



Universidad de Nariño

INGEN<sup>ERÍA</sup>  
ELECTRÓNICA



IPSE  
Instituto de planificación y promoción  
de Soluciones Energéticas para las  
zonas No Interconectadas

# ANÁLISIS DE PROYECTOS CON FUENTES NO CONVENCIONALES DE ENERGÍA EN AMÉRICA LATINA



***pers***  
Nariño

Plan de Energización Rural Sostenible

## **ANÁLISIS DE PROYECTOS CON FUENTES NO CONVENCIONALES DE ENERGÍA EN AMÉRICA LATINA**

### **AUTOR:**

**Ing. Álvaro Andrés Jiménez Ocaña**  
Docente Departamento de Electrónica  
Universidad de Nariño

PLAN DE ENERGIZACIÓN RURAL DEL DEPARTAMENTO DE NARIÑO  
PERS-Nariño  
UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
UPME  
USAID  
IPSE

San Juan de Pasto – Nariño  
Colombia  
2013

## CONTENIDO

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>4</b>
<b>2. MARCO REFERENCIAL .....</b>	<b>5</b>
<b>3. METODOLOGÍA.....</b>	<b>6</b>
<b>4. ENERGÍA SOLAR .....</b>	<b>7</b>
4.1. MARCO CONCEPTUAL.....	7
4.2. RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	7
4.2.1. Proyectos de Energía Solar Térmica.....	7
4.2.2. Proyectos de Energía Solar Fotovoltaica.....	11
<b>5. ENERGÍA EÓLICA.....</b>	<b>14</b>
5.1. MARCO CONCEPTUAL.....	14
5.2. RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	14
<b>6. ENERGÍA DE LA BIOMASA.....</b>	<b>17</b>
6.1. MARCO CONCEPTUAL.....	17
6.2. RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	18
6.2.1. Proyectos de Digestión Anaerobia (Biogás).....	18
6.2.2. Proyectos de Combustión.....	21
6.2.3. Proyectos de Biocombustibles.....	25
<b>7. ENERGÍA GEOTÉRMICA.....</b>	<b>28</b>
7.1. MARCO CONCEPTUAL.....	28
7.2. RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	28
<b>8. CONCLUSIONES .....</b>	<b>31</b>
<b>9. REFERENCIAS .....</b>	<b>32</b>

## LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Paneles Solares y Cámaras Solares para el Deshidratado de Pescado Modelo SP 25.....	8
Ilustración 2. Planta de deshidratación de frutas y legumbres Alimentos Campestres S.A.	9
Ilustración 3. Termotanques y Colectores de Polipropileno negro con tratamiento anti-UV. ....	10
Ilustración 4. Horno Solar para el Secado de Madera.....	11
Ilustración 5. Paneles Fotovoltaicos para bombeo de agua. ....	12
Ilustración 6. Paneles Fotovoltaicos y Cercas Eléctricas en el Municipio de El Rama-Nicaragua. ....	13
Ilustración 7. Aerogenerador y Panel de Control de la Escuela N° 81.....	15
Ilustración 8. Instalación de torre eólica para extracción de agua junto al grupo de trabajo que desarrolló el proyecto.....	16
Ilustración 9. Ganado Porcino y Biodigestor para el tratamiento de Residuos Generados por las Actividades Agroindustriales de la Granja. ....	18
Ilustración 10. Ganado Vacuno y Biodigestor Usado para la Obtención de Biogás.....	19
Ilustración 11. Línea de Extracción de Biogás y Tubería para su Distribución. ....	20
Ilustración 12. Equipo necesario para la Producción de Briquetas Generadoras de Calor. ....	23
Ilustración 13. Beneficiarios del proyecto eco-estufas Justa, utilizando fogón ahorrador de leña.....	24
Ilustración 14. Soplete de biomasa y cerámicas obtenidas tras su uso.....	24
Ilustración 15. Sitios de muestreo de microalgas. ....	25
Ilustración 16. Comparación de las microalgas en distintas etapas de crecimiento.....	25
Ilustración 17. Instalaciones Planta Industrial de Biodiesel .....	26
Ilustración 18. Construcción de Bio-reactor para producir etanol utilizando los desechos de la producción de productos lácteos.....	26
Ilustración 19. Producción de Frutas y Vegetales Secos con Energía Geotérmica. ....	29
Ilustración 20. Infraestructura utilizada para la producción y utilización de energía geotérmica en el proceso de producción de biodiesel.....	29

## 1. INTRODUCCIÓN

Uno de los objetivos del Plan de Energización Rural Sostenible para el Departamento de Nariño (PERS-Nariño) es una recopilación de información secundaria disponible para servir de base en la formulación de una metodología de diagnóstico energético en las zonas rurales. En este aspecto, las energías no convencionales son determinantes para la utilización de fuentes locales en regiones apartadas y/o no interconectadas.

En América Latina se han desarrollado proyectos exitosos con diversos recursos naturales, en diferentes localidades y con distintas coberturas, alcances y financiamiento. En este documento se describen dos productos que sirven de referencia en cuanto al aprovechamiento de las fuentes no convencionales en diferentes regiones.

Primero, y como complemento al presente documento, se presenta una base de datos que resume la consulta de proyectos exitosos a nivel latinoamericano clasificados por diferentes características. Para facilitar la búsqueda y consulta, los proyectos se presentan en un archivo tipo hoja de cálculo en donde se discriminan diferentes campos como: Ubicación (país), Tipo de fuente (energética), Fecha de inicio, Nombre del proyecto, Descripción breve, Inversión (en dólares o en euros), Cobertura y Fuente (dirección web)

Este último campo fue uno de los criterios principales de selección para presentar un proyecto en la base de datos, ya que con la información de su página web se puede acceder a documentos que proporcionen información adicional para consultas posteriores detalladas, como las incluidas en los estados del arte de los proyectos resultados del PERS Nariño.

El otro resultado es este documento de análisis, que incluye una selección entre proyectos relacionados en la base de datos. Esencialmente, se escogieron proyectos que utilicen biomasa, energía solar, eólica y geotérmica, por ser las principales fuentes disponibles en las subregiones de Nariño. Aunque es indiscutible la importancia que tiene la energía hidroeléctrica, un estudio de proyectos de pequeñas centrales hidroeléctricas haría muy extensa la base de datos, además de que en este documento se trata de analizar el aprovechamiento de energías no convencionales.

