



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL
DESARROLLO**

CARRERA:

Ingeniería en Eléctrico-Mecánica con Mención en Gestión Empresarial Industrial

TÍTULO:

“Proyecto de diseño curricular e implementación para prácticas de energías renovables para el laboratorio de electricidad de la Facultad Técnica para el Desarrollo de la UCSG”

AUTOR:

Saltos Toala Karen Joselin

TUTOR:

Ing. Vallejo Samaniego Luís, M.Sc.

Guayaquil, Ecuador

2015



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL
DESARROLLO**

CARRERA:

Ingeniería en Eléctrico-Mecánica con Mención en Gestión Empresarial Industrial

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por KAREN JOSELIN SALTOS TOALA como requerimiento parcial para la obtención del Título de Ingeniería en Eléctrico-Mecánica con Mención en Gestión Empresarial Industrial.

TUTOR

ING. VALLEJO SAMANIEGO LUÍS, M.Sc.

DIRECTOR DE LA CARRERA

ING. HERAS SÁNCHEZ MIGUEL ARMANDO, M.Sc.
Guayaquil, febrero de 2015



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL
DESARROLLO**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, KAREN JOSELIN SALTOS TOALA

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación “Proyecto de diseño curricular e implementación para prácticas de energías renovables para el laboratorio de electricidad de la Facultad Técnica para el Desarrollo de la U.C.S.G” previa a la obtención del Título de Ingeniería en Eléctrico-Mecánica con Mención en Gestión Empresarial Industrial, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, febrero de 2015

EL AUTOR

KAREN JOSELIN SALTOS TOALA



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL
DESARROLLO**

CARRERA:

Ingeniería en Eléctrico-Mecánica con Mención en Gestión Empresarial Industrial

AUTORIZACIÓN

Yo, KAREN JOSELIN SALTOS TOALA

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación: “Proyecto de diseño curricular e implementación para prácticas de energías renovables para el laboratorio de electricidad de la Facultad Técnica para el Desarrollo de la U.C.S.G.”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, febrero de 2015

EL AUTOR:

KAREN JOSELIN SALTOS TOALA



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL
DESARROLLO**

CARRERA:

Ingeniería en Eléctrico-Mecánica con Mención en Gestión Empresarial Industrial

CALIFICACIÓN

DEDICATORIA

Dedico éste trabajo a la memoria de Javier Toala quien fue un padre para mí motivándome siempre a lograr mis objetivos, que su espíritu, su bondad y su sentido del humor sigan tocando mi vida.

AGRADECIMIENTO

A **Dios** Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado buena salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y su amor.

A **mi Familia** porque siempre han sido un pilar fundamental en mi vida, apoyándome en todo momento por sus consejos, sus valores, ejemplos de perseverancia y constancia logrando todo lo que soy ahora tanto en mi vida personal como profesional.

A **mi Tutor y maestros** quienes han ayudado en mi Formación Académica con sus conocimientos y experiencias impartidas a lo largo de la carrera.

Contenido

CAPÍTULO 1	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1 Justificación	1
1.2 Planteamiento del problema	1
1.3 Objetivos.....	2
1.3.1 Objetivo general	2
1.3.2 Objetivos específicos.....	2
1.4 Tipo de investigación	2
1.5 Hipótesis	2
1.6 Metodología.....	3
PARTE I MARCO TEÓRICO.....	4
CAPÍTULO 2	4
FUNDAMENTOS DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES	4
2.1 Introducción.....	4
2.2 Importancia de las energías renovables	5
2.3 Conceptualización de las energías renovables	5
2.4 Tipos de energías renovables.....	6
2.4.1 Energía solar	6
2.4.2 Energía eólica	9

2.4.3	Energía mareomotriz	11
2.4.4	Generación de biomasa.....	12
CAPÍTULO 3		15
CAMPOS DE APLICACIÓN DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES.....		15
3.1	Sistemas con energía solar.....	15
3.1.1	Aplicación agrícola.....	15
3.1.2	Alumbrado público	16
3.2	Sistemas eólicos	17
3.2.1	Sistema de desalinización de agua	17
3.2.2	Autoconsumo aislado	18
3.3	Uso de las biomásas	18
3.3.1	Aplicaciones térmicas.....	19
3.3.2	Biocombustibles	19
3.4	Centrales mareomotrices	19
3.4.1	Planta mareomotriz Sihwa Lake.....	20
CAPÍTULO 4		22
CARACTERIZACIÓN DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES.....		22
4.1	Dimensionado de un sistema fotovoltaico autónomo.....	22
4.1.1	Estimación de consumo.....	23
4.1.2	Dimensionado de los paneles fotovoltaicos	25

4.1.3	Dimensionado del sistema de acumulación.....	26
4.1.4	Determinación del regulador	27
4.1.5	Determinación del inversor	28
4.2	Generación de la energía eólica.....	28
4.2.1	Potencia extraída del viento.....	29
4.2.2	Curva de potencia de un aerogenerador	31
4.2.3	Cálculo de la energía generada.....	31
4.3	Proceso de la energía biomasa.....	32
4.3.1	Método termoquímico	32
4.3.2	Método biológico	33
4.4	Energía mareomotriz	33
4.4.1	Potencia disponible.....	33
4.4.2	Coefficiente de pérdidas	34
4.4.3	Factor de eficiencia.....	34
CAPÍTULO 5		35
PROCESO EDUCACIONAL PARA LAS ENERGÍAS RENOVABLES		35
5.1	Gestión académica – formativa	35
5.2	Prácticas de investigación – intervención.....	36
5.3	Módulos educacionales para laboratorio	38
5.4	Evaluación del proceso de enseñanza.....	39

PARTE II APORTACIONES	41
CAPÍTULO 6	41
SELECCIÓN DEL EQUIPAMIENTO PARA LABORATORIO	41
6.1 Fabricante de los equipamientos	41
6.2 Candidato 1.....	41
6.2.1 Equipamiento solar GES-100.....	41
6.2.1 Prácticas en el equipo GES-100	45
6.2.3 Equipamiento eólico GES-200.....	46
6.2.4 Prácticas en el equipo GES-200	49
6.3 Candidato 2.....	50
6.3.1 Equipamiento de energía solar fotovoltaica MINI-EESF	50
6.3.2 Prácticas en el equipo MINI-EESF	54
6.3.4 Equipamiento básico de energía eólica MINI-EEE.....	54
6.3.5 Prácticas en el equipo MINI-EEE	57
6.4 Análisis para selección del proveedor	58
CAPÍTULO 7	60
UNIDADES DE TRABAJO	60
7.1 Verificación del espacio de trabajo	60
7.2 Ubicación de los entrenadores.....	62
7.3 Estaciones de trabajo	62

7.4 Presupuesto de módulo.....	63
CAPÍTULO 8.....	64
DISEÑO DEL ITINERARIO ACADÉMICO	64
8.1 Propuesta de asignaturas	64
8.2 Formato para la elaboración	67
8.3 Organización del mapa curricular	70
8.4 Descripción del mapa curricular.....	71
CAPÍTULO 9.....	76
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	76
9.1 Conclusiones	76
9.2 Recomendaciones	77
BIBLIOGRAFÍA	78
FIGURAS	81
TABLAS	83
ANEXOS.....	84

RESUMEN

El proyecto desarrolla el diseño curricular e implementación para prácticas de energías renovables en el laboratorio de electricidad de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo de la Universidad, se pretende incluir el área de energías renovables en el flujo curricular porque el sector energético actual está evolucionando estas fuentes de energías alternas, de manera progresiva. Además de ser una solución para la disminución del impacto ambiental que crean las plantas de combustible fósil.

Para lo cual se realizó un análisis de los candidatos seleccionados tomando en cuenta las características técnicas, eficiencia y normas de calidad y seguridad en sus equipamientos, y de acuerdo a esta elección se tomó varios modelos de mapas curriculares especializados en ingeniería de energías renovables para analizarlas y presentar la propuesta del itinerario académico, logrando fusionar los conocimientos teóricos-prácticos y brindando una mejor oferta académica en la carrera.

ABSTRACT

The project develops the curricular design and implementation for practical renewable energy in electricity laboratory of the Faculty of Technical Education Development University, is intended to include the area of renewable energies in the curricular flow because the current energy sector is evolving these sources of alternative energy, progressively. Besides being a solution for reducing the environmental impact that created the fossil fuel plants.

For which an analysis of the candidates taking into account the technical characteristics, efficiency and quality standards and safety at its facilities was conducted, and according to this choice several models of specialized curriculum maps took engineering renewable energy for analysis and submit the proposed academic track, achieving merge theoretical and practical knowledge and providing better academic offerings in the career.

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1 Justificación

El proyecto se implementará a través de un estudio de la infraestructura actual de acuerdo a una topología de la verificación de espacio disponible para la adecuación necesaria para el laboratorio de energías renovables, de acuerdo a la selección de los entrenadores modulares especializados que aportará a la enseñanza del uso de estas energías y/o en conjunto del cambio significativo que se realizará en la malla curricular para el desarrollo necesario de la carrera profesional brindado una oferta académica con las exigencias del sector energético actual.

1.2 Planteamiento del problema

La Facultad Técnica reformará su itinerario académico de la carrera de ingeniería de acuerdo al mercado energético actual que revoluciona con las energías renovables, debido al uso a que el uso de combustibles fósiles por la demanda del sector energético y este empleo desmedido de la quema de carbón en las centrales termoeléctricas que son uno de los principales contribuyentes en la emisión de CO₂ en la atmósfera, provocando cambios climáticos.

El desarrollo del proyecto de diseño de implementación del laboratorio de energías renovables contribuirá a las prácticas, de conocimientos adquiridos en las asignaturas asociadas.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Realizar un proyecto de diseño y equipamiento para un laboratorio de energías renovables para la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo.

1.3.2 Objetivos específicos

- Analizar las formulaciones y características de las energías renovables.
- Seleccionar el equipamiento para las prácticas de energías renovables.
- Elaborar el presupuesto económico de los candidatos seleccionados.
- Establecer el itinerario académico de formación de las energías renovables.

1.4 Tipo de investigación

Para el proyecto se utilizará la investigación documental y la investigación correccional a fin de recopilar datos, realizar un análisis e interpretar los resultados.

1.5 Hipótesis

El diseño de la malla pretende mejorar la carrera de ingeniería de acuerdo a las exigencias del Sistema de Educación Superior y al sector energético que está evolucionando con las fuentes de energías alternas, dando el conocimiento acorde a las materias que se asignarán para el estudio de estas energías y garantizando la factibilidad de las mismas desarrollando el componente teórico-práctico con el equipamiento del laboratorio de energías renovables.

1.6 Metodología

Para el diseño del itinerario académico se quiere integrar una educación que esté acorde al nivel energético que se desarrolla actualmente en el medio, en conjunto con la implementación de módulos que ayudará a desenvolver al estudiante en sus prácticas. Además el equipamiento deberá cumplir con normas de calidad y seguridad. Así, se detalla las consideraciones tomadas en la ejecución del proyecto:

- Realizar un estudio de las energías renovables más utilizadas a nivel mundial.
- Revisión del Reglamento de Régimen Académico del Sistema de educación Superior en el país.
- Análisis de las características de los equipamientos entre los distintos candidatos.
- Análisis de varios modelos de mapa curriculares.
- Desarrollo del itinerario académico y syllabus, de acuerdo al equipamiento seleccionado.

PARTE I MARCO TEÓRICO

CAPÍTULO 2

FUNDAMENTOS DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES

2.1 Introducción

A partir de la revolución industrial se percibe un cambio climático por el uso elevado de hidrocarburos debido a la demanda para la generación de electricidad por el excesivo crecimiento de las ciudades, junto a la quema de combustibles (petróleo, gas, carbón mineral y otros) afecta el cambio de uso de suelo y la absorción de CO₂ por océanos que hace los convierta en cuerpo de agua más ácidos.

Durante las últimas décadas, fue notable apreciar en los yacimientos la agotabilidad de los recursos energéticos fósiles donde comienza a cambiar la perspectiva mundial sobre el uso de estos hidrocarburos. Y es donde comienza el desarrollo de las energías renovables recibiendo un importante apoyo extendiéndose en los diversos campos aplicativos.

Actualmente en ciertos países del mundo los gobiernos han tomado medida al respecto creando grandes parques de energía limpia, además de incluir leyes en la cual la comunidad se ve obligada hacer uso de estas fuentes alternas de energías en sus hogares, además las empresas deben contar con certificados ambientales que los obtienen de acuerdo a su sistema integrado de gestión ambiental, y con esto se ha logrado un estricto control en el que es notable la disminución de emisiones de CO₂ que era enviado a la atmosfera por año.

2.2 Importancia de las energías renovables

El desequilibrio de los cambios climáticos y el agotamiento de los recursos fósiles son los principales factores para evolucionar una nueva política energética, donde el único objetivo es brindar una mayor eficiencia energética acorde a la demanda del crecimiento de la población mundial.

Las energías renovables son la única solución sostenible que aportarán a reducir muchos de los problemas ambientales que se generan con la quema de combustibles y la generación de gases invernadero, esto se podría lograr si no hubiera limitaciones económicas y políticas por partes de los gobiernos.

2.3 Conceptualización de las energías renovables

Las fuentes alternas de energía son convencionales, es decir, que se regeneran de manera natural provenientes de fuentes naturales del medio que nos rodea. De cierta forma se podría decir que son indispensables y permanentes ya que la humanidad también dependemos de ellas para nuestra supervivencia.

La instalación de estas energías en su mayoría no requiere de tanta complejidad, además que el momento que se encuentran en marcha su impacto ambiental es casi nulo favoreciendo al ambiente, a quienes la habitamos y a una mayor distribución de energía limpia.

2.4 Tipos de energías renovables

Existen diversas fuentes de energías limpia que con su proceso de conversión para generar electricidad la contaminación que emiten es mínima. Se detalla las más usadas actualmente en el medio:

2.4.1 Energía solar

Esta energía permite convertir la energía del sol en electricidad, donde por medio de paneles fotovoltaicos capta la radiación solar transformando la energía luminosa (fotones) en electricidad (electrones en movimiento), aprovechando las propiedades de los materiales semiconductores. Las celdas fotovoltaicas en su mayoría están formadas por silicio monocristalino, silicio policristalino y silicio amorfo, entre las más comunes.

El aprovechamiento depende de su diseño e instalación ya que de eso se basará en su orientación, inclinación, ubicación para captar la mayor parte de radiación solar. Es una de las más utilizadas por su eficacia, fácil mantenimiento y aplicabilidad en sus diversas instalaciones ya sea en zona rural o urbana, tiene como fin mejorar la calidad de vida y dar la posibilidad de implantar sistemas productivos en estas zonas donde actualmente estos no son económicamente rentables.

Su conversión puede ser solar fotovoltaica y solar térmica. La primera consiste en que la energía solar se transforma en electricidad, mientras que la segunda convierte la energía solar a calor donde los paneles hacen la captación y se

la transfiere mediante tubería calentando el fluido *caloportador* transmitiendo y almacenamiento este calor en el acumulador, donde pasará a su consumo final.

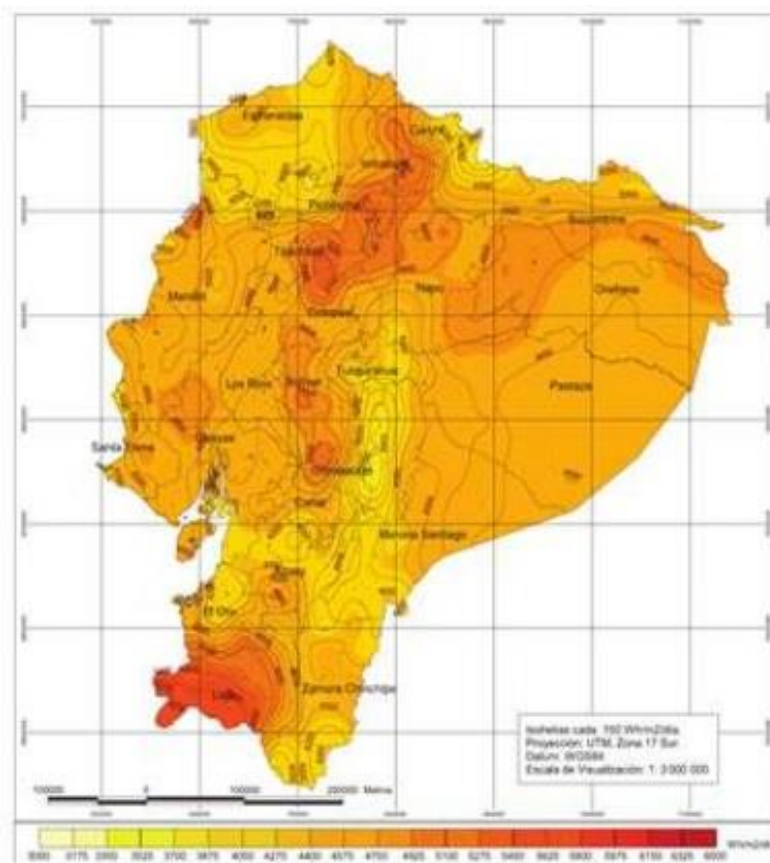


Figura 2.1 Mapa de radiación solar anual
Fuente: Conelec (2011)

El Ecuador desarrolló mediante la Corporación para la Investigación Energética el Atlas de Irradiación Solar en el año 2008 (Figura 2.1), obteniendo datos georeferenciales como la insolación solar global promedio es de 4575 kWh/m²/día o un promedio anual de 1650 kWh/m²/día a lo largo del año. Siendo privilegiados por contar con este recurso todo el año con el mismo promedio y poder evitar cortes del fluido eléctrico en época de estiajes cuando no se presenta la lluvia, ya que casi toda la energía del país proviene de plantas hidroeléctricas. (Eras, 2012)



Figura 2.2 *Planta solar fotovoltaica de Imbabura*
Fuente: Aeisa (2013).

El Gobierno junto al Consejo Nacional de Electrificación (CONELEC), en el año 2011 comenzó a promover el montaje nuevos proyectos fotovoltaicos mediante la regulación 04/11 aprobada en abril del 2011 y reformada en el 2012. Imponiendo una tarifa preferencial de USD 0,40 por kilovatio hora (kW-h) que fijó el CONELEC. Fue así que con esta tarifa las empresas extranjeras se motivarán en presentar proyectos en el país. Con esto se logró la aprobación de 17 proyectos de generación eléctrica con paneles solares en Imbabura, Pichincha, Manabí, Santa Elena, entre otras provincias, por un total de 272 megavatios (MW) de potencia entre el 2011 y 2012. Actualmente algunas plantas como la de Imbabura ya se encuentra en operación (Figura 2.2) y el Parque Fotovoltaico en la Isla Floreana, las faltantes tienen como plazo entren en generación en el presente año 2015. (Ingeniería Verde, 2015)

2.4.2 Energía eólica

Esta energía se la obtiene del movimiento del viento o la brisa, mediante aspas o torres que son instaladas en tierra firme y/o mar abierto. Para la instalación se debe hacer un estudio geográfico y orográfico garantizando que el lugar va a tener vientos permanentes logrando captar los aerogeneradores la potencia esperada.

Las innovadoras torres eólicas sobre el mar, encargadas de captar los fuertes vientos del mar es otra opción los cuales han optado los países nórdicos, su único problema era la erosión sobre las bases por el oleaje, las que fueron corregidas con un anillo de protección conformado por rocas y hormigón en la torre de acceso, las góndolas y palas.

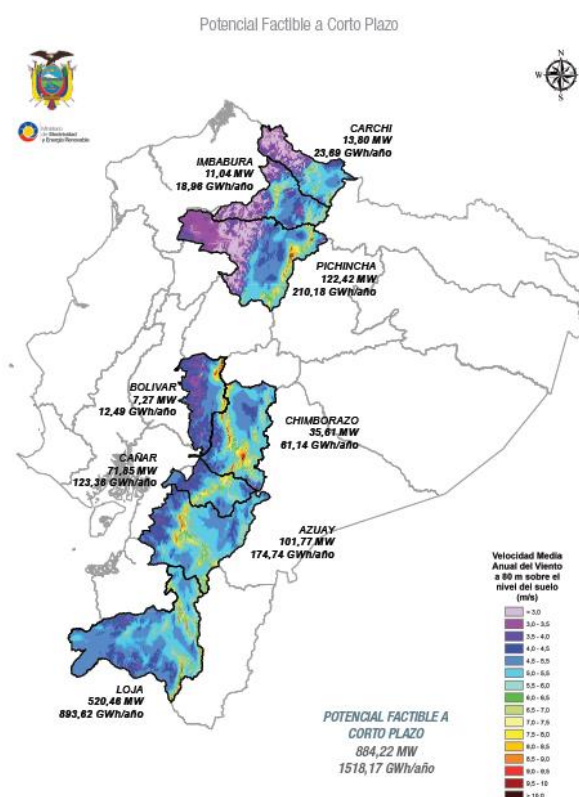


Figura 2.3 Potencial eólico del Ecuador
Fuente: Energía (2013).

En el 2013 el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER) presentó el Atlas Eólico (Figura 2.3) que recopiló durante 15 años en 20 puntos distintos de todo el país datos de estimación del recurso eólico como: velocidad y dirección del viento, densidad de potencia, altura, rugosidad y pendiente del terreno. Identificando las zonas más idóneas con mayor potencial eólico en la sierra con proyecto de elevada rentabilidad.



Figura 2.4 Parque eólico Villonaco

Fuente: Blogspot (2011).

En el país se inauguró el primer parque eólico en Octubre/2007 ubicado en las Islas Galápagos – San Cristóbal de tres aerogeneradores con una potencia instalada de 2,4MW, luego en Enero/2013 entró en operación el Parque Eólico Villonaco (Figura 2.4) localizado en la provincia de Loja a 4km de su capital, consta de 11 aerogeneradores y una potencia instalada de 16,5MW. Se realizaron estudios

prefactibilidad al Proyecto Eólico Manta, Proyecto Eólico Huascachaca y Proyecto Eólico Montecristi, aunque este último se recomendó no continúen con los estudios ya que no era viable. (Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, 2014)

2.4.3 Energía mareomotriz

Se puede obtener energía mecánica con el aprovechamiento de las olas y mares de los océanos, y energía térmica de los gradientes térmicos del mar. Consiste en poner turbinas giratorias en alta mar y se conectan con al sistema de anguilas o pelames (Figura 2.5), similar a una serpiente de mar la cual con una gran extensión de kilómetros distribuye la energía hacia la costa donde se encuentra el generador principal.

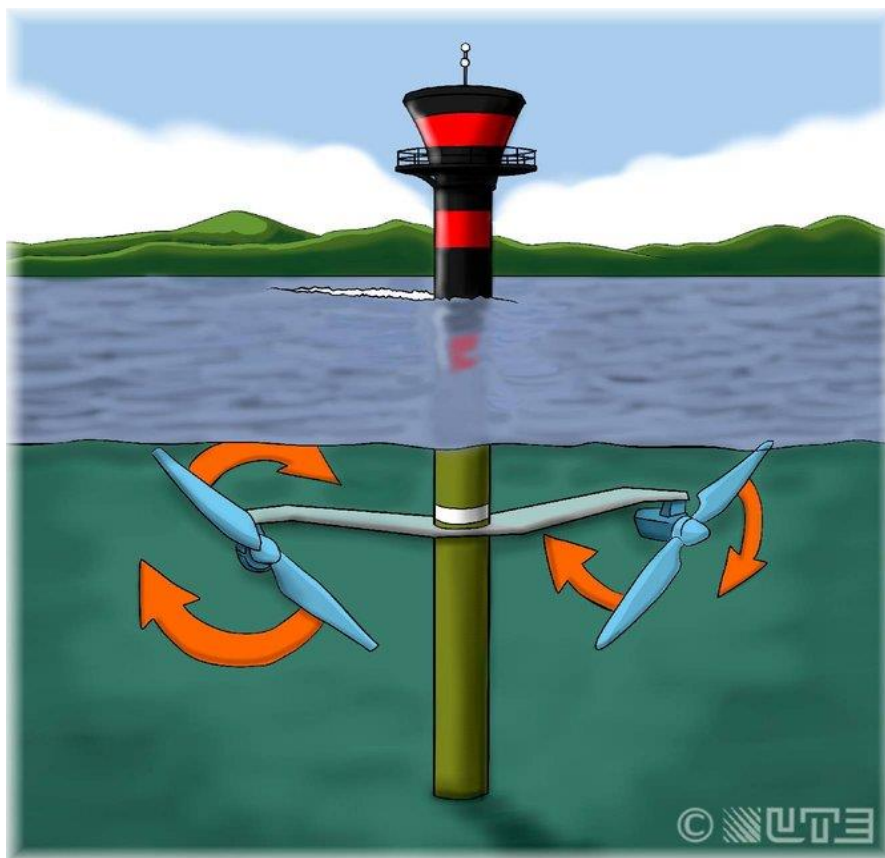


Figura 2.5 Generación de la energía mareomotriz
Fuente: Blogspot (2014).

La principal ventaja es que el planeta está constituido en su mayoría por agua, con esto se puede decir que en cualquier lugar del mundo se puede realizar uso de esta energía en cualquier época y clima del año. Además en corto plazo se puede apreciar la rentabilidad del sistema porque su recurso es auto renovable, silenciosa, gratuito y permanente.

Aunque tiene una desventaja en cuanto al costo de su instalación, ya que es elevado en comparación al de las otras fuentes de energías limpias. Pero al referirse a sus ventajas son mayores al momento de poner en marcha el sistema para la generación de electricidad, entre países que han encontrado estos beneficios son Francia, Canadá, Estados Unidos, Inglaterra, Austria, Corea del sur, etc.

En el Ecuador la entidad que mantiene un registro del comportamiento de las mareas de los puertos principales es el INOCAR. Esta generación de energía en el país sería una gran alternativa, pero hasta el momento no existen estudios ni avances referentes a este tipo de energía.

2.4.4 Generación de biomasa

La biomasa es el conjunto de sustancias orgánicas procedentes de seres vivos depositadas en un lugar determinado, su proceso se genera por medio de la fotosíntesis. De las demás energías es la que tiene más competitividad ya que de su origen no puede ser utilizado para uso alimenticio o industrial, así tales como: leña, material de plantas herbáceas, cultivos agrícolas, residuos orgánicos de desechos municipales, etc.

Se clasifica de acuerdo a su origen:

- Biomasa natural
- Biomasa residual
- Cultivos energéticos
- Excedentes agrícolas



Figura 2.6 Planta de gasificación por pirolisis – la concordia (estación INIAP)
Fuente: Energía (2014).

La CIE (Corporación para la Investigación Energética) firmó contratos con los Consejos Provinciales de Pichincha, El Oro y Los Ríos para realizar el inventario de biomasa de las Provincias con la perspectiva de que ésta pueda ser utilizada para

la generación de energía. El estudio confirmó la existencia y cuantificó los desechos generados por el ganado porcino, bovino, planteles avícolas, biomasa residual pos cosecha y agroindustria como arroz, caña de azúcar, palma africana, caña guadua, raquis de banano, así como el desecho de la tala de árboles como pino, ciprés y eucalipto e hizo una estimación del potencial energético en base del poder calorífico de cada uno de los residuos. (Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, 2014)

CAPÍTULO 3

CAMPOS DE APLICACIÓN DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES

3.1 Sistemas con energía solar

Existen diversas aplicaciones con estos sistemas, son los más usados por la disponibilidad de su fuente de energía y la disponibilidad en el mercado dando una variedad en costo al consumidor final. La complejidad de estos sistemas depende del uso al que se adaptará el sistema.

3.1.1 Aplicación agrícola

Las aplicaciones más comunes que encontramos en el sector agrícola es bombeo de agua, cercado eléctrico, sistemas de riego, trampas de luz, etc. Los sistemas de bombeo de agua (Figura 3.1) son de alta confiabilidad, larga duración y mínimo mantenimiento, el costo es relativamente bajo comparado con otras alternativas.

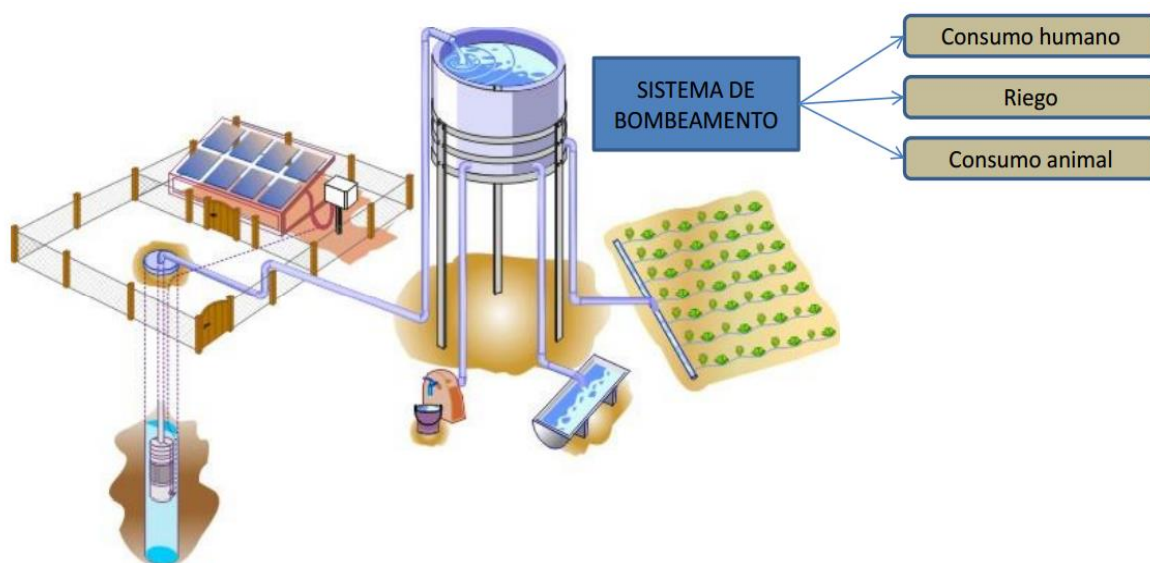


Figura 3.1 Sistema fotovoltaico de bombeo
Fuente: Perú Solar (2012).

3.1.2 Alumbrado público

Mediante paneles fotovoltaicos este servicio se presta para la iluminación de los bienes públicos y demás espacios de libre circulación, esta iluminación exterior es que ofrezca confort y no cansancio visual, sin alterar el medio ambiente. En las ciudad son necesarias en lugares de recreación y/o deportivas, no solo durante el día, sino también en la noche. Por tal motivo se han instalado en poste de alumbrado paneles fotovoltaicos (Figura 3.5) con sistemas de almacenamiento energético (baterías), acumulando la energía que se produce durante las horas de luminosidad. (Freire & Gordillo, 2013)



Figura 3.5 Luminaria fotovoltaica para alumbrado publico
Fuente: Esco-tel (2013).

Existen diversos tipos de luminarias fotovoltaicas para alumbrado público que depende del tipo de espacio que se requiere para la instalación como: parques, plaza, calle, autopista, estadios, etc. De acuerdo al lugar de instalación se escogen los módulos fotovoltaicos y luminarias con las especificaciones técnicas en cuanto a características de potencia, tolerancia y dimensiones; los postes solares generalmente son metálicos en diferente forma y tamaño; la batería varía de acuerdo a la marca y el tiempo de vida. El tiempo de autonomía mínimo recomendado para estos sistemas es de 48 horas, es decir 2 días de autonomía. (EcoPotencia)

3.2 Sistemas eólicos

Los sistemas eólicos en sus primeras aplicaciones eran utilizados a través de molinos de viento para la molienda de granos, luego con el pasar del tiempo se crearon los parques eólicos para entregar la energía generada a la red eléctrica e instalaciones a nivel industrial para los diversos procesos.

3.2.1 Sistema de desalinización de agua

Consiste en la generación de energía por medio de la captación del aerogenerador, almacenarla la mayor cantidad de energía en las baterías, cuando se necesite remover la sal del agua se utiliza esta energía almacenada accionando una bomba de alta presión y comienza el proceso de osmosis inversa, optimizando en la máxima producción de agua a un mínimo costo. Existen proyectos para implantar estos sistemas en la Isla Santa Cruz y Baltra.

3.2.2 Autoconsumo aislado

También llamados sistemas “off-grid” provee energía renovable a vivienda, hospitales, locales que no poseen conexión a la red eléctrica. Actualmente en el mercado se está desarrollando en el mercado el wind cube un exclusivo diseño para uso doméstico con una instalación muy fácil se ubica en el cerramiento de la vivienda en forma individual o en forma de mosaico (Figura 3.3). (Eadic, 2014)



Figura 3.3 *Wind cube*

Fuente: Automatizat Wordpress (20149).

3.3 Uso de las biomasas

Tiene una gran ventaja ya que su materia prima la encontramos en áreas agrícolas en grandes cantidades y el costo es menor al de realizar importación de productos de petróleo.

3.3.1 Aplicaciones térmicas

El gas producido de la biomasa puede ser utilizado con el fin del mismo gas natural, entre estos tenemos a:

- Hornos.
- Secadores.
- Fundición.
- Calentadores: calefacción doméstica.

3.3.2 Biocombustibles

Sus aplicaciones varían de acuerdo con la realización del proceso y/o elementos que intervinieron en el mismo. Con este se ha logrado reemplazar aplicaciones usadas con el petróleo:

- Bioetanol: Alcohol como combustible, quienes lo más utilizan son Brasil, Estados Unidos y Canadá.
- Biodiesel: Combustible para motores diésel de vehículos de transporte, embarcaciones, naves turísticas, lanchas.
- Biogás: Genera energía eléctrica o mecánica para plantas industriales o uso doméstico.

3.4 Centrales mareomotrices

Existen diversas centrales mareomotrices que se han creado en estuario, bahía o ríos donde el agua del mar tenga el acceso para ingresar. Aunque esta energía tiene sus ventajas y sus desventajas, estas son mayores ya que le hace frente a la energía

solar y eólica en cuanto a costos. Un referencial es a 4 veces mayor que un sistema eólico y su energía generada es aprovechable en un máximo de 10 horas.

Tabla 3.1 Principales central de energía del mar

ESTACIÓN	CAPACIDAD (MW)	PAÍS	UBICACIÓN	FUNC.
La Rance	240	Francia	Rance River	1966
Kislaya Guba	0.4	Rusia	Mar de Barents	1968
Jiangxia Tidal	3.2	China	Wuyantou	1972
Annapolis Royal	20	Canadá	Bahía de Fundy	1984
Uldolmok	1.0	Corea del Sur	Uldolmok	2009
Sihwa Lake	254	Corea del Sur	Lago Sihwa	2011
Mey Gen	400	Escocia	Inner Sound de Pentland	En Construcción

Fuente: Autor

3.4.1 Planta mareomotriz Sihwa Lake

Actualmente es la planta más grande del mundo comenzando su puesta en marcha en Agosto/2011, la construcción inicio en el año 2003 concluyendo con la obra en el año 2010, teniendo una duración de 7 años para poner el sistema en operación.

Se encuentra ubicada en la provincia de Gyeonggidoen en la República de Corea del Sur, con unas capacidades instaladas de 254MW proporcionada por 10 turbinas de bulbo sumergidas de 25,4Kw, utiliza un sistema unidireccional donde solamente entra agua al reservorio, luego por 8 tipos de compuertas de esclusa para la salida del agua desde el dique, su propietaria es la Corporación de Recursos Hídricos de Corea. (Fieras de la Ingeniería, 2014)



Figura 3.4 *Planta Sihwa Lake*
Fuente: Fieras de las ingeniería (2014).

CAPÍTULO 4

CARACTERIZACIÓN DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES

4.1 Dimensionado de un sistema fotovoltaico autónomo

Para el dimensionado de un sistema fotovoltaico existen 2 factores que nos ayudaran en el diseño, siendo esto la radiación solar y la demanda diaria de energía. De la misma manera determinar la climatología en el lugar de instalación y los elementos que van ser alimentados por este sistema.

Otro parámetro de importancia es la orientación de los paneles que dispone de 2 ángulos: el azimut y la inclinación. El primero se refiere al que modulo giratorio debe estar orientado hacia el sur en el hemisferio norte y hacia el norte en el hemisferio sur, logrando captar la incidencia de los rayos solares lo más perpendicular posible para optimizar el rendimiento de las fotocélulas. La inclinación es el ajuste entre la captación y la demanda de energía, utilizando inclinaciones iguales al valor absoluto de la latitud del lugar (ángulo ϕ) de acuerdo con las estaciones del año.

- $B = |\phi| + 10^\circ$ incrementa 10° , en meses invernales.
- $B = |\phi| - 20^\circ$ menos 20° , en meses de verano.

La radiación solar depende de la situación de instalación y las condiciones meteorológicas del sitio de estudio, con esto se determinara las HSP (Horas solares picos) obteniendo en bases de datos relacionadas a la zona geográfica donde se quiera instalar el sistema.

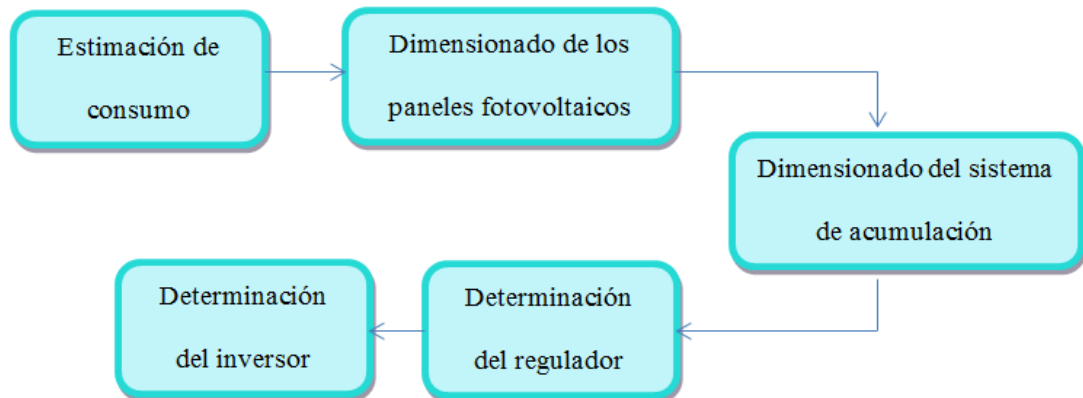


Figura 4.1 Diagrama de proceso para dimensionado de un SFV
Fuente: Autor

En la Figura 4.1 se muestra el diagrama de proceso para realizar el dimensionado de un sistema fotovoltaico autónomo, los mismos que se detallan a continuación:

4.1.1 Estimación de consumo

Es importante determinar la demanda de energía que tendrá el sistema para su adecuada instalación, se debe calcular la energía con la suma de potencia de los aparatos eléctricos y el tiempo promedio del uso de cada aparato que se conectará al sistema. Con los datos se puede realizar la estimación de consumo:

Energía en DC:

$$E_{DC} = \sum cantidad \cdot horas \cdot P_{nomequipoDC}$$

- E_{DC} = Energía consumida en DC en Wh/día.
- $P_{nom_equipo(DC)}$ = Potencia de cada equipo DC conectado en vatios(W).
- Cantidad = cantidad de equipos.
- Horas = Horas de uso del equipo.

Energía en AC:

$$E_{AC} = \sum cantidad \cdot horas \cdot P_{nomequipoAC}$$

- E_{AC} = Energía consumida en AC en Wh/día.
- $P_{nom_equipo(AC)}$ = Potencia de cada equipo AC conectado en vatios(W).
- Cantidad = cantidad de equipos.
- Horas = Horas de uso del equipo.

Perdidas de la instalación (K_T):

$$K_T = [1 - (K_B + K_C + K_R + K_X)] \cdot \left[1 - \frac{(K_A \cdot D_{aut})}{P_{Dmáx}}\right]$$

- K_A : Pérdidas debido a la autodescarga diaria de la batería, dada a los 20°C. El fabricante suele darla en las especificaciones entre un 3% al mes y 0,1% al día.
- K_B : Pérdidas debido al rendimiento del batería, el valor es 5% pero antes diversas situaciones que pueden presentarse en recomendable el 10%.
- K_C : Pérdidas debido al rendimiento del convertidor, existente por lo regular en instalaciones de 230V, los valores por defecto será de 80% al 95% con pérdidas del 20% y 5%.
- K_R : Pérdidas debido al rendimiento del regulador empleado. Depende del equipo a utilizar, el valor por defecto será 90% con pérdidas del 10%.
- K_X : Pérdidas por efecto joule, caídas de tensión, etc. El valor por defecto será 10%.
- D_{aut} : Días de autonomía con baja o nula insolación.

- $P_{Dm\acute{a}x}$: Profundidad máxima de descarga de la batería, vendrá dada por el fabricante o el valor por defecto será 80%.

Energía total (E_T):

$$E_T = E_{DC} + E_{AC}$$

Consumo total:

$$C_T = \frac{E_T}{V_{nom}}$$

- C_T : Consumo total en Ah/día.
- V_{nom} : Tensión total en la instalación.

Al valor obtenido se les añade las pérdidas K_T :

$$C_{Tm\acute{a}x} (Ah/día) = \frac{C_T}{K_T}$$

- $C_{Tm\acute{a}x}$: Consumo total máximo, considerando las pérdidas en el sistema.

4.1.2 Dimensionado de los paneles fotovoltaicos

Energía del panel en Ah/día:

$$E_{panel} (Ah/día) = \eta_{panel} \cdot I_{m\acute{a}xpanel} \cdot HSP$$

- η_{panel} : Rendimiento del panel. Valor entre el 85% y 95%.
- $I_{m\acute{a}xpanel}$: Corriente máxima del panel en amperios.
- HSP: Horas solares pico.

El número total de módulos fotovoltaico se puede a partir de la siguiente ecuación, de acuerdo si es en serio o paralelo:

$$N_{PP} = \frac{C_{Tm\acute{a}x} (Ah/d\acute{a}ia)}{E_{panel}} \quad (\text{Paralelo})$$

- $C_{Tm\acute{a}x}$ (Ah/día): Consumo total máximo.
- E_{panel} : Energía del panel en Ah/día.

$$N_{PS} = \frac{V_{nom}}{V_{m\acute{a}xpanel}} \quad (\text{Serie})$$

- V_{nom} : Tensión nominal de la instalación.
- $V_{m\acute{a}xpanel}$: Tensión máxima que produce el panel.

Número total de paneles:

$$N_T = N_{PP} + N_{PS}$$

Los valores N_T , N_{PP} , N_{PS} se redondean por exceso, pero estos valores de deben exceder la cantidad por defecto, con esto se quiere lograr el correcto suministro de potencia que demanda la instalación. Y con estos datos se podría obtener el dimensionado de un generador fotovoltaico conociendo el número total de modulo y la inclinación de estos. (Aguilera & Hontoria, 2011)

4.1.3 Dimensionado del sistema de acumulación

La capacidad de almacenamiento de energía debe garantizar el consumo del sistema en los días autonomía, es decir, en los días de ausencia del sol o poder usar el sistema en la noche parte de estar energía acumulada.

$$C_{nombat} = \frac{C_{Tm\acute{a}x} (Ah/d\acute{a}a) \cdot D_{aut}}{P_{Dm\acute{a}x}} \cdot 100$$

- C_{nom_bat} : Capacidad nominal del acumulador.
- D_{aut} : Días de autonomía.
- $P_{Dm\acute{a}x}$: Profundidad máxima de descarga en %.
- $C_{Tm\acute{a}x}$: Consumo total máximo considerando las pérdidas en el sistema en Ah/día.

Para aumentar la fiabilidad del sistema se realiza el incremento del cargador de baterías (parámetro D_{aut}) y para obtener mejores resultados también se incrementa el generador fotovoltaico.

4.1.4 Determinación del regulador

El regulador es el elemento que controla las cargas y descargas de la batería, este debe soportar la intensidad de corriente máxima posible que la instalación pueda producir y esta corriente de corte se la fija directamente en el mismo regulador.

$$I_{regulador} = N_{PP} \cdot I_{m\acute{a}xpanel}$$

- $I_{regulador}$: Intensidad del regulador.
- N_{PP} : Número de paneles solares en paralelo.
- $I_{m\acute{a}x_panel}$: Intensidad máxima del panel solar fotovoltaico.

El regulador se encuentra en serie con los paneles, y se puede aumentar los reguladores en caso de ser necesario en grupos (iguales) de paneles.

4.1.5 Determinación del inversor

La función del inversor o convertidor es realizar el intercambio de DC-AC, debe ser capaz transformar diferentes tensiones continuas dentro de un determinado rango. La potencia del inversor vendrá determinada en función de la potencia de los aparatos de consumo de AC y del rendimiento del mismo inversor.

$$P_{INV} = \frac{P_{consumoAC}}{\eta_{INV}}$$

- P_{INV} : Potencia del inversor.
- $P_{consumoAC}$: Potencia de los consumos en AC.
- η_{INV} : Rendimiento del inversor, dada por el fabricante. El valor estará entre el 95%. (Linares, 2013)

4.2 Generación de la energía eólica

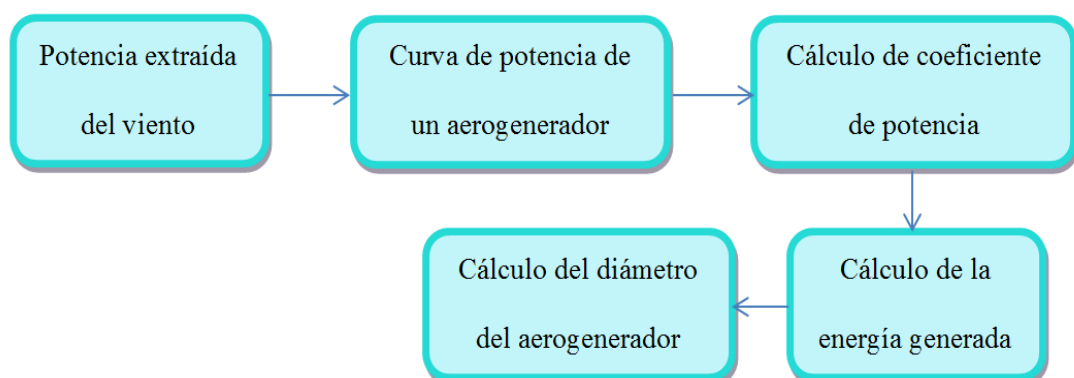


Figura 4.2 Diagrama de proceso para dimensionado de un aerogenerador
Fuente: Autor

Se realiza mediante la captación de aerogeneradores y se transforma en energía eléctrica, mecánica o térmica, de acuerdo para la aplicación que se requiera adaptar. Los grandes parques eólicos se conectan al suministro de red eléctrica y las pequeñas plantas se utilizan para sistemas aislados de la red eléctrica al igual que la energía fotovoltaica. Como principio se realiza un estudio de la estimación de energía que se puede generar en un determinado lugar, con esto podemos tener la estimación de potencia media anual que es fundamental para ver la factibilidad de un proyecto de parque eólico.

4.2.1 Potencia extraída del viento

Nos permite conocer la energía contenida en el viento y también conocer el flujo de aire a través del rotor, considerando en el análisis un flujo unidimensional del viento que atraviesa un turbina idealizada con un número infinito de palas y una superficie representada en forma de disco que es igual al área barrida por estas. Para la cantidad de energía contenida en el viento antes de pasar por el rotor de la turbina, se analiza la energía (E_C) de la masa de aire (m) que atraviesa la superficie barrida por las palas (A), en un tiempo determinado, a partir de la fórmula de potencia: (Ollague & Crespo, 2014)

$$Potencia = \frac{Trabajo}{tiempo} = \frac{E_C}{t} = \frac{1}{2} m \frac{U^2}{t}$$

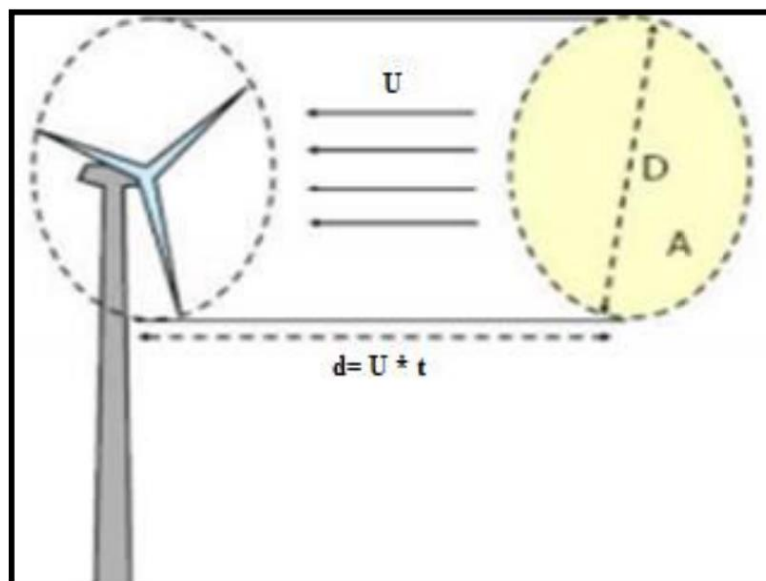


Figura 4.3 Representación del cilindro de flujo atravesando el rotor
Fuente: Space UPS (2013).

Como la masa de aire que atraviesa el área A en un tiempo (t) $m = \rho A d$ y $d = U \cdot t$ (donde U es la velocidad del viento) (Figura 4.2), entonces:

$$Potencia = 1/2(\rho A d)U^2 / t = 1/2 \rho A U^2 (d/t) = 1/2 \rho A U^3$$

La potencia extraída del viento, sería:

$$P_v = \frac{1}{2} \rho A U^3$$

Sin embargo, de acuerdo al principio de la conservación de la energía, solo es posible extraer una parte de esta. El límite de Betz establece un 0,59 la proporción máxima de energía que podemos extraer del viento cuando se utiliza un aerogenerador.

4.2.2 Curva de potencia de un aerogenerador

Para obtener la energía captada del aerogenerador se debe disponer de la distribución de velocidad del viento donde se está realizando el estudio y tener la curva de potencia del aerogenerador entregada por el fabricante. Esta curva de potencia nos indicará la potencia generada por el aerogenerador para las distintas velocidades del viento, la curva se obtiene empíricamente y es entregada por el fabricante. Así mismo, el aerogenerador tiene una velocidad de funcionamiento que oscila entre los 3-5 m/s y una velocidad máxima por encima del cual el molino no opera aproximadamente a los 25 m/s, dependiendo de la capacidad del aerogenerador.

4.2.3 Cálculo de la energía generada

De lo anterior, podemos obtener la energía promedio generado en un intervalo de tiempo t , siendo:

$$E = t \times \int_{\text{velocidad Cut-in}}^{\text{velocidad Cut-out}} P(v) f(v) dv$$

- Velocidad Cut-in: Velocidad de arranque del aerogenerador.
- Velocidad Cut-out: Velocidad de parada del aerogenerador.
- $P(v)$: Curva de potencia del aerogenerador.
- $f(v)$: Distribución de probabilidad del viento. (Bufanio, Bonoli, Edwards, & Gogni, 2012)

4.3 Proceso de la energía biomasa

De las sustancias orgánicas mediante diversos procesos físicos, químicos y biológicos, podemos transformar a combustible para generar energía eléctrica, mecánica y calorífica. Entre las distintas tecnologías de conversión se detallan a continuación. (Olivacordobesa, 2015)

4.3.1 Método termoquímico

Este método consiste en utilizar el calor como fuente de transformación de la biomasa. Este proceso se divide en subcategorías: combustión, pirólisis y gasificación.

- a) **Combustión.-** En la combustión directa al quemar la biomasa, a altas temperaturas entre 800-1000°C con presencia del oxígeno en un 30% y una humedad inferior al 50%, se obtiene agua y gas carbónico que puede ser utilizado en calefacciones domésticas y para la producción de calor industrial.
- b) **Pirólisis.-** Es una combustión incompleta ya que se realiza en ausencia del oxígeno, a una temperatura de 500 °C, obteniendo productos finales más energéticos, como la producción de carbón vegetal o puede servir para accionar motores diesel.
- c) **Gasificación.-** Consiste en oxigenación parcial o hidrogenación, a temperatura entre 800-900°C, obteniendo un gas muy versátil que también puede ser con el mismo fin del gas natural.

4.3.2 Método biológico

Consiste en la transformación de la biomasa haciendo actuar sobre ella ciertos microorganismos. Tiene 2 procesos:

- a) **Fermentación alcohólica.-** Es la conversión de la glucosa en etanol por la acción de microorganismos (levaduras), dando como resultado un bioalcohol usado en aplicaciones industriales como disolvente y como combustible.
- b) **Fermentación mecánica.-** Consiste en la digestión anaeróbica por bacterias, es decir, que en este proceso se coloca la biomasa en un contenedor cerrado durante varios días siendo una temperatura óptima sería los 35°C, dando origen a biogás que se emplea en granjas para activar motores de combustión o calefacción. (Hervás, 2010)

4.4 Energía mareomotriz

Se presenta una forma alternativa para una evaluación preliminar, la cual consiste en seleccionar la altura de diseño, el área del embalse y la potencia instalada, la combinación de estos tres factores importantes reflejará la potencia para indicar el beneficio de este sistema en el lugar a instalarlo.

4.4.1 Potencia disponible

La energía potencial de la marea es directamente proporcional al rango de la marea, es decir, es la diferencia entre la elevación del nivel del mar y el nivel del embalse, para calcular la potencia de una instalación mediante:

$$P = \gamma Q H$$

- H: Es la diferencia de niveles entre el embalse y el mar, expresada en metros.
- Q: Gasto que pasa a través de las turbinas en m^3/s .
- γ : El peso específico igual a la densidad por la gravedad por m^3 .

Q Puede ser calculado como:

$$Q = A V$$

- {A} Es el área transversal de las turbinas (m^2).
- {V} Velocidad media en el área transversal de las turbinas (m/s).

{V} Puede ser calculada como:

$$V = C_d \sqrt{2 gH}$$

4.4.2 Coeficiente de pérdidas

La energía al entrar a un sistema existe pérdidas ya sea de fricción a lo largo de la trayectoria o cambios de sección y dirección, etc. Para este caso, se puede tomar en cuenta con un factor de eficiencia a través de la relación entre la energía transformada y la energía disponible, siendo:

$$P = \eta \rho A \sqrt{2} (gH)^{3/2}$$

4.4.3 Factor de eficiencia

Una vez obtenidos los datos de marea se puede conocer el nivel del mar en cualquier instante; sin embargo, el nivel en el embalse depende de cuánta agua está entrando o saliendo, lo cual depende del volumen de almacenamiento y gasto de descarga, que a su vez, depende del número de turbinas y su capacidad, así como de la altura entre un lado y otro del embalse (ΔH). (López, Hiriart, & Silva, 2014)

CAPÍTULO 5

PROCESO EDUCACIONAL PARA LAS ENERGÍAS RENOVABLES

5.1 Gestión académica – formativa

La Secretaria Nacional de Desarrollo (SENPLADES) dispuso el cambio de matriz energética en el país con el Plan Nacional para el Buen Vivir en el que se impulsa la participación de las fuentes de energías alternas, influyendo directamente en una formación conforme a este nuevo cambio energético no contemplado en perfiles y mallas de las carreras universitarias afines, siendo la más implicada la ingeniería eléctrica.

La formación de profesionales debe satisfacer las necesidades de aprendizaje, desarrollo de destrezas, habilidades, capacidades y competencias académicas en estas carreras universitarias relacionadas al cambio energético que enfrentamos, no sólo nacional sino con el mercado extranjero estar al mismo nivel, y esto ayuda cuando se busca avanzar a otro nivel de estudio académico.

El Consejo de Educación Superior (CES) es el encargado en el país de planificar, regular y coordinar el Sistema de Educación Superior, haciendo que este sistema responda a la formación conforme con los objetivos de conocimiento, procesos de aprendizaje y competencia profesionales, estableciendo esto en el Reglamento de Régimen Académico.

La propuesta técnica – académica contiene el itinerario curricular, diseño de malla, formas de evaluación, metodologías, cronograma de actividades, haciendo que

los estudiantes sean competitivos y comprometan con el contexto. Teniendo recurso didáctico que simulen problemas que se presentarían en la vida real profesional, enfatizando en la búsqueda de solución y el trabajo en equipo.

La reforma de la malla curricular ayudará a mejorar la calidad en la educación técnica, dando como resultado graduados universitarios con el nivel requerido por el sistema y con capacidad para desempeñar sus funciones en la actividad laboral con dominio en la parte pedagógica y administrativa. (Ortega, 2013)

5.2 Prácticas de investigación – intervención

Tiene como propósito que las asignaturas de métodos y técnicas de estudio con carácter teórico/práctico, se adquiera una serie de habilidades, técnicas y hábitos de estudio para obtener mejores resultados. Integrando metodológicas con características dinámicas, continuas y participativas.

El profesional estando en aplicación recrea su disciplina, convirtiéndose en el ser que produce y describe, explica, predice, innova el cómo se hace un proceso en transformación industrial. Además en la intervención aplicativa planifica, ejecuta y evalúa los resultados buscando una mejora continua.

El Reglamento de Régimen Académico señala el artículo 15 señala las actividades de aprendizaje colaborativo con la sistematización de prácticas de aplicación de investigación – intervención, proyectos de intervención de saberes, construcción de modelos y prototipos, en el que estas actividades se incluyan el uso

de diversas tecnologías. Y el componente de prácticas de aplicación y experimentación de los aprendizajes orientada en el desarrollo de actividades académicas en escenarios experimentales o en laboratorios, prácticas de campo, talleres, prácticas de observación dirigida.

Con el rediseño se pretende desarrollar nuevas habilidades en los futuros profesionales para alcanzar un aprendizaje significativo y bien estructurado en la formación de los estudiantes. El proyecto formativo integrado dotará con capacidades cognitivas y prácticas, a fin de promover un comportamiento social responsable como profesional, y un sólido conocimiento en materia de los diferentes procedimientos aplicativos.

La planificación de las actividades debe garantizar el uso de conocimientos teóricos, metodológicos y técnico – instrumentales para ejecutar en las diversas áreas de aprendizaje. Todas estas supervisadas y evaluadas por el profesor correspondiente de la asignatura o el ayudante de cátedra y de investigación.

El proyecto pretende realizar el equipamiento del laboratorio con las óptimas condiciones para lograr satisfacer las exigencias actuales de la formación profesional, en que el aprendiz se devuelva por sí mismo en la parte abstracta y práctica, con la capacidad de aprender a aprender a transformar. (Navarra, 2010)

5.3 Módulos educativos para laboratorio

El principio de estos módulos de aplicación y experimentación es la de investigar y aprender el uso de las energías renovables, con el fin de concienciar a los estudiantes la importancia de estas fuentes limpias y aplicarlas en una escala real en el transcurso del desarrollo profesional.

Los módulos entrenadores son diseñados a escala del laboratorio dando funciones exactas al modelo de escala real, logrando fusionar el estudio teórico-práctico como componente del proceso didáctico junto al desarrollo de las capacidades, las cuales se conviertan en objetivo de la formación, ligadas a las actitudes y valores.

En el mercado existe una gran variedad de módulos con presentación de estructuras móviles, portátiles o fijas, de acuerdo a la necesidad del nivel de aprendizaje o el espacio físico de trabajo. El número de prácticas de estos equipos va en relación a su costo, entre más aumenta el listado de experimentados elevará su costo pero también su nivel será más próximo a uno de escala real. Entre principales fabricantes de módulos educativos a nivel mundial tenemos a:

- Edibon (España)
- Alecop (España)
- De Lorenzo Global (Italia)
- Edutelsa (México)
- Horizon Technologies (Singapur)

Empresas dedicadas a la manufactura, comercialización y distribución de equipos de prácticas didácticas y capacitación técnica, ofreciendo una variedad en equipos de energías renovables (solar, eólica, pila combustible) de calidad y gran funcionalidad.

5.4 Evaluación del proceso de enseñanza

Paradigma conductista se fundamenta en un aprendizaje producto de una relación estímulo-respuesta y aprender-almacenar, la evaluación radica en conductas medibles, observables y cuantificables. Es de carácter centralizador y jerarquizado del sistema educativo. Aplicada efectivamente en adultos para determinados trabajos para una rapidez de acuerdo a las exigencias.

Paradigma cognitivo es la contribución al conocimiento con capacidades esenciales de atención, memoria y razonamiento, basado en el procesamiento de información desarrollando habilidades estratégicas generales y específicas de aprendizaje, se centra en el proceso de aprendizaje dando significación y significado a lo aprendido

Paradigma ecológico – contextual relaciona el comportamiento del sujeto y el entorno en que se desarrolla las actividades, el contexto se convierte en vivencia, interpretada y conceptualizada, no es solo situacional sino también personal y psicosocial. Toma el proceso como interactivo y continuo.

Los distintos procesos de enseñanza-aprendizaje muestran sus diferentes modos de análisis respecto al estudio, lo que se busca es un modelo que se asemeje al paradigma cognitivo en preparar al estudiante a poder enfrentarse y que por sí mismo encuentre una solución a problemas que pudieran presentársele en la actividad laboral. Por medio de evaluaciones no repetitivas, sino de planteamientos de problemas en el que exija poner a prueba su razonamiento y de paso a la investigación para encontrar la resolución del mismo.

PARTE II APORTACIONES

CAPÍTULO 6

SELECCIÓN DEL EQUIPAMIENTO PARA LABORATORIO

6.1 Fabricante de los equipamientos

Para la selección del proveedor que suministrará el equipamiento para el laboratorio de energía renovable será seleccionado por las características técnicas de sus equipos, normas y calidad que ofrecen en la trayectoria desde su creación. Se ha elegido dos candidatos que cumplen con los requerimientos, de los cuales se expondrá las características de cada equipo a fin de hacer un análisis para escoger el más acorde con las respectivas exigencias.

6.2 Candidato 1

Es una empresa Ecuatoriana llamada Corpoimex S.A fundada en 1995, ubicada en la ciudad de Cuenca que se dedica a importar y comercializar equipos médicos y de electrónica industrial en el país, de procedencia China de la marca K&H que son uno de los principales fabricantes de equipos de formación educativa en el mundo ANEXO 6.1. (K AND H PRODUCTS, 2010)

6.2.1 Equipamiento solar GES-100

El entrenador de célula solar GES-100 (Figura 6.1) es un módulo fácil y autónomo diseñado para el aprendizaje de la configuración y características de una célula solar básica. Mediante el uso de las irradiaciones de varias unidades de carga,

los alumnos estudian el efecto fotoeléctrico de células solares y trazar la curva corriente-tensión y carga-descarga con sus características.

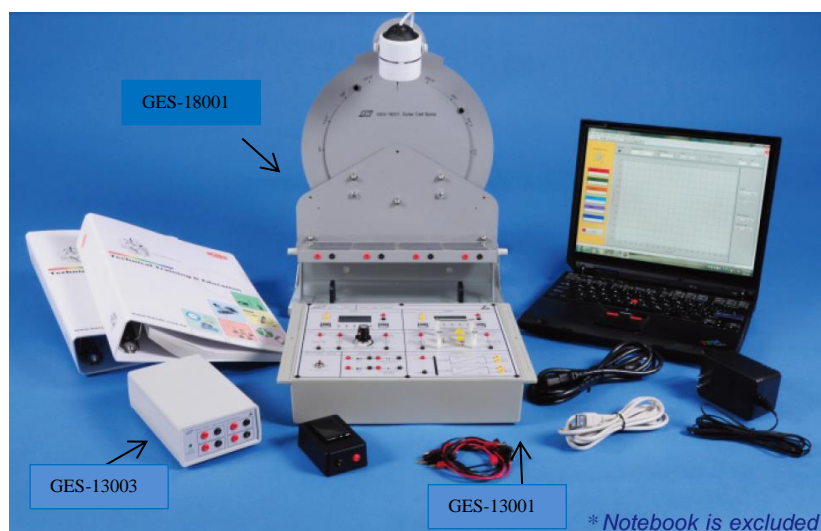


Figura 6.1 Entrenador de célula solar GES-100

Fuente: Kandh (2013).

Entre sus especificaciones técnicas tenemos:

- Base Solar GES-18001

1. Células solares

- (1) 4 PC de célula solar de silicio monocristalino 6 * 12 cm

- (2) Cada unidad de célula solar:

- a. Voltaje de circuito abierto (V_{oc}): 0.55V

- b. Corriente de cortocircuito (I_{sc}): 2.3A

- c. Tensión de carga máxima (V_{pm}): 0.5V

- d. Corriente de carga máxima (MIP): 2.2A

- e. Potencia máxima (ppm): 1.1W

- f. Eficiencia (EFF): 15%

2. Regulador de intensidad

(1) Ajuste el brillo de la lámpara halógena:

a. 110 VCA tensión de entrada o 220VAC

b. Tensión de salida 12V

3. Fuente de luz

(1) Lámpara halógena 12V / 50W

(2) Ángulo de haz 60 °

- Módulo de célula solar GES-13001

1. Multímetro digital x 2

(1) Voltaje DC: 400mV, 4V, 40V, rango automático

Resistencia de entrada $\geq 10M\Omega$

(2) AC Voltaje: 400 mV, 4V, 40V, rango automático

Resistencia de entrada $\geq 10M\Omega$

(3) Corriente CC: 400 μ A, 400mA, 10A, pulsador interruptor de selección

Rango 10A: protegido por fusible de 10A / 250V

mA / μ A Rangos: protegido por fusible 0.5A / 250V

(4) Corriente CA: 400 μ A, 400mA, 10A, pulsador interruptor de selección

Rango 10A: protegido por fusible de 10A / 250V

mA / μ A Rangos: protegido por fusible de 0.5A / 250V

(5) Resistencia: 400 Ω , 4K Ω , 40K Ω , 4M Ω , 40M Ω , rango automático

(6) Prueba de diodo: 0 ~ 1.5V

(7) Continuidad: Zumbador para la resistencia medida $<30\Omega$

(8) Pantalla: LCD de 3 $\frac{3}{4}$ dígitos, máx. indicación 3999

2. Almacenamiento de energía

- (1) 1.2V batería recargable NiMH / 80mAh
- (2) condensador Súper 10F / 2.7V

3. Carga

- (1) DC motor: 0.5V~6V, 10mA
- (2) Bombilla: 1.1V, 300mA
- (3) Potenciómetro: 100Ω, 10-turn

4. Inversor

- (1) Voltaje de entrada: 2VCC
- (2) Salida:
 - a. Onda sinusoidal modificada 1Vpp 50 / 60Hz
 - b. Onda cuadrada 2Vpp 50 / 60Hz

- DAQ con software GES-13003

1. Canal 1 y 2: máx. tensión de entrada $\pm 5V$

2. Canal 3 y 4: máx. entrada 1A actual

3. Tipos de DAQ

- (1) GES-13002 para Vista / XP / 2000
- (2) GES-13003 para Windows 7 / Vista / XP / 2000

4. Requisitos de PC

- (1) P4 CPU INTEL o mejor
- (2) Puerto USB equipado
- (3) 1 GB de espacio en disco duro
- (4) Unidad de CD-ROM

(5) Sistema operativo: Windows Vista / XP / 2000 (GES-13002)

(6) Sistema operativo: Windows 7 / Vista / XP / 2000 (GES-13003)

6.2.1 Prácticas en el equipo GES-100

Tabla 6.1 Listado experimento GES-100

N°	DESCRIPCIÓN
1	Medición de la irradiación de varias fuentes de luz.
2	Conversión de energía de las células solares.
3	Diodo característica de una célula solar.
4	Efecto de la zona de luz de detección de la tensión de circuito abierto de la célula solar.
5	Efecto de área sensible a la luz en la corriente de cortocircuito de la célula solar.
6	Efecto de la irradiación sobre tensión en circuito abierto y la corriente de cortocircuito de células solares.
7	Relación entre el ángulo de irradiación y la corriente de cortocircuito de la célula solar.
8	Tensión de circuito abierto y cortocircuito de células solares conectadas en serie-sombreado.
9	Tensión de circuito abierto y cortocircuito de células solares conectadas en paralelo-sombreado.
10	IV curva de células solares.
11	La eficiencia de conversión y punto de máxima potencia (MPP).
12	Simulación de un curso diario de la luz del sol.
13	Carga de un condensador con células solares.
14	El condensador de descarga.
15	La construcción de un sistema de islas de energía solar.

Fuente: Autor

6.2.3 Equipamiento eólico GES-200

Es un módulo fácil y autónomo diseñado para el aprendizaje de los conceptos básicos y características de la energía eólica. Mediante el uso de diferentes dispositivos tales como: generador de viento, unidades de carga, turbinas eólicas y modulo base que permitirá trazar la curva corriente-tensión y carga-descarga con sus características. En la figura 6.2 se muestra detallados los elementos que componen el GES-200:



Figura.6.2 Entrenador de eólico GES-200

Fuente: Kandh (2013).

Entre sus especificaciones técnicas tenemos:

- Energía Eólica placa base GES-28001

1. Voltaje de entrada: 88 ~ 264VAC
2. Frecuencia: 47 ~ 63Hz
3. Viento perilla del regulador de velocidad: Escala 0 ~ 11

- Turbina eólica de eje vertical GES-28002

1. Arrastre tipo turbina de viento: 3 palas, 4 cuchillas
2. Voltaje nominal: 6V
3. Potencia máxima: 60mW

- Horizontal de turbinas de viento del eje GES-28003

1. Tipos de cuchillas: Tipo holandés, vela de tipo ala, ala de tipo cónico
2. Número de cuchillas: 2 palas, 3 palas, y 4 cuchillas
3. Ángulo de inclinación de las palas: Ajustable
4. No existe un mecanismo de engranaje, de baja fricción
5. Tensión nominal: 6V
6. Potencia máxima: 3W
7. Eficiencia máxima: 65%

- Anemómetro GES-28004

- Módulo de Energía Eólica GES-23001

1. multímetro digital x2

(1) Tensión DC: 400mV, 4V, 40V, rango automático

Resistencia de entrada $\geq 10M\Omega$

(2) Tensión de CA: 400 mV, 4V, 40V, rango automático

Resistencia de entrada $\geq 10M\Omega$

(3) Corriente CC: 400 μ A, 400mA, 10A, pulsador interruptor de selección

Rango 10A: protegido por fusible 10A / 250V

mA / m μ A Rangos: protegido por fusible 0.5A / 250V

(4) Corriente CA: 400 μ A, 400mA, 10A, pulsador interruptor de selecci3n

Rango 10A: protegido por fusible de 10A / 250V

mA / m μ A Rangos: protegido fusible 0.5A / 250V

(5) Resistencia: 400 Ω , 4K Ω , 40K Ω , 4M Ω , 40M Ω , rango autom1tico

(6) Prueba de diodo: 0 ~ 1.5V

(7) Continuidad: Zumbador para la resistencia medida <30 Ω

(8) Pantalla: 3 $\frac{3}{4}$ d3gitos LCD, m1xima indicaci3n 3999

2. Almacenamiento de energ3a

(1) 1.2V bater3a recargable NiMH / 80mAh,

(2) condensador S3per 10F / 2.7V

3. Carga

(1) El motor DC: 0.5V ~ 6V, 10mA

(2) Bombilla: 1.5V

(3) Potenci3metro: 100 Ω

4. F / V del convertidor

(1) funci3n de transferencia de salida 1V = 1000RPM

(2) M1xima velocidad de entrada de efectivo: 4500rpm

6.2.4 Prácticas en el equipo GES-200

Tabla 6.2 Listado experimento GES-200

N°	DESCRIPCIÓN
1	Medición de la velocidad del viento en los alrededores con anemómetro.
2	Relación entre la velocidad del viento y el controlador de la velocidad del viento del soplador.
3	Efecto del tipo de cuchilla en la potencia de salida de eje horizontal aerogenerador.
4	Relación entre el número de cuchillas y la salida poder de eje horizontal turbina eólica.
5	Efecto del ángulo de la hoja en la potencia de salida de eje horizontal aerogenerador.
6	IV curva de la turbina eólica de eje horizontal en constante velocidad de rotación.
7	Relación entre la colocación y IV curva horizontal eje de turbina eólica.
8	Efecto de la velocidad del viento en la potencia de salida de eje horizontal aerogenerador.
9	La potencia de salida de 3 patas y 4 palas de turbinas eólicas de eje vertical.
10	IV curva de la turbina eólica de eje vertical en la velocidad del viento constante.
11	Carga de un condensador con la turbina eólica de eje horizontal.
12	Descarga del condensador a través de diferentes cargas.
13	La construcción de un sistema de islas de la energía eólica.

Fuente: Autor

6.3 Candidato 2

Empresa Ecuatoriana llamada JOMOSU S.A, ubicado en la ciudad de Guayaquil dedicada a la importación de material didáctico de enseñanza tanto de libro como de equipamientos. Los equipos son de procedencia Española de la marca EDIBON que durante más de 30 años a diseñado, fabricado, comercialización e instalación y puesta en marcha de laboratorios de equipos didácticos técnicos ANEXO 6.2. (EDIBON, 2012)

6.3.1 Equipamiento de energía solar fotovoltaica MINI-EESF

El entrenador modular de energía solar fotovoltaica completo (Figura 6.3) es un equipo especializado diseñado a escala de laboratorio para el estudio de la conversión de la radiación solar en electricidad. Es un equipo ideal para el estudio teórico-práctico de las instalaciones y el funcionamiento del proceso para la conversión del sistema fotovoltaico.

El MINI-EESF ofrece una ventaja al tener elementos con parte móviles ya que facilita al momento de realizar las prácticas, la movilidad del panel nos da una mejor visualización de las células solares que lo componen. Además contiene un inversor para realizar la simulación de conversión e inyección conexión a la red eléctrica.



Figura 6.3 Módulo de energía solar fotovoltaico
Fuente: Edibon (2013).

Las características se detallan a continuación:

- Suministro y Consumo a 12 V (CC).
- Suministro y Consumo en corriente alterna (CA).
- Suministro a la red eléctrica.
- Módulo fotovoltaico:

Panel solar (policristalino) montado sobre una estructura de aluminio anodizado, con ruedas para su movilidad, con célula calibrada para medir la irradiación solar. Está compuesto de una serie de 36 células fotovoltaicas (35 x 55mm) de alto rendimiento y tiene una potencia típica de 50Wp a una tensión de 17 VCC.

Tanto las protecciones como los materiales utilizados le confieren una muy buena resistencia al agua, a la abrasión, al impacto de granizo y a otros factores ambientales adversos.

Potencia máxima nominal: 66W.

Voltaje en el punto máximo de potencia (V_{mpp}): 17,8V.

Corriente en el punto máximo de potencia (I_{mpp}): 3,70A.

Corriente de cortocircuito (I_{sc}): 4,05A.

Tensión de circuito abierto (V_{oc}): 22,25V.

Dimensiones: 660 x 35,5 x 780 mm. Peso: 3 Kg. aprox.

- Batería, que ofrece unas óptimas prestaciones en aplicaciones de baja potencia.
- Conjunto de cables de interconexión.

Rack para la colocación de los módulos:

- Módulos

N-ES10. Controlador de carga solar con detección automática del voltaje de operación de 12V ó 24V. Monitoriza varios parámetros tales como la tensión, corriente y nivel de carga de la batería, corriente de carga, estado, etc. Funciones adicional que pueden ser activadas como los ajustes, la función de luz nocturna y el autotest. El regulador está equipado con varios dispositivos para proteger su electrónica, la batería y las cargas.

N-ES20. Módulo de cargas que incorpora dos lámparas de 12V, 20W, con interruptores independientes.

N-ES30. Inversor CC/CA que produce una potencia de salida con forma de onda senoidal de 230V/50Hz \pm 2% con un voltaje nominal de entrada de 12VCC. Dos modos de operación diferentes: modo continuo y modo ASB (Auto Standby) para reducir el consumo. Está provisto de un sistema de diagnosis que indica al usuario el estado mediante diferentes secuencias de flashes.

N-ES40. Módulo de medidas de tensión CA hasta 250V. y CC hasta 250V. (Multímetro digital).

N-ES50. Módulo de cargas que incorpora dos lámparas de 220V., 50 W., con interruptores independientes.

N-ES80. Módulo de medidas de la irradiación solar (W/m^2) y la corriente hasta 10A., con multímetro digital.

N-ES90. Módulo de cargador de baterías de 12 VCC.

- EE-KIT2. Kit de Inversor para la Conexión a la Red Eléctrica.

Inversor usado para la conversión e inyección a la red eléctrica de la potencia generada a través de una fuente de energía renovable simulada. La fuente simulada se trata de un simulador para la generación de energía para obtener una potencia variable para la inyección a la red.

El modo de operación se muestra mediante un LED indicador en el frontal del equipo. Está equipado con una serie de medidas de seguridad que garantizan que se apagará tan pronto como el enchufe de CA sea desconectado de la pared o de la red pública en una operación errónea.

El inversor puede ser conectado al computador (PC) mediante comunicación RS232/USB para visualizar parámetros tales como tensión y corriente de entrada, voltaje y frecuencia principales, potencia máxima CA, Kwh, etc.

- Manuales: Este equipo se suministra con los siguientes manuales: Servicios requeridos, Montaje e Instalación, Puesta en marcha,
- Seguridad, Mantenimiento y manual de Prácticas.

6.3.2 Prácticas en el equipo MINI-EESF

Tabla 6.3 Listado experimento MINI-EESF

N°	DESCRIPCIÓN
1	Determinación del material que constituye la célula solar.
2	Determinación del primer cuadrante de la curva I-V sin iluminación de la célula solar.
3	Determinación de la corriente inversa o de saturación de una célula solar sin iluminación.
4	Determinación de la resistencia serie y paralelo de una célula solar sin iluminación.
5	Dependencia de la tensión de circuito abierto (V_{oc}) con los lúmenes.
6	Determinación de los parámetros que definen la calidad de una célula solar.
7	Medida de la energía solar.
8	Medida de la tensión del panel solar sin carga.
9	Determinación de la disposición de las células en un panel solar.
10	Familiarización con los parámetros del regulador.
11	Conexión de cargas a tensión continua de 12 V CC.
12	Conexión de cargas a tensión alterna de 220 V CA.
13	Estudio del inversor con conexión a la red eléctrica.
14	Carga de la batería.

Fuente: Autor

6.3.4 Equipamiento básico de energía eólica MINI-EEE

El módulo que ofrece el proveedor es el MINI-EEE (equipo de energía eólica) que con su pequeña escala fue diseñado para la estudiar la influencia de diferentes factores en la generación de este tipo de energía (Figura 6.4).

Para su respectivo funcionamiento el ventilador de flujo axial introduce aire en el túnel y un anemómetro nos permite medir la velocidad de este aire. Es posible conocer, en tiempo real, el valor de la tensión y de la corriente dados por el aerogenerador. Conociendo tanto la corriente como el voltaje, la potencia se define por completo.



Figura 6.4 *Módulo de energía eólica*
Fuente: Edibon (2013).

Las características del equipo son las siguientes:

- Equipo de sobremesa.
- Estructura de aluminio anodizado y panel en acero pintado.
- Diagrama en el panel frontal con distribución similar a la de los elementos en el equipo real.
- Generador de aire: ventilador axial con velocidad variable, cuyo flujo máximo es de 1473 m³ /h, y con guardadedos.
- Aerogenerador:

La turbina de seguridad es un modelo de inyección simple que une las puntas de hasta 6 palas aéreas.

Conjunto de 6 palas para el aerogenerador.

Potencia (a una velocidad del rotor de 2000 rpm): 1W.

Tensión de salida (a una velocidad del rotor de 1000 rpm): 5 V CC.

Corriente de salida (a una velocidad del rotor de 1000 rpm): 50 mA CC.

Mínima velocidad del viento que genera electricidad: 2 m/s.

Túnel de aire, de metacrilato, de longitud 500mm. y diámetro de 300mm. approx.

- Anemómetro que permite medir velocidades no superiores a los 20m/s.
- Sensor de velocidad de giro del aerogenerador, rango: 0-2000 rpm.
- Sensor de corriente y voltaje.
- Consola electrónica:

Caja metálica.

Conector para el sensor de corriente y voltaje CC. Display digital de corriente (CC) y display digital de voltaje (CC).

Conector para el sensor de velocidad de giro del aerogenerador. Display digital para la velocidad de giro.

Interruptor para el ventilador axial.

Regulador para la velocidad del ventilador axial.

- Esta consola electrónica incluye un módulo de cargas en corriente continua (LEDs, reóstato y motor CC) y varios interruptores para seleccionar el tipo de carga:

Interruptor para LED del módulo de cargas CC.

Interruptor para el reóstato del módulo de cargas CC.

Interruptor para el motor CC del módulo de cargas CC.

Cables y Accesorios, para un funcionamiento normal.

- Manuales: Servicios requeridos, Montaje e Instalación, Puesta en marcha.
- Seguridad, Mantenimiento y manual de Prácticas.

6.3.5 Prácticas en el equipo MINI-EEE

Tabla 6.4 Listado de experimento MINI-EEE

N°	DESCRIPCION
1	Estudio del funcionamiento del aerogenerador en función de la variación de la velocidad del viento.
2	Determinación de los parámetros característicos del aerogenerador.
3	Estudio de las diferencias en el funcionamiento usando las tres configuraciones disponibles de las palas (aerogenerador con seis, tres o dos palas).
4	Estudio de la influencia de la variación de carga en el aerogenerador.
5	Estudio de la tensión, potencia y corriente.
6	Determinación experimental de la eficiencia.
7	Estudio de la potencia generada por el aerogenerador dependiendo de la velocidad del viento.
8	Estudio de la potencia generada por el aerogenerador dependiendo del número de las palas.
9	Determinación de la medida de la energía eólica.
10	Estudio de la curva característica del aerogenerador a velocidad de viento constante.
11	Estudio de la curva característica del aerogenerador a revoluciones constantes.
12	Estudio de la conexión de cargas CC.

Fuente: Autor

6.4 Análisis para selección del proveedor

Para una mejor observación de las características que ofertan los candidatos en los equipamientos, se ha realizado un cuadro comparativo mostrado a continuación:

Tabla 6.5 Relación de los equipamientos entre candidatos

DESCRIPCIÓN	CANDIDATO 1		CANDIDATO 2	
	SOLAR GES-100	EÓLICO GES-200	SOLAR MINI-EESF	EÓLICO MINI-EEE
Células Solares	Silicio monocristalino	-	Silicio policristalino	-
Tensión de circuito abierto (V)	0,55V	6V	22,25V	5V CC
Corriente de cortocircuito (A)	2,3A	-	4,05 ^a	-
Potencia máxima (W)	1.1W	3W	66W	1W
Número de palas	-	3	-	6
Generador de aire	-	variable		variable
Normas	ISO 9001:2008(Calidad) UKAS 005		ISO 9001:2008(Calidad) ISO 14001:2004(Ambiental) OHSAS 18001:2007(Seguridad)	
Número de prácticas	15	13	14	12
Costo (\$) (unidad)	\$ 4.164,47	\$ 5.801,61	\$ 16.200,00	\$ 16.200,00

Fuente: Autor

Con el recuadro presentado se analiza las diferentes características que presentan los equipamientos en el material que lo compone, tensiones, normas de calidad y seguridad, número de prácticas y costos de los mismos.

El candidato 1 presenta los dos módulos que son de fácil acceso y portabilidad, cuenta con norma de fabricación en la gestión de calidad ISO 9001:2008 con UKAS 005 (Anexo 6.3).

El candidato 2 ofrece equipos de mayor capacidad por lo tanto aumenta el volumen de las maquinarias, pero no es significativo. Cuenta con normas de fabricación en la gestión de calidad ISO 9001:2008, gestión ambiental ISO 14001:2004, gestión de seguridad y salud en el trabajo OHSAS 18001:2007, cumpliendo con los requerimientos exigidos (Anexo 6.4).

El proyecto se desarrollará en base al equipamiento de entrenadores modulares del candidato 2 para la implementación en el laboratorio de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo.

CAPÍTULO 7

UNIDADES DE TRABAJO

7.1 Verificación del espacio de trabajo

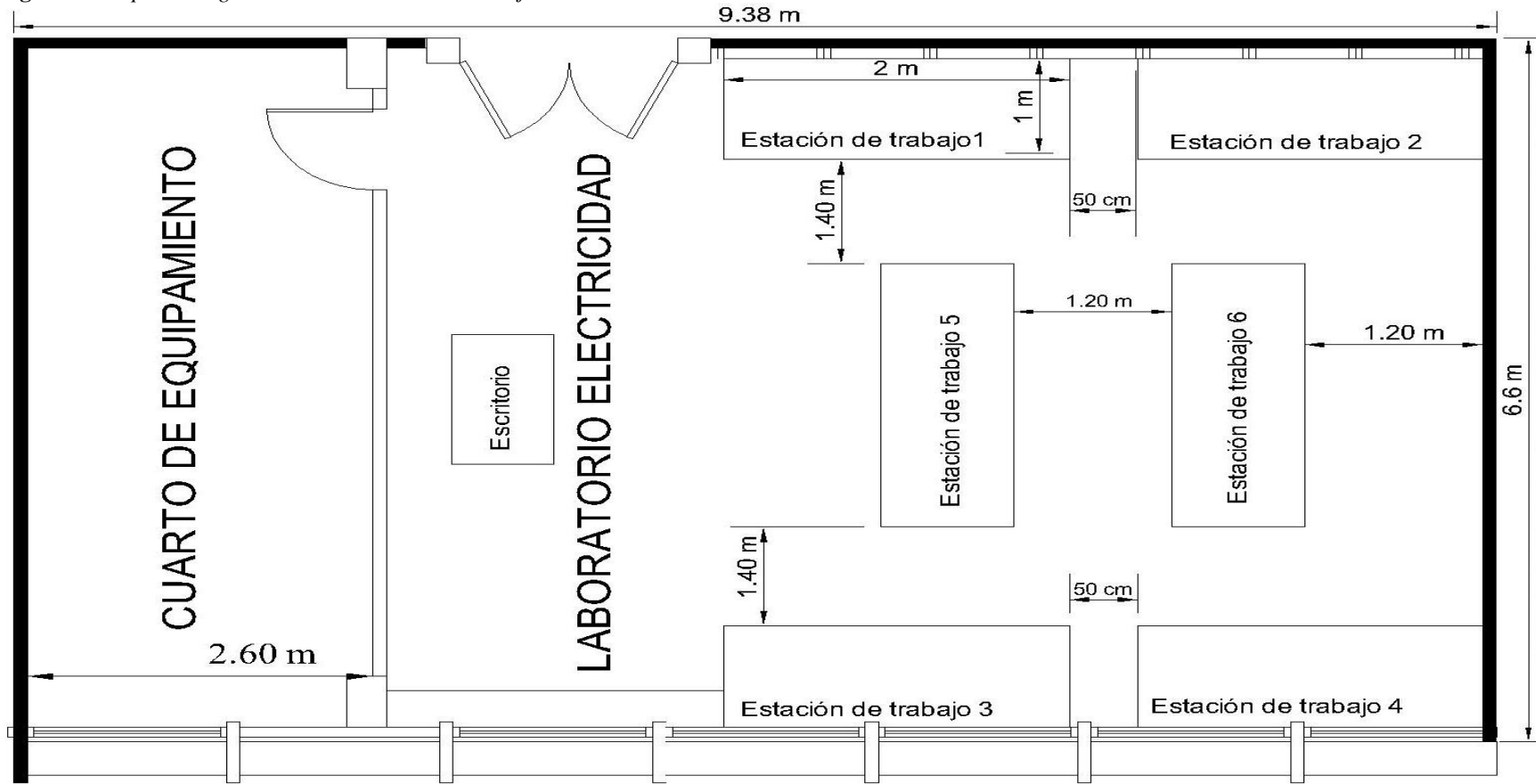
Comienza con la verificación del área necesaria en el laboratorio para situar los módulos de energías de fuente alterna limpia comprobando el lugar de trabajo se encuentra ordenado y limpio.

Recientemente se realizó una remodelación al laboratorio de electricidad con modificaciones que se adapta para recibir al nuevo equipamiento de circuitos y máquinas eléctricas, como parte de este proceso se efectuó el desarrollado de un levantamiento de forma meticulosa tanto en parte físico y eléctrica para el correspondiente mejoramiento.

Los cambios o mejoras que se ejecutaron en el laboratorio mostrado en la figura 7.1 presentación final del cambio de la estructura con las respectivas ubicación de las seis mesas de trabajo, se puede apreciar que si existe espacio físico disponible para el equipamiento de los módulos de energías renovables.

El área del cuarto de equipamiento es la extensión disponible, en el cual al momento utilizan para el almacenamiento de amperímetros, multímetros, cables, fuentes de voltaje, etc.

Figura 7.1 Espacio asignado a cada estación de trabajo



Fuente: UCSG

7.2 Ubicación de los entrenadores

De acuerdo a la verificación visual del sitio de trabajo, los módulos de energías renovables se almacenarán en el cuarto de equipamiento. Una de la ventaja de los entrenadores es sus dimensiones y algunos elementos que lo constituyen posee parte móvil por sí mismo que permitirá el fácil acceso para su traslado.

En las prácticas se utilizará las mesas de trabajo que implementarán en el laboratorio, se dispondrá del laboratorio completo en las horas de ensayo, una vez finalizadas se procederá al retiro de los módulos y respectivamente se lo mantendrá en el cuarto de equipamiento.

7.3 Estaciones de trabajo

Los puestos de trabajo es donde los estudiantes tendrán su espacio para aplicar sus conocimientos teóricos relacionarlos a la práctica, en módulos a escala de laboratorio logrando efectuar la comparación de datos teóricos y resultados de pruebas medida en los equipamientos.

El número de personas en los entrenadores modulares indicado por los candidatos una persona seria lo óptimo, dos personas es adecuado y tres personas obtenemos los mismos resultados de aprendizaje, pero asumiendo más personas ya no es recomendable porque afecta directamente a disminuir los resultados del aprendizaje.

7.4 Presupuesto de módulo

Las cotizaciones de los candidatos están adjuntas en el Anexo 7.1 – Anexo 6 7.2 <<CD>>, ambos cumpliendo con las especificaciones técnicas requeridas de los equipamientos, a continuación se presenta el presupuesto de los módulos de energías renovables:

Tabla 7.1 *Presupuesto de equipamiento Candidato 1*

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANT.	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
GES-100	Entrenador de Celda Solar	6	\$ 4.164,47	\$ 24.986,82
GES-200	Entrenador de Energía Eólica	6	\$ 5.801,61	\$ 34.809,66
SUBTOTAL				\$ 59.796,48
IVA 12%				\$ 7.175,58
TOTAL				\$ 66.972,06

Fuente: Autor

Tabla 7.2 *Presupuesto de equipamiento Candidato 2*

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANT.	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
MINI-EESF	Entrenador de Energía Solar Fotovoltaica	6	\$ 16.200,00	\$ 97.200,00
MINI-EEE	Entrenador de Energía Eólica	6	\$ 16.200,00	\$ 97.200,00
SUBTOTAL				\$ 194.400,00
IVA 12%				\$ 23.328,00
TOTAL				\$ 217.728,00

Fuente: Autor

CAPÍTULO 8

DISEÑO DEL ITINERARIO ACADÉMICO

8.1 Propuesta de asignaturas

El Ecuador en cuanto a energía siempre ha dependido de los países, es una de las causas principales para crear profesionales calificados en fuentes de energías alternativas, dando una solución a que el país logre esa dependencia energética. Además el sector energético es importante en la economía del país generaría nuevas fuentes de trabajo, bienes y servicios.

Con la solución planteada intervienen directamente las universidades en el proceso de aprendizaje tanto educativo como en el avance tecnológico de última generación, esto no solo logra apertura en el campo nacional sino externo por el nivel de conocimiento y contribuye un avance al cambio de la matriz productiva ecuatoriana.

La presente propuesta que se plantea para la carrera de Ingeniería Eléctrica en la UCSG pretende que los estudiantes y docentes alcancen una excelente formación profesional que cumpla con las exigencias actuales del medio. Todo el proceso tiene los elementos necesarios que establece el Reglamento de Régimen Académico del Sistema de Educación Superior en la producción de nuevo conocimiento y el aprendizaje profesional necesario para desenvolverse exitosamente en el campo laboral.

Para el desarrollo de la identificación de las asignaturas se realizó un enfoque de las universidades nacionales que cuenta con un diseño de malla que integra las energías renovables, lo mismo con universidades extranjeras logrando la enseñanza impartida se adapte a las propuestas de los distintos centro de educación superior entre los continentes.

Además de querer realizar la integración de ciencias al nivel de las universidades que rigen con una gestión académica energética actual, las asignaturas no solo será de estudio teórico, con el equipamiento seleccionado se fusionará el conocimiento teórico-práctico mediante los módulos del laboratorio de energías renovables que cumplen con los requerimientos necesarios para garantizar un excelente aprendizaje y a su vez se avalen con distintas certificaciones de normas de calidad.

Para realizar la propuesta de asignaturas se procede a la revisión de diferentes modelos de mallas curriculares nacionales como extranjeras, dando un mejor enfoque para el aprendizaje en el programa de estudio (ANEXO 8.1). Se analiza cada materia, contenido y el nivel en que se la imparte de acuerdo a la afinidad de las carreras en energías renovables, con todas estas características se ha diseñado una tabla comparativa de las diferentes universidades y crear la propuesta para la UCSG, la cual se detalla en el siguiente recuadro:

Tabla 8.1 Propuesta de asignaturas

UNIVERSIDAD DE ANTOFAGASTA (CHILE) Facultad de Ingeniería Magíster en Desarrollo Energético	UNIVERSIDAD DEL PAÍS VASCO (ESPAÑA) Ingeniería de Energías Renovables	CENTRO DE FORMACIÓN TÉCNICA DEL MEDIO AMBIENTE [IDMA] (CHILE) Técnico de Nivel Superior en Energías Renovables y Eficiencia Energética	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE MEXICALI (MEXICO) Ingeniería en Energías Renovables	UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE (ECUADOR) Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales Ingeniería en Energías Renovables	PROPUESTA PARA LA UCSG Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo Ingeniería en electricidad
Energías Alternativas: Nuevos Desarrollos	Introducción a las Energías Renovables (1er semestre)	Introducción a las Energías Renovables (1er semestre)	Fuentes de Energías Renovables (1er semestre)	Recursos Energéticos Renovables (4to semestre)	Introducción a las Energías Renovables (7mo semestre)
Energía Solar Fotovoltaica	Energía Solar Fotovoltaica (3er semestre)	Sistema Solar Fotovoltaico (3er semestre)	Sistemas Solares Fotovoltaicos y térmicos (7mo semestre)	Energía Solar I (6to semestre)	Energía Solar Fotovoltaica I (8vo semestre)
Energía Solar Térmica: Baja y Alta Temperatura	Energía Geotérmica y Solar Térmica (3er semestre)	Sistema Solar Térmico (3er semestre)	Sistemas Térmicos (7mo semestre)	Energía Solar II (7mo semestre)	Energía Solar Fotovoltaica II (9no semestre)

Fuente: Autor

8.2 Formato para la elaboración

La UCSG posee un formato de syllabus estandarizado, en el cual se acoplará la propuesta de asignatura para su estudio. El syllabus considera 11 ítems que analizaremos cada uno a continuación:

- Datos generales
- Justificación de la asignatura
- Prerrequisitos
- Objeto de estudio de la asignatura
- Objetivo de la asignatura
- Resultados del aprendizaje
- Estructura de la asignatura por unidades
- Metodología
- Evaluación
- Bibliografía

Los **Datos generales** donde se indica una breve información de la asignatura como: el área, número de créditos, semestre, número de hora que se dictará a la semana, nivel curricular, campo, ciclo, profesor que guiara la cátedra y los resultados del aprendizaje del nivel curricular.

La **Justificación de la asignatura** realiza el enfoque necesario al ámbito que se desarrollará con el análisis y metodología que se llevara a cabo en el transcurso que sea dada la materia.

El **Prerrequisito** es el que debe cumplir con las materias solicitadas según la malla curricular siguiendo el pènsum estipulado por la carrera, es importante llevar el orden para obtener los resultados esperados del aprendizaje.

El **Objeto de estudio de la asignatura** detalla el estudio principal de la asignatura en un contexto general, enfocando la importancia que plantea la asignatura.

El **Objetivo de la asignatura** se especifica la formulación didáctica en forma detalla del análisis y planteamiento con que se desarrollará el proceso enseñanza-aprendizaje, a fin de lograr el objeto de estudio del programa con que se lleva la materia.

Los **Resultados del aprendizaje** se realizan una explicación que supone en cuanto a la captación de conocimiento y/o comprensión se haya logrado al finalizar el plan de estudio, expuesto al principio del curso. Además se expone la solución de problema en la asignatura que se pueda presentar en el transcurso del programa e indica el componente investigativo con la que se la llevará a cabo.

La **Estructura de la asignatura por unidades** se precisa los módulos de estudio que se explicarán en el semestre, con sus objetivos y resultados de aprendizaje, primero se describe las cuatro unidades, siendo el número de unidades para este caso, en un ámbito general. Luego se analiza en forma más detallada cada unidad como se

la distribuirá en las clases semanales, de acuerdo al número de horas fijadas en el itinerario académico.

La **Programación detallada de la gestión por tutoría** para poder realizar la planificación del programa, antes se debe calcular el número total de horas de tutoría, obteniéndolo de la multiplicación de horas dictadas a la semana por las cuatro semanas al mes por los cuatro meses que dura el semestre por el 25%, una vez conseguido el valor se procede a desarrollar las fases con su contenido y fecha programadas en los dos respectivos parciales del semestre.

La **Metodología** indica el sistema de método usado en la organización del contenido relacionada a cuándo y cómo se enseña de acuerdo al programa de estudio, mediante estrategias didácticas, técnicas participativas y dinámica en grupo logrando desarrollar los conocimientos y habilidades del estudiante.

La **Evaluación** es la forma a valorar la nota parcial de la asignatura, en la que se considera la gestión de aula (25%) que se basa en las asistencias y participación en clases, la gestión por tutorías (25%) que se fundamenta en los trabajos de investigación y exposición de trabajos y el examen (50%) que radica en los temas y ejercicios de clases, deberes y/o investigación valorada al término de cada parcial.

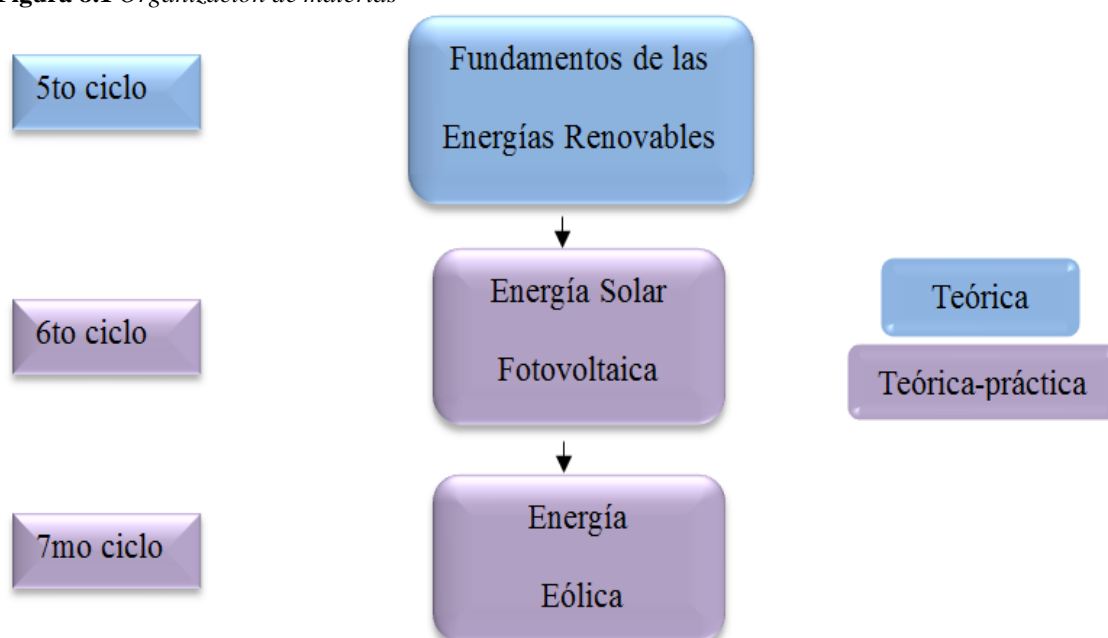
La **Bibliografía** hace referencia a la guía que se empleará en el programa de estudio y en la que se incluye libros especializados en la materia, especificando los autor(es), título, edición, lugar de publicación, etc.

8.3 Organización del mapa curricular

Es necesario proyectar un ordenamiento metodológico que figura las etapas reflejadas en el flujo curricular de la carrera. Además simboliza una mejor visualización del itinerario académico del orden lógico de las materias y el enlace entre cada una de estas.

Esta organización curricular la estipula el Reglamento de Régimen Académico del Sistema de Educación Superior en el artículo 20 y 21 de las carreras técnicas y tecnológicas superiores, y de grado, en una forma detallada de acuerdo a la unidad básica, unidad profesional y unidad de titulación. Con la propuesta de asignatura expuesta en la tabla 8.1 la estructura de las materias queda de la siguiente manera:

Figura 8.1 Organización de materias



Fuente: Autor

8.4 Descripción del mapa curricular

La descripción de las asignaturas hace mención al planteamiento de estudio, objetivo de la materia, resultados de aprendizaje, entre sus principales especificaciones, a continuación:

Primera etapa

Tabla 8.2 *Materia de Fundamentos de energías renovables*

FUNDAMENTOS DE ENERGÍAS RENOVABLES	
Ciclo	VII
Hrs. Semanales	4
Carácter	Teórico

Fuente: Autor

La materia tiene como objeto de estudio comprender el principio fundamental de las fuentes de energías renovables enfocado en el componente teórico, teniendo como requisito para cruzar la asignatura la aprobación de Instalaciones Eléctricas I. En su contenido parte de los inicios de las energías renovables y las causas que llevaron a su desarrollo, identifica los diferentes tipos de fuentes alternas limpia y realiza una descripción de cada uno de ellos ANEXO 8.2 (González, Pérez, Santos, & Gil, 2009)& (Creus, 2014). Y como resultado de aprendizaje se espera:

- Conoce las características y propiedades de las energías renovables.
- Aplica los conocimientos bases para la selección de la energía renovable según en el área donde se requiera instalar este tipo de energías.
- Utiliza la terminología propia de la asignatura, incluyendo interpretación de formulaciones y gráficos.

- Distribuye trabajo de investigación en equipo para integrarse y colaborar de forma activa en la consecución de objetivos, tutoriales, áreas y organizaciones.

Segunda etapa

Tabla 8.3 *Materia de Energía Solar Fotovoltaica*

ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA	
Ciclo	VIII
Hrs. Semanales	5
Carácter	Teórico-Práctico

Fuente: Autor

El estudio de la materia tiene como objeto aprender los componentes y funcionamiento para el desarrollo sistema fotovoltaico (SFV) enfocado en el componente teórico/práctico, teniendo como requisito para cruzar la asignatura la aprobación de fundamentos de energías renovables. El contenido estudia los conceptos y fundamentos de un SFV, elementos que componen un SFV, dimensionado de un SFV y aplica los conocimientos teóricos en las prácticas de laboratorio de energías renovables ANEXO 8.3 (Jutglar, 2004)& (Sánchez, 2013). Y en resultado de aprendizaje comprende:

- Conoce la estructura y funcionamiento de un SFV.
- Identifica cada elemento con sus características que conforma un SFV.
- Realiza las conexiones y pruebas de las prácticas con los equipos didácticos de energía solar.
- Aplica un dimensionado autónomo de un SFV.

- Reflexiona con mayor capacidad analítica y reflexiva, que permita determinar la comparación entre los datos teóricos y los resultados medidos de las pruebas de módulos entrenadores de energía.
- Desarrolla la capacidad para la presentación de informes técnicos de las prácticas de laboratorio con modelos de investigación.

Tercera etapa

Tabla 8.4 *Materia de energía eólica*

ENERGÍA EÓLICA	
Ciclo	IX
Hrs. Semanales	5
Carácter	Teórico-Práctico

Fuente: Autor

La formación de la asignatura enfoca como objeto de estudio aprender los componentes y funcionamiento para el desarrollo de un sistema con energía eólica enfocado en el componente teórico/práctico, teniendo como requisito para cruzar la asignatura la aprobación de energía solar fotovoltaica. El contenido abarca los factores que intervienen indirectamente, medición de las magnitudes de viento y variación de la velocidad de acuerdo a la altura, se encuentra en forma detallada en el ANEXO 8.4 (Villarrubia, 2012). Se pretende lograr un resultado de aprendizaje:

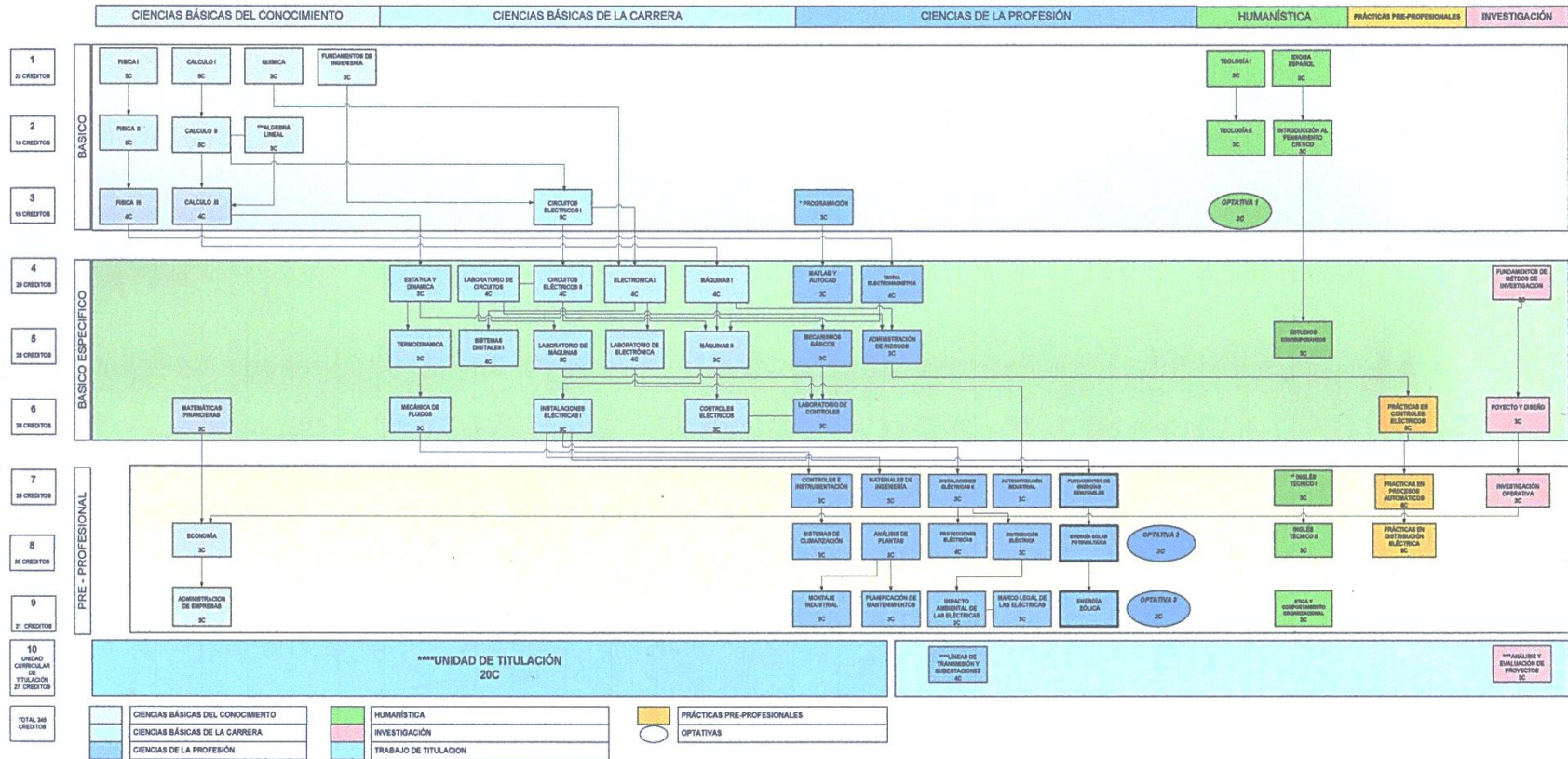
- Aprende el funcionamiento del aerogenerador en función de la variación de la velocidad del viento.
- Conoce las velocidades de variación de viento y la clasificación de tipo de aerogenerador según el tipo de viento.

- Realiza la caracterización de potencial energético del viento.
- Reflexiona con mayor capacidad analítica y reflexiva, que permita determinar la comparación entre los datos teóricos y los resultados medidos de las pruebas de módulos entrenadores de energía.
- Desarrolla la capacidad para la presentación de informes técnicos de las prácticas de laboratorio con modelos de investigación.

En la figura 8.2 se muestra el flujo curricular reformado con las nuevas asignaturas de energías renovables, ubicadas en el área de las ciencias de la profesión siendo estas de vital importancia en la carrera.



FLUJO CURRICULAR MALLA N° 5 DE LA CARRERA DE INGENIERIA EN ELÉCTRICO-MECÁNICA



* Aprobar los niveles de Informática I y II.
 ** Aprobar los niveles de Inglés I a VI.
 *** Álgebra Lineal deberá tomar como co-requisito Cálculo II.
 **** Los estudiantes que ingresen a la UNIDAD CURRICULAR DE GRADUACIÓN (10mo. Ciclo) deberán aprobar todas las asignaturas hasta el IX Ciclo.

Figura 8.2 Malla reformada de la facultad
 Fuente: Autor

CAPÍTULO 9

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

9.1 Conclusiones

- La necesidad de diseño del itinerario académico de integrar las fuentes de energías renovables es para aportar al cambio energético productivo actual del país, formando profesionales capaces con amplio conocimiento para la implementación de estos sistemas, logrando aportar en el sector energético nuevas fuentes de trabajo.
- La selección del equipamiento se realizó con las exigencias académicas requeridas en los módulos entrenadores de energías renovables por sus características técnicas y en el cumplimiento en normas de fabricación.
- La propuesta del flujo curricular en energías renovable se basó en la revisión de varios modelos de malla curricular de ingeniería en energías renovables y/o carreras afines, incorporando la enseñanza impartida de las diferentes universidades nacionales e internacionales.
- La implementación del laboratorio de energías renovables se enfoca en módulos entrenadores de energía solar fotovoltaica y energía eólica dando a conocer los elementos y funcionamiento de las partes que compone cada sistema.

- El equipamiento intenta complementar el estudio de carácter teórico con las prácticas de laboratorio para poder establecer una comparación entre datos teóricos y los resultados prácticos del laboratorio.
- El diseño de itinerario académico no sólo se enfoca en la capacitación de los estudiantes sino también en la mejora continua de la formación de docentes brindando una excelencia académica.

9.2 Recomendaciones

- El laboratorio debe contar con una persona encargada del mismo, para la verificación del óptimo funcionamiento de los equipos en las prácticas y para el mantenimiento necesario que requieran garantizando la vida útil de los equipamientos.
- Realizar un espacio exclusivo para el laboratorio de energías renovables para implementación de estas energías en las carreras de ingeniería afines que oferta la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilera, J., & Hontoria, L. (2011). *Dimensionado de sistemas fotovoltaicos autónomos*. Obtenido de <https://manuelberaun.files.wordpress.com/2011/12/dimensionado-de-sfv-autonomos.pdf>
- Bufanio, R., Bonoli, M., Edwards, D., & Gogni, V. (2012). http://www.edutecne.utn.edu.ar/energia_ure_mendoza_2012/04-estimacion-FRH.pdf.
- Creus, A. (2014). *ENERGÍAS RENOVABLES*. Colombia: Ediciones de la U.
- Eadic. (2014). Obtenido de <http://eadic.com/blog/wind-cube/>
- EcoPotencia. (s.f.). *EcoPotencia*. Obtenido de <http://www.ecopotencia.com/alumbrado.html>
- EDIBON. (2012). *EDIBON*. Obtenido de <http://www.edibon.com/index.php?lang=es>
- Eras, A. (2012). *Estudio energético del sistema eléctrico en el Ecuador*. Obtenido de <http://repositorio.educacionsuperior.gob.ec/bitstream/28000/1036/1/T-SENESCYT-0412.pdf>
- Fieras de la Ingeniería. (2014). Obtenido de <http://www.fierasdelaingenieria.com/las-plantas-de-energia-mareomotriz-mas-grandes-del-mundo/>
- Freire, F., & Gordillo, M. (2013). *Universidad de Cuenca*. Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/345/1/TESIS.pdf>
- González, J., Pérez, R., Santos, A., & Gil, M. (2009). *CENTRALES DE ENERGÍAS RENOVABLES*. Madrid: Pearson Educación, S.A.

- Hervás, V. (2010). *Tecnología Industrial*. Obtenido de <http://iesvillalbahervastecnologia.files.wordpress.com/2010/11/energia-de-la-biomasa.pdf>
- Ingeniería Verde. (2015). *Ingeniería Verde*. Obtenido de <http://www.ingenieriaverde.org/17-nuevos-proyectos-de-energia-solar-fotovoltaica-se-instalaran-en-ecuador-hasta-el-2015/>
- Jutglar, L. (2004). *ENERGÍA SOLAR*. Barcelona: Ediciones Ceac.
- K AND H PRODUCTS. (2010). *K AND H PRODUCTS*. Obtenido de http://www.kandh.com.tw/products_2.php?prod=144
- Linares, F. (2013). *Entrenador de una instalación fotovoltaica real a escala*. Obtenido de <http://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/34589/memoria.pdf?sequence=1>
- López, Hiriart, & Silva. (2014). *Scielo - Ingeniería, investigación y tecnología*. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-77432010000200009&script=sci_arttext
- Ministerio de Electricidad y Energía Renovable. (2014). Obtenido de <http://www.energia.org.ec/cie/wp-content/uploads/2014/01/Investigacion-energi%C2%ADas-renovables-Ecuador.pdf>
- Ministerio de Electricidad y Energía Renovable. (2014). *Matrices de rendición de cuentas 2012*. Obtenido de <http://www.energia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/02/7.8.1-MATRICES-DE-RENDICI%C3%93N-DE-CUENTAS-FUNCI%C3%93N-EJECUTIVA-ENERO-2014.pdf>

- Navarra, U. P. (2010). Obtenido de http://www.unavarra.es/digitalAssets/165/165292_Memoria-EnergiasRenovables.pdf
- Olivacordobesa. (2015). *Olivacordobesa.ec*. Obtenido de <http://www.olivacordobesa.es/BIOMASA.pdf>
- Ollague, H., & Crespo, H. (2014). *Estudio y evaluación de los parámetros de operación del proyecto eólico Villonaco de la provincia de Loja-Ecuador*. Obtenido de <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6284/1/UPS-CT002841.pdf>
- Ortega, J. (2013). *El sistema de créditos y su incidencia en el diseño curricular de la carrera de ingeniería eléctrica de la Universidad Técnica de Cotopaxi*. Obtenido de <http://repo.uta.edu.ec/bitstream/handle/123456789/6905/FCHE-MGDC-1051.pdf?sequence=1>
- Sánchez, M. A. (2013). *ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA*. Mexico, D.F: Limusa, S.A.
- Villarrubia, M. (2012). *INGENIERÍA DE LA ENERGÍA EÓLICA*. Barcelona: Marcombo, S.A.

FIGURAS

CAPÍTULO 2

Figura 2.1 Mapa de radiación solar anual	7
Figura 2.2 Planta solar fotovoltaica de Imbabura	8
Figura 2.3 Potencial eólico del Ecuador	9
Figura 2.4 Parque eólico Villonaco.....	10
Figura 2.5 Generación de la energía mareomotriz	11
Figura 2.6 Planta de gasificación por pirolisis – la concordia (estación INIAP)....	13

CAPÍTULO 3

Figura 3.1 Sistema fotovoltaico de bombeo.....	15
Figura 3.2 Luminaria fotovoltaica para alumbrado público.....	16
Figura 3.3 Wind cube	18
Figura 3.4 Planta Sihwa Lake	21

CAPÍTULO 4

Figura 4.1 Diagrama de proceso para dimensionado de un SFV	23
Figura 4.2 Diagrama de proceso para dimensionado de un aerogenerador	28
Figura 4.2 Representación del cilindro de flujo atravesando el rotor	30

CAPÍTULO 6

Figura 6.1 Entrenador de célula solar GES-100.....	42
Figura.6.2 Entrenador de eólico GES-200	46

Figura 6.3 Módulo de energía solar fotovoltaico 51

Figura 6.4 Módulo de energía eólica 55

CAPÍTULO 7

Figura 7.1 Espacio asignado a cada estación de trabajo 61

CAPÍTULO 8

Figura 8.1 Organización de materias 70

Figura 8.2 Malla reformada de la facultad 75

TABLAS

CAPÍTULO 3

Tabla 3.1 Principales central de energía del mar	20
--	----

CAPÍTULO 6

Tabla 6.1 Listado experimento GES-100.....	45
--	----

Tabla 6.2 Listado experimento GES-200.....	49
--	----

Tabla 6.3 Listado experimento MINI-EESF	54
---	----

Tabla 6.4 Listado de experimento MINI-EEE	57
---	----

Tabla 6.5 Relación de los equipamientos entre candidatos.....	58
---	----

CAPÍTULO 7

Tabla 7.1 Presupuesto de equipamiento Candidato 1	63
---	----

Tabla 7.2 Presupuesto de equipamiento Candidato 2	63
---	----

CAPÍTULO 8

Tabla 8.1 Propuesta de asignaturas	66
--	----

Tabla 8.2 Materia de Fundamentos de energías renovables	71
---	----

Tabla 8.3 Materia de Energía Solar Fotovoltaica I	72
---	----

Tabla 8.4 Materia de energía solar fotovoltaica II	73
--	----

ANEXOS

Anexo 6.1 Catálogo de equipamiento candidato 1.

Anexo 6.2 Catálogo de equipamiento candidato 2.

Anexo 6.3 Normas fabricante 1.

Anexo 6.4 Normas fabricante 2.

Anexo 7.1 Cotización candidato 1.

Anexo 7.2 Cotización candidato 2.

Anexo 8.1 Mallas curriculares de otras universidades.

Anexo 8.2 Syllabus de fundamentos de energías renovables.

Anexo 8.3 Syllabus de energía solar fotovoltaica.

Anexo 8.4 Syllabus de energía eólica.

Anexo 8.5 Malla reformada de la facultad