <sup>to</sup> "A"	
A. Teaga Mendoza Fremy Leonel	4 <sup>to</sup> "A"	
Brow Zamora Gladys Katherine	4 <sup>to</sup> "A"	
Marcello García Soley Katherine	4 <sup>to</sup> "A"	
Quinonez Arboleda Yelena	4 <sup>to</sup> "A"	
Palma Navarrete Ana	4 <sup>to</sup> "A"	
Zambano Zambano Diana	4 <sup>to</sup> A	Diana M. Zambano J.
Potrago Zambano Kerly Amador	4 <sup>to</sup> "A"	
Loce Loce Tatiana	4 <sup>to</sup> "A"	
Intriago Postigo Isabel	4 <sup>to</sup> "A"	
Aguiar Gutiérrez Ana Zaira	4 <sup>to</sup> "A"	

Velas Chalesma  
Diego Fabian

9<sup>to</sup> "A"

## Anexo 5. Registro fotográfico de la socialización del proyecto.

Anexo 5. H. Inauguración con autoridades y estudiantes presentes.



Anexo 5. I. Puesta en marcha con público presente