En este documento, cada tipo de energía se aborda independientemente con un marco conceptual básico y luego abordar la selección de los proyectos. Es de destacar que aunque existen muchos proyectos con diferentes alcances, en este estudio se destacan iniciativas cuyo entorno de desarrollo sea similar a la situación de la región, de tal manera que puedan ser replicables en Nariño. Además se tiene en cuenta que estén dirigidos a soluciones de energización rural, por lo que no se tienen en cuenta los proyectos a gran escala; y que sean innovadores en las soluciones planteadas, de tal manera que permitan ampliar la perspectiva de quienes deseen implementar proyectos para la región.

## 2. MARCO REFERENCIAL

En la actualidad, el cambio climático como consecuencia de los gases de efecto invernadero es uno de los aspectos a considerar en los programas de desarrollo de los entes territoriales, tal como se expone en el Plan de Desarrollo Departamental 2.012 – 2.015 “NARIÑO MEJOR” (Gobernación de Nariño, 2.012) del Departamento de Nariño en su eje estratégico Nariño Sostenible, destacando la necesidad de un programa que permita la adaptación al cambio climático así:

*De otra parte en la línea de preservación de los recursos naturales se destinarán recursos a la investigación del patrimonio ambiental y su uso racional, a partir de métodos y prácticas sostenibles, proyectos de mecanismos de desarrollo limpio, apoyo a prácticas de agricultura saludable y producción de alimentos para la seguridad y soberanía alimentaria, todo ello bajo el principio de adaptación del sistema de vida al cambio climático.*

Lo anterior, es consecuente con el Plan Nacional de Desarrollo 2.010 – 2.014 (Departamento Nacional de Planeación, 2.011) en su capítulo VI, Sostenibilidad Ambiental y Prevención del Riesgo, sin embargo, las inversiones en energía limpia y la financiación de proyectos verdes en el país son un aspecto sobre el cual aún hace falta mejorar, ya que como se menciona en el CLIMASCOPIO 2.012 (FOMIN & BNEF, 2.012) es un parámetro que por su bajo puntaje reduce la puntuación global del país ubicándolo en la posición 7 de la clasificación general, con un índice de 1,63. Para entender lo que esto significa, es importante aclarar que dicho índice mide el estado actual de las energías limpias y renovables, y el desarrollo de negocios relacionados con el cambio climático, además de evaluar la capacidad relativa de cada país para atraer inversiones en el sector de las energías limpias y renovables.

Es entonces, en este marco de iniciativas y esfuerzos por generar mecanismos de desarrollo de energías limpias que toma fuerza la búsqueda y análisis de proyectos realizados en los diferentes países de América Latina, para que como guía de desarrollo, permitan plantear proyectos propios involucrando no solo el aspecto técnico, sino también el referente a las inversiones y a la parte económica.

### 3. METODOLOGÍA

Este documento se realiza con un enfoque de investigación cualitativa, puesto que es necesario crear categorías de análisis para calificar el éxito al que hacen referencia los objetivos del convenio citado. Se aclara que el éxito para este caso, no se definirá en términos financieros y por lo tanto cuantitativos puesto que se entiende que la mayoría son proyectos realizados y de impacto en las regiones citadas.

El tipo de análisis realizado es básicamente hermenéutico, puesto que las fuentes utilizadas son documentales, especialmente de tipo digital. El nivel de profundidad para el tipo de investigación es exploratorio a partir de los siguientes campos: energía solar, energía eólica, energía de la biomasa y energía geotérmica. Este nivel de profundidad se debe a que en principio el tiempo está limitado ya que se pretende, según el marco del convenio, conseguir una perspectiva general del problema, identificando posibles categorías y variables que intervienen y sus relaciones. De allí que se haya escogido una metodología flexible y amplia, para constituir una base para futuras investigaciones descriptivas, de correlación o explicativas.

Como herramienta metodológica para el desarrollo se utiliza el análisis documental, valiéndose de instrumentos tales como internet y programas como hojas de cálculo y procesadores de texto, para la conformación de una ficha documental flexible y para la sistematización de la teoría. La selección de proyectos se realiza recopilando información de bases de datos, además de búsquedas directas referente a proyectos de energías alternativas.

Para incluir un proyecto en la base de datos se tiene en cuenta que el proyecto cumpla con la información suficiente para completar la mayoría de los campos establecidos. Otro criterio que se busca, en lo posible, es que el proyecto posea en su fuente web información más específica, de tal manera que el lector interesado pueda profundizar en éste. De dicha base de datos se seleccionan proyectos representativos de las diferentes aplicaciones para cada tipo de energía, de tal manera que se pueda evidenciar los campos en los que se puede desarrollar las tecnologías referentes al manejo de energías renovables.

Cada una de las energías se trabaja en capítulos independientes, que se constituye por una sección de marco conceptual y una de resultados y análisis. El desarrollo de todos los marcos conceptuales se basa en el documento Energías Renovables: Descripción, Tecnologías y Usos Finales (UPME, 2.010) En la sección de resultados y análisis se anotan las características de cada proyecto seleccionado, posteriormente se describe la razón de por qué se lo incluye en el documento y cómo encaja en el contexto regional.



## 4. ENERGÍA SOLAR

### 4.1. MARCO CONCEPTUAL

La energía solar se define como la energía producida por reacciones nucleares al interior del Sol, que son transmitidas en forma de ondas electromagnéticas a través del espacio (radiación solar). Para conocer la cantidad de energía que se puede obtener del Sol, es necesario medir la cantidad de radiación solar (directa más difusa) que recibe realmente una región. Esta cantidad de radiación disponible para convertir en energía útil en una localidad depende de varios factores: posición del Sol en el cielo, que varía diaria y anualmente; condiciones atmosféricas generales y del microclima; altura sobre el nivel del mar y la duración del día (época del año) La máxima cantidad disponible sobre la superficie de la Tierra en un día claro, fluctúa alrededor de 1.000 Wp/m<sup>2</sup> (vatios pico por metro cuadrado)

Según (UPME & CORPOEMA, 2.010) este tipo de energía se encuentra de manera disponible y abundante en el planeta en forma gratuita, no genera emisiones y es silenciosa. La energía solar tiene como ventajas, con respecto a otras fuentes, una elevada calidad energética, un impacto ambiental prácticamente nulo y se considera un recurso inagotable. El generar energía térmica sin que exista un proceso de combustión supone, desde el punto de vista medioambiental, un procedimiento muy favorable por ser limpio y no producir contaminación.

Las tres formas de aprovechar la energía solar son:

*Energía Solar Térmica:* Utiliza elementos denominados colectores o concentradores para captar la radiación.

*Energía Solar Pasiva:* Aprovecha al máximo la luz natural, valiéndose de la estructura y los materiales de edificación para capturar, almacenar y distribuir el calor y la luz.

*Energía Solar Fotovoltaica:* Son aquellos que utilizan celdas solares o fotovoltaicas para convertir la luz del sol en electricidad, para su posterior manejo.

La anterior clasificación se utiliza para una adecuada agrupación de los proyectos, es importante tener en cuenta que gran cantidad de estos son muy similares y tienen muchos aspectos en común, por lo que se mencionan aquellos que tienen algún aporte adicional, o simplemente reúnen características comunes y se pueden tomar como una muestra del conjunto.

### 4.2. RESULTADOS Y ANÁLISIS

#### 4.2.1. Proyectos de Energía Solar Térmica

- *Energía alternativa: Innovación para regar laderas a un menor costo*



Es un proyecto que se desarrolla en Chile, con una inversión de USD \$72.000 y se encuentra en la siguiente fuente web:

<http://www.redagricola.com/reportajes/riego/energia-alternativa-innovacion-para-regar-laderas-un-menor-costo>.

Consiste en la utilización de parabólicas que captan, reflejan y concentran la radiación solar hacia un fluido que genera vapor de agua. Éste sale a una presión tal que hace girar una turbina que, a su vez, hace funcionar una bomba que impulsa el agua de riego. La diferencia con otros sistemas que operan con energía solar, por ejemplo los paneles fotovoltaicos, es que éstos producen energía eléctrica que luego es utilizada para mover una bomba. El sistema propuesto, en cambio, es mecánico.

Este proyecto destaca por la innovación de la solución planteada, siendo una propuesta única no para la tecnología, que es aplicada en España y Estados Unidos, pero si para la aplicación. Si bien es cierto la implementación de un proyecto de este tipo requiere de un estudio técnico y económico, que determine en que zonas específicas del Departamento se podría implementar, ya sea por la necesidad de los productores o por la suficiencia de radiación solar, es una solución con potencial, básicamente por la reducción de costos al no requerir paneles solares.

- *Mejorado el proceso productivo de la pesca*

Es un proyecto que se desarrolla en Nicaragua, con una inversión de € 26.000 y se encuentra en la siguiente fuente web:

<http://appext.sica.int/eepbiWEB/viewProject.jsf?projectId=298>.

Consiste en una mejora del proceso productivo de la pesca con el empleo de tecnología apropiada utilizando energía alternativa, esto mediante una planta procesadora para la deshidratación de pescados en la comunidad de Lomas de PoneLOYA, Departamento de León.

Ilustración 1. Paneles Solares y Cámaras Solares para el Deshidratado de Pescado Modelo SP 25.



**Fuente:** AEA. (2.010) Mejorado el proceso productivo de la pesca.

Disponible en: <http://appext.sica.int/eepbiWEB/viewProject.jsf?projectId=298>.

Este es un proyecto de especial interés para las zonas costeras, y teniendo en cuenta que Nariño posee una región de esta característica, en la que las condiciones de vida son bastante difíciles por el aislamiento al que está sometida, proyectos de este tipo son idóneos para que la productividad aumente de la mano de la tecnología. Aunque primero es necesario un estudio técnico de la radiación solar en la región, es importante resaltar que se puede alcanzar un amplio rango de potencia térmica, dependiendo de la cantidad de colectores que se implementen; para el caso del proyecto que se presenta, la potencia del sistema alcanza los 20kW de energía térmica.

- *Reconversión solar de la planta de deshidratación de frutas y legumbres Alimentos Campestres S.A.*

Es un proyecto que se desarrolla en Guatemala, con una inversión de € 25.000 y se encuentra en la siguiente fuente web:

<http://appext.sica.int/eepbiWEB/viewProject.jsf?projectId=52>.

Consiste en reconvertir la planta de deshidratación de frutas y legumbres de Alimentos Campestres, S.A utilizando la energía solar como fuente energética para el secado. Se contempla la instalación aproximada de un área de 384 m<sup>2</sup> de paneles solares patentados en la planta que se localiza en el Departamento de El Progreso.

Ilustración 2. Planta de deshidratación de frutas y legumbres Alimentos Campestres S.A.



**Fuente:** AEA. (2.007) Reconversión solar de la planta de deshidratación de frutas y legumbres Alimentos Campestres S.A.

Disponible en: <http://appext.sica.int/eepbiWEB/viewProject.jsf?projectId=52>.

A pesar de que el principio de este proyecto es muy similar al anterior, lo que se pretende resaltar es la diversidad de aplicaciones en las que se puede implementar esta tecnología, demostrando que es posible favorecer a los productores de diferentes regiones, sin importar la diferencia en la naturaleza de sus productos. En realidad, si las condiciones de radiación son adecuadas, las plantas de deshidratación se podrían implementar en la extensión del Departamento según las características de producción que lo requieran.

- *Implementación de sistemas de energía solar térmica en infraestructura de la Ciudadela Dr. Ignacion Díaz Sol y Hospital Divina Providencia en San Salvador*

Es un proyecto que se desarrolla en El Salvador, con una inversión de € 30.000, beneficia a 60 personas y se encuentra en la siguiente fuente web:

<http://appext.sica.int/eepbiWEB/viewProject.jsf?projectId=137>.

Con este se pretende contribuir a mejorar las condiciones higiénicas y de estadía de los ancianos de la Ciudadela Doctor Ignacio Díaz Sol y de los pacientes del Hospital Divina Providencia; a su vez busca demostrar el uso de energías limpias para la producción de agua caliente, con la intención de interesar e incentivar a otros usuarios a usar la misma tecnología.

Ilustración 3. Termotanques y Colectores de Polipropileno negro con tratamiento anti-UV.



**Fuente:** AEA. (2.008) Implementación de sistemas de energía solar térmica en infraestructura de la Ciudadela Dr. Ignacio Díaz Sol y Hospital Divina Providencia en San Salvador. Disponible en: <http://appext.sica.int/eepbiWEB/viewProject.jsf?projectId=137>.

En este proyecto se demuestra una aplicación más común, que no solo se puede implementar en instituciones o edificaciones productivas, sino también en hogares del sector rural y urbano. Utilizar la energía térmica solar para el calentamiento de agua, si bien es cierto requiere una inversión inicial, reduce drásticamente los costos de funcionamiento del sistema, además de aportar para la conservación del medio ambiente.

- *Desarrollo de la competitividad de las microempresas del subsector carpinterías en el municipio de Nahuizalco, Departamento de Sonsonate*

Es un proyecto que se desarrolla en El Salvador, con una inversión de € 30.000, beneficia a 15 familias y se encuentra en la siguiente fuente web:

<http://appext.sica.int/eepbiWEB/viewProject.jsf?projectId=32>.

Consiste en fortalecer las capacidades de los carpinteros a través de un horno para secado de madera utilizando energía renovable.

Ilustración 4. Horno Solar para el Secado de Madera.



**Fuente:** AEA. (2.010) Desarrollo de la competitividad de las microempresas del subsector carpinterías en el municipio de Nahuizalco, Departamento de Sonsonate.

Disponible en: <http://appext.sica.int/eepbiWEB/viewProject.jsf?projectId=32>.

Finalmente se presenta una aplicación más de esta tecnología para el sector productivo, en este caso enfocado al maderero. Lo que se pretende lograr con estos proyectos de referencia es concientizar y demostrar, que en realidad, la energía solar térmica se puede aplicar a un sin número de problemas de la población en general, generando soluciones con todas las ventajas mencionadas anteriormente de este tipo de energía renovable no convencional.

#### 4.2.2. Proyectos de Energía Solar Fotovoltaica

- *Impulsando las Energías Renovables: Sistemas de Iluminación Solar en el Territorio Indígena de Talamanca, Costa Rica*

Es un proyecto que se desarrolla en Costa Rica, con una inversión de € 38.461 y se encuentra en la siguiente fuente web:

<http://appext.sica.int/eepbiWEB/viewProject.jsf?projectId=322>.

Consiste en mejorar los sistemas tradicionales de iluminación basados en energías no renovables como las candelas, el canfín o kerosén, con sistemas de iluminación solar y luces LED.

Lo interesante en este proyecto es que se implementan una gran cantidad de pequeños sistemas, en total 150, demostrando que es posible favorecer no solo a grandes productores sino también a hogares humildes con la tecnología apropiada; como dato técnico, en el proyecto se utilizan paneles solares de 11W y luces led de 1,8W.

- *Tecnologías de energía solar como compensación por servicios*

Es un proyecto que se desarrolla en Honduras, con una inversión de € 25.000, beneficia a 78 familias y se encuentra en la siguiente fuente web:

<http://appext.sica.int/eepbiWEB/viewProject.jsf?projectId=188>.

Consiste en la dotación de un sistema de energía solar para bombeo de agua, refrigeración y electrificación de la comunidad.

Ilustración 5. Paneles Fotovoltaicos para bombeo de agua.



**Fuente:** AEA. (2.008) Tecnologías de energía solar como compensación por servicios. Disponible en: <http://appext.sica.int/eepbiWEB/viewProject.jsf?projectId=188>

Con la presentación de este proyecto se pretende demostrar que la energía solar fotovoltaica permite dar solución a diferentes problemas de una comunidad en forma integrada, es así como además, de las aplicaciones aquí planteadas: bombeo de agua, electrificación y refrigeración, es posible con la caracterización y equipos necesarios, implementar soluciones que requieran uso de energía eléctrica utilizando la energía solar como fuente primaria.

- *Electrificación rural mediante tecnología solar para la implementación de ganadería sostenible y el bienestar social de las familias productoras en el municipio de El Rama*

Es un proyecto que se desarrolla en Nicaragua, con una inversión de € 15.000, beneficia a 27 familias y se encuentra en la siguiente fuente web:

<http://appext.sica.int/eepbiWEB/viewProject.jsf?projectId=158>.

Consiste en la implementación de cercas eléctricas utilizando energía solar, las familias productoras estarán en condiciones de incrementar sustancialmente la productividad por área utilizada en la ganadería; además de reducir gastos y mano de obra en manejo de potreros.



Ilustración 6. Paneles Fotovoltaicos y Cercas Eléctricas en el Municipio de El Rama-Nicaragua.



**Fuente:** AEA. (2.008) Electrificación rural mediante tecnología solar para la implementación de ganadería sostenible y el bienestar social de las familias productoras en el municipio de El Rama. Disponible en: <http://appext.sica.int/eeppiWEB/viewProject.jsf?projectId=158>.

Esta aplicación de la energía solar fotovoltaica es bastante llamativa por el potencial de implementación que tiene en el Departamento, teniendo en cuenta que hay regiones que basan su economía en el ganado, de tal manera que al tecnificar el sistema de rotación intensiva de pastoreo es posible aumentar su productividad. El poder implementar este sistema con energía solar demuestra la capacidad de desarrollo que las fincas productivas pueden alcanzar con unos costos de funcionamiento menores que con la energía convencional, por supuesto, sin olvidar el costo de inversión que esta tecnología requiere.

- *Transporte solar en territorio Achuar del Ecuador y Perú*

Es un proyecto que se desarrolla en los países de Ecuador y Perú, con una inversión de \$ 327.165, beneficia a 140 familias y se encuentra en la siguiente fuente web:

<http://www.energiayambienteandina.net/inicio.aspx>.

Este proyecto busca fomentar el uso de energía solar para reemplazar los combustibles fósiles en el transporte fluvial en el territorio Achuar de la Amazonía del Ecuador y del Perú. Para esto se construirán cuatro centros de recarga de energía solar y se dotarán de embarcaciones con paneles solares y baterías a comunidades de la frontera de ambos países.

A pesar de que este es un proyecto que se encuentra en ejecución se lo tiene en cuenta por su carácter innovador, ya que además de favorecer a usuarios muy humildes como son los pescadores y los transportadores fluviales, genera un enorme impacto en la conservación del medio ambiente, sustituyendo los nocivos combustibles fósiles por una energía limpia y renovable.

## 5. ENERGÍA EÓLICA

### 5.1. MARCO CONCEPTUAL

El viento es aire en movimiento, una forma indirecta de la energía solar. La energía eólica es la que está presente en forma de energía cinética en las corrientes de aire o viento. Para conocer la velocidad del viento observando los efectos de éste en la naturaleza, se estableció la Escala de Beaufort, con la que se puede obtener una medida aproximada de su velocidad en metros/segundo. La energía eólica puede transformarse principalmente en energía eléctrica por medio de aerogeneradores, o en fuerza motriz empleando los comúnmente llamados molinos de viento.

Generación eléctrica. Bajo el nombre de turbinas eólicas (aerogeneradores) se designan diferentes sistemas para aprovechar mecánicamente la energía contenida en el viento. En general, son máquinas rotativas de diferentes tipos, tamaños y conceptos, en los que el dispositivo de captación (rotor) está unido a un eje.

Fuerza Motriz; las máquinas eólicas para esta aplicación son, normalmente, de múltiples álabes (alta solidez). Sus tamaños más grandes a escala comercial internacional no pasan de los 8 metros de diámetro, aunque hay casos particulares poco difundidos que se han construido e instalado con rotores de hasta 12 metros de diámetro o el caso de los molinos de viento holandeses. Estas máquinas por ser de muchos álabes, son relativamente lentas y generalmente son acopladas a bombas de desplazamiento positivo, las cuales, a su vez, requieren bajas velocidades pero altos torques para su arranque y funcionamiento.

En Colombia, los sistemas de aerobombeo han sido ampliamente utilizados en el sector rural; entre los usos más comunes están: Abastecimiento de agua limpia para uso doméstico; suministro de agua para ganadería; Irrigación; Drenaje; Movimiento de agua en granjas piscícolas. Los sistemas de aerobombeo se caracterizan por una larga vida útil de los equipos, son de fácil operación y mantenimiento, aunque dependen de la disponibilidad del recurso eólico local.

### 5.2. RESULTADOS Y ANÁLISIS

- *Aerogenerador en escuela rural*

Es un proyecto que se desarrolla en Uruguay, beneficia a los estudiantes de la escuela N° 81 de la localidad de Queguay Chico y se encuentra en la siguiente fuente web:

<http://www.energiaeolica.gub.uy/index.php?page=trabajos-con-plan-ceibal>.

Consiste en la implementación de una estación de microgeneración eólica – solar. Dicha estación fue instalada en una escuela rural, donde el recurso eólico es alto y las condiciones para su aprovechamiento son buenas. La puesta en funcionamiento final fue en el inicio lectivo del año 2.010. El proyecto se basa en un aerogenerador de 1kW en torre de 12 metros y dos paneles solares de 50W cada uno.



Ilustración 7. Aerogenerador y Panel de Control de la Escuela N° 81.



**Fuente:** Programa de energía eólica. (2.010) Microgeneración.

Disponible en: <http://www.energiiaeolica.gub.uy/index.php?page=trabajos-con-plan-ceibal>.

En este proyecto se evidencia, y es posible destacar que diferentes tecnologías de energías renovables pueden funcionar conjuntamente, complementándose para incrementar las capacidades de los sistemas instalados. Para este caso, la energía solar mediante paneles fotovoltaicos se implementa adicionalmente a un aerogenerador, con el fin de proporcionar energía eléctrica a una escuela; en el Departamento, esta podría ser una solución útil para instituciones que se encuentren aisladas y que no estén interconectadas, de manera que un sistema híbrido a pequeña escala asegure las condiciones adecuadas de energización.

- *Estudio de viento para generación eléctrica en El Salvador*

Es un proyecto que se desarrolla en El Salvador, con una inversión de € 242.628 y se encuentra en la siguiente fuente web:

<http://appext.sica.int/eepbiWEB/viewProject.jsf?projectId=20>.

Consta de dos etapas, en la primera se busca evaluar el potencial de viento para la generación eléctrica nacional en cuatro sitios. Además de determinar, mediante la instalación de estaciones de medición de viento y análisis del registro de datos, las áreas con mayor disponibilidad de recurso eólico en el país. En la segunda etapa se realiza mediciones adicionales en los 2 sitios más promisorios (Metapan y Armenia).

Es importante tener en cuenta que antes de implementar un sistema basado en energía eólica, es necesario realizar los estudios técnicos pertinentes para determinar la velocidad del viento en la región o localización en cuestión. Este proyecto es interesante ya que sirve como guía para la realización de dichos estudios, enfocados al establecimiento de potenciales eólicos en la extensión del Departamento, de manera que según los resultados se determine qué tipo de proyectos pueden llegar a ser viables técnica y económicamente.

- *Utilización de la energía eólica para aumentar la disponibilidad de agua en las Provincias Centrales de la República de Panamá*

Es un proyecto que se desarrolla en Panamá, con una inversión de € 20.000 y se encuentra en la siguiente fuente web:

<http://appext.sica.int/eepbiWEB/viewProject.jsf?projectId=107>.

Consiste en la instalación de aerobombas de mecate accionadas por energía eólica para la extracción de agua subterránea y así abastecer del recurso hídrico a la provincia de Coclé en Río Hato, Las Guabas y Llano Marín, zonas críticas afectadas por la sequía.

Ilustración 8. Instalación de torre eólica para extracción de agua junto al grupo de trabajo que desarrolló el proyecto.



**Fuente:** AEA. (2.008) Utilización de la energía eólica para aumentar la disponibilidad de agua en las Provincias Centrales de la República de Panamá.

Disponible en: <http://appext.sica.int/eepbiWEB/viewProject.jsf?projectId=107>.

Lo interesante de este proyecto, es mostrar una aplicación más que se puede implementar basándose en el recurso eólico. A pesar de que en ciertos proyectos se realiza de esta manera, no siempre es necesario generar energía eléctrica para realizar bombeo de agua, y este proyecto demuestra una técnica efectiva con la cual también es posible realizar esa misma tarea. La implementación de aerobombas surge entonces como una alternativa para la obtención y distribución de agua en el sector rural, siendo una decisión acertada el implementar sistemas de este tipo en cualquier lugar que posea las condiciones climáticas adecuadas.

## 6. ENERGÍA DE LA BIOMASA

### 6.1. MARCO CONCEPTUAL

La biomasa es cualquier material proveniente de organismos vivos tales como vegetación, bosques, selvas, cultivos acuáticos, bosques naturales, residuos agrícolas, desechos animales y desechos urbanos e industriales de tipo orgánico que puede utilizarse para producir energía. Para transformar la energía contenida en la biomasa se utilizan tecnologías que dependen de la cantidad y clase de biomasa disponible. Con los principales sistemas de transformación pueden obtenerse combustibles, energía eléctrica, fuerza motriz o energía térmica y son los siguientes:

*Digestión anaerobia:* Es el proceso de descomposición de residuos animales y vegetales que, sin aire, hace que se produzca gas y lodo. El gas resultante en este proceso se conoce como biogás y el lodo se usa como fertilizante orgánico. Para lograr que se realice bien este proceso se construye un sistema de producción de biogás, que se compone principalmente de la recolección de los residuos, un biodigestor, un almacén para el gas, un almacén para los fertilizantes, y de una tubería de conducción del biogás. Los residuos orgánicos que se utilizan son: Residuos de animales como estiércol y orín de ganado (vacuno, porcino, equino, aves, etc.); Residuos del procesamiento de vegetales como del café, del fique, de la cabuya, del almidón de yuca, de la producción de caña de azúcar, etc. Con una planta de biogás puede producirse energía térmica en una estufa de gas, energía mecánica en un motor de explosión, iluminación con una lámpara de gas y producción alterna de fertilizantes.

*Gasificación:* Son los procesos térmicos que convierten la materia prima sólida o líquida en una mezcla de gases (hidrógeno, monóxido de carbono y metano). Este gas es luego utilizado como combustible en plantas de ciclo combinado, las cuales combinan turbinas de gas y turbinas de vapor para producir electricidad. El material que se utiliza comúnmente como combustible es madera y sólo algunos tipos de residuos agrícolas (mazorcas de maíz, cáscaras de coco, carbón vegetal). A escala mundial, aunque ya existe este tipo de plantas y están produciendo energía eléctrica, se considera como tecnología de demostración.

*Combustión:* La biomasa es quemada en una caldera para producir vapor, el cual es introducido en una turbina conectada a un generador eléctrico; el flujo de vapor hace rotar la turbina, el generador eléctrico se acciona y se produce electricidad. En el mundo es una tecnología ampliamente utilizada, en Colombia su aplicación se hace en pequeña escala y con poca tecnología, en complejos azucareros y en el sector panelero. Otra opción consiste en quemar parte de biomasa con parte de combustibles fósiles (co-combustión) pero se limita a utilizarse en áreas donde existan plantas de carbón.

*Biocombustibles:* Los biocombustibles líquidos son combustibles para transporte (principalmente biodiesel y bioetanol) procesados de cosechas agrícolas y otras plantaciones renovables. En menor escala, pero igualmente importantes, se encuentran biometanol y biocrudo o crudo de pirólisis.

## 6.2. RESULTADOS Y ANÁLISIS

### 6.2.1. Proyectos de Digestión Anaerobia (Biogás)

- *Implementación de sistemas de generación de biogás y abono biológico mediante el tratamiento de los residuos producidos en una granja agroindustrial (porcina) localizada en las provincia de Veraguas República de Panamá*

Es un proyecto que se desarrolla en Panamá, con una inversión de € 39.000 y se encuentra en la siguiente fuente web:

<http://appext.sica.int/eepbiWEB/viewProject.jsf?projectId=92>.

El proyecto consiste en el diseño e implementación de un sistema de digestión anaerobia, con el uso de un biodigestor para el tratamiento de residuos generados por las actividades agroindustriales del sector porcino, específicamente en una granja de la Cooperativa Juan XIII, en la comunidad de San Pedro del Espino, Distrito de Santiago, provincia de Veraguas. Con el proyecto se espera que mejore la productividad en la granja ya que el residuo obtenido de la fermentación anaerobia, lodo digerido sirve como fertilizante orgánico, dejando a un lado el uso de pesticidas que van en detrimento de suelo y el ambiente.

Ilustración 9. Ganado Porcino y Biodigestor para el tratamiento de Residuos Generados por las Actividades Agroindustriales de la Granja.



**Fuente:** AEA. (2.008) Implementación de Sistemas de Generación de Biogás y Abono Biológico Mediante el Tratamiento de los Residuos Producidos en Una Granja Agroindustrial (Porcina) Localizada en las Provincia de Veraguas República de Panamá.

Disponible en: <http://appext.sica.int/eepbiWEB/viewProject.jsf?projectId=92>

Un parámetro fundamental a considerar en la implementación de biodigestores es el tipo de residuo orgánico que se utiliza como biomasa en éste. Este proyecto se basa en el aprovechamiento de los residuos producidos en una granja porcina, lo que permite que sea replicable en el Departamento de Nariño, si se tiene en cuenta que es muy común encontrar estos animales en las granjas y fincas de la región. Cabe resaltar, que los biodigestores se pueden implementar a diferentes escalas, por lo que también es posible diseñar proyectos para pequeños productores, que posean una baja cantidad de cerdos, para proveer de gas que se puede usar para calefacción, para estufas, o para alguna otra aplicación particular. Además, otro resultado de este proyecto es la producción de bioabono que puede ser

utilizado en otras actividades productivas; no se debe dejar de lado el impacto ambiental que se consigue haciendo uso de los biodigestores para el manejo de los desperdicios porcinos, que se constituyen como una de las principales fuentes de contaminación.

- *Generación de electricidad y abono orgánico a partir de la digestión anaeróbica de las excretas de varias lecherías*

Es un proyecto que se desarrolla en Costa Rica, con una inversión de € 60.000 y se encuentra en la siguiente fuente web:

<http://appext.sica.int/eepbiWEB/viewProject.jsf?projectId=220>.

El proyecto consiste en el diseño, construcción y operación de 4 biodigestores para la generación de 127 m<sup>3</sup> de biogás en 4 fincas ganaderas.

Ilustración 10. Ganado Vacuno y Biodigestor Usado para la Obtención de Biogás.



**Fuente:** AEA. (2.011) Generación de electricidad y abono orgánico a partir de la digestión anaeróbica de las excretas de varias lecherías.

Disponible en: <http://appext.sica.int/eepbiWEB/viewProject.jsf?projectId=220>.

Son dos motivos por los que se incluye este proyecto en el presente documento, el primero es mostrar una fuente diferente de biomasa, que para el caso corresponde a las excretas de ganado bovino. Este es un aspecto importante si se tiene en cuenta que hay regiones que basan su economía en el sector lechero, por lo que existe potencial para la implementación de proyectos de este tipo que podrían no solo beneficiar a las fincas lecheras, sino también a residencias aledañas, dependiendo esto de la cantidad de animales.

Cabe resaltar, que algunas de estas regiones están ubicadas a una altura sobre el nivel del mar considerable, teniendo como consecuencia, bajas temperaturas que según la teoría no son las apropiadas para la implementación de biodigestores. En este aspecto, es importante destacar el Proyecto de Biogás en Areas Rurales de Bolivia (Tecnologías en desarrollo, 2.006), que trata sobre el montaje de biodigestores a una altura de 4.000 m.s.n.m. con temperaturas por debajo de los 10 °C, lo que demuestra es posible el desarrollo de este tipo de proyectos, considerando claro está, aspectos técnicos adicionales para su buen desempeño. El segundo motivo, es destacar un uso diferente que se le puede dar al biogás producido, el cual consiste en la generación de energía eléctrica a partir de la



implementación adicional de un motor generador; la decisión de qué hacer con el biogás resultante depende entonces de la necesidad que demande el beneficiario del proyecto.

- *Generación de energía eléctrica y bioabono utilizando los desechos producidos en la matanza de aves de la Planta de Proceso de Avícola Campestre S.A. de C.V. y excretas de ganado bovino de Agropecuaria La Laguna*

Es un proyecto que se desarrolla en El Salvador, con una inversión de € 55.000 y se encuentra en la siguiente fuente web:

<http://appext.sica.int/eepbiWEB/viewProject.jsf?projectId=275>.

El proyecto consiste en la generación de energía eléctrica y bioabono utilizando los desechos producidos en la matanza de aves de la Planta de Proceso de Avícola Campestre S.A. de C.V. y excretas de ganado bovino de Agropecuaria La Laguna.

Ilustración 11. Línea de Extracción de Biogás y Tubería para su Distribución.



**Fuente:** AEA. (2.013) Generación de energía eléctrica y bioabono utilizando los desechos producidos en la matanza de aves de la Planta de Proceso de Avícola Campestre S.A. de C.V. y excretas de ganado bovino de Agropecuaria La Laguna.

Disponible en: <http://appext.sica.int/eepbiWEB/viewProject.jsf?projectId=275>.

Un criterio teórico para el manejo de los biodigestores es el que especifica el uso de un solo tipo de desecho orgánico para la carga del mismo. Este proyecto es interesante ya que presenta un biodigestor que hace uso conjuntamente de dos tipos de desechos diferentes, las excretas bovinas y los residuos resultantes de la matanza de aves. Aunque la implementación de un proyecto con estas características requiera de una o más investigaciones precedentes, es importante destacar este antecedente que demuestra la funcionalidad de un biodigestor con esta particular característica, dejando abierta la posibilidad de combinar no solo estos dos tipos de desechos, sino también otros diferentes.

- *Planta autosustentable de tratamiento anaeróbico en el río Acelhuate, con generación de biogás, electricidad y abono orgánico*

Es un proyecto que se desarrolla en El Salvador, con una inversión de € 100.000 y se encuentra en la siguiente fuente web:

<http://appext.sica.int/eepbiWEB/viewProject.jsf?projectId=327>.

El proyecto consiste en determinar la viabilidad para construir una planta autosostenible de tratamiento anaeróbico en el Río Acelhuate, con generación de biogás, electricidad y abono orgánico.

A pesar de que este es un proyecto de viabilidad, se lo tiene en cuenta porque el abordar una solución para el tratamiento de aguas de un río genera además otros resultados de similar importancia, como es la generación eléctrica y la producción de abono orgánico. Como se evidencia con este proyecto, la posibilidad de convertir las desventajas de los desechos orgánicos en ventajas como consecuencia del proceso de digestión anaerobia, no solo se aplica a las excretas de los animales, sino también a otros tipos de biomasa, tales como desechos en los ríos, desechos de frutas y de otros productos agrícolas. La aplicación de este concepto en proyectos de biomasa se puede extender en todo el Departamento.

- *Estudio de pre-factibilidad para el aprovechamiento del biogás generado en el relleno sanitario "Don Juanito", municipio de Villavicencio, Colombia*

Es un proyecto que se desarrolla en Colombia, con una inversión de \$ 358.677 y se encuentra en la siguiente fuente web:

<http://www.bioagricoladellano.com.co/website/documentos/ANEXO%207%20Prefactibilidad%20Don%20Juanito%20%28DOC%20NO%20ACTUALIZADO%20SEGUN%20NUEVA%20CAPACIDAD%20TECNICA%20DEL%20R.S..pdf>

Este estudio forma parte integral del proyecto "Construcción de capacidad para conformar un portafolio de proyectos MDL de recuperación de metano en rellenos sanitarios" que el MADVT, a través de su GMCC está llevando a cabo con el fin de evaluar y consolidar un portafolio nacional de proyectos MDL relacionados con la disposición final de residuos sólidos, en particular los de recuperación de metano en rellenos sanitarios.

El tratamiento de las basuras es un problema generalizado en todas las regiones donde el ser humano habita, del buen manejo que se haga de los desechos que estos producen depende la sostenibilidad del medio ambiente, de manera que siga siendo habitable no solo para el hombre sino también propicio para la flora y la fauna. Con este objetivo, se han realizado investigaciones y proyectos encaminados a la organización y manejo adecuado de las basuras, obteniendo como uno de los resultados la producción de biogás en los rellenos sanitarios; el aprovechamiento de éste se define por las necesidades propias de la región donde el proyecto se implemente.

### 6.2.2. Proyectos de Combustión

- *Bio-energía en General Deheza. Generación eléctrica a partir de cáscara de maní y cáscara de girasol*

Es un proyecto que se desarrolla en Argentina, con una inversión de \$ 7.000.000 y se encuentra en la siguiente fuente web:



[http://www.bcba.sba.com.ar/downloads/proyectos\\_argentinos/08\\_Generacion\\_electrica\\_a\\_partir\\_de\\_cascara\\_de\\_mani\\_y\\_cascara\\_de\\_girasol.pdf](http://www.bcba.sba.com.ar/downloads/proyectos_argentinos/08_Generacion_electrica_a_partir_de_cascara_de_mani_y_cascara_de_girasol.pdf).

El proyecto consiste en instalar generación eléctrica dentro de la planta de Aceitera General Deheza. La planta de bio energía usará tecnología de combustión directa en una caldera. Se utilizarán residuos de biomasa para generación de energía, principalmente cáscara de maní y cáscara de girasol. La capacidad instalada del proyecto será de 10 MW.

Este proyecto presenta otra alternativa de generación eléctrica utilizando la combustión de materia orgánica desperdicio de otros procesos productivos. A pesar de que la materia prima que en este proyecto se menciona no corresponde a productos que se den en la región, es posible encontrar materiales sustitos enfocandose en los desechos de los procesos productivos que se realizan en el Departamento, como por ejemplo el café; la importancia entonces es demostrar que estos desechos pueden ser de utilidad manejandolos adecuadamente.

- *Producción de briquetas a partir del procesamiento de biomasa para ser utilizado como sustituto de leña*

Es un proyecto que se desarrolla en El Salvador, con una inversión de € 19.230 y se encuentra en la siguiente fuente web:

<http://appext.sica.int/eepbiWEB/viewProject.jsf?projectId=326>.

El proyecto consiste en Fabricar el equipo necesario para la producción de briquetas generadoras de calor, a partir de biomasa, a partir de papel, cartón y aserrín provenientes de los desechos.

Ilustración 12. Equipo necesario para la Producción de Briquetas Generadoras de Calor.



**Fuente:** AEA. (2.011) Producción de briquetas a partir del procesamiento de biomasa para ser utilizada como sustituto de leña.

Disponible en: <http://appext.sica.int/eepbiWEB/viewProject.jsf?projectId=326>.

Este proyecto resalta una aplicación importante en la producción de briquetas a partir de biomasa, demostrando la posibilidad de utilizar los desechos orgánicos con un tratamiento adecuado, como fuente generadora de productos que pueden ser comercializados para aportar a los ingresos económicos de los pequeños productores. Como se menciona en Estudio de factibilidad e instalación de equipos para la producción de pellets de la pulpa de café (AEA, 2.009), es posible obtener estos productos con el desecho del beneficio del café, tomando este como un ejemplo particular que se puede extender a otros sectores productivos de la región.

- *Uso Racional y Sostenible de leña en el bosque del Valle de Amaratéca, mediante la diseminación de fogones ahorradores de leña*

Es un proyecto que se desarrolla en Honduras, con una inversión de € 61.600, beneficia a 720 familias y se encuentra en la siguiente fuente web:

<http://appext.sica.int/eepbiWEB/viewProject.jsf?projectId=63>.

El proyecto consiste en diseminar 720 eco-estufas Justa que vendrán a mejorar la calidad de vida en el Valle de Támara y Amaratéca, municipio del Distrito Central, Departamento de Francisco Morazán, Honduras, C.A.

Ilustración 13. Beneficiarios del proyecto eco-estufas Justa, utilizando fogón ahorrador de leña.



**Fuente:** AEA. (2.005) Uso Racional y Sostenible de leña en el bosque del Valle de Amarateca, mediante la disseminación de fogones ahorradores de leña.

Disponible en: <http://appext.sica.int/eepbiWEB/viewProject.jsf?projectId=63>.

A pesar de que este tipo de proyectos no elimina el uso de madera en las actividades propias del hogar, específicamente en las estufas, si mejora la eficiencia disminuyendo significativamente la materia prima utilizada para este efecto. Es importante resaltar, que la ideología y costumbres de los pobladores rurales impiden una sustitución total de este tipo de fuente por alguna otra de las renovables mencionadas con anterioridad, de ahí que exista la necesidad de realizar proyectos de transición como este; como aporte adicional, es posible modificar la materia prima utilizada en estas cocinas sustituyendo la madera por briquetas, como las mencionadas en el proyecto anterior.

- *Soplete de biomasa para cocción de cerámica, diseñado por ceramistas por la paz*

Es un proyecto que se desarrolla en Nicaragua, con una inversión de € 17.143 y se encuentra en la siguiente fuente web:

<http://appext.sica.int/eepbiWEB/viewProject.jsf?projectId=88>.

El proyecto consiste en la instalación y puesta en marcha de 50 sopletes de biomasa en el mismo número de microempresas de cerámica, la cual se ubica en el conglomerado del municipio de San Juan de Oriente, Departamento de Masaya.

Ilustración 14. Soplete de biomasa y cerámicas obtenidas tras su uso.



**Fuente:** AEA. (2.009) Soplete de biomasa para cocción de cerámica, diseñado por ceramistas por la paz. Disponible en: <http://appext.sica.int/eepbiWEB/viewProject.jsf?projectId=88>.

Lo que se pretende mostrar con este proyecto es la diversidad de procesos productivos sobre los cuales se pueden lograr mejoras con la utilización de biomasa, en este caso beneficiando al sector de ceramistas, sin que esto signifique que no se puedan beneficiar otros sectores como por ejemplo el de las ladrilleras, y en general aquellos donde se necesite manejar procesos térmicos de altas temperaturas.

### 6.2.3. Proyectos de Biocombustibles

- *Producción de biocombustibles provenientes de microalgas*

Es un proyecto que se desarrolla en Costa Rica, con una inversión de € 59.210 y se encuentra en la siguiente fuente web:

<http://appext.sica.int/eepbiWEB/viewProject.jsf?projectId=9>.

El proyecto consiste en la investigación y capacitación en la producción de biocombustibles provenientes de microalgas. Para llevar a cabo este proyecto se debe aumentar el conocimiento en procesos de producción y extracción de aceite de microalgas para respaldar la implementación de su cultivo en Costa Rica.

Ilustración 15. Sitios de muestreo de microalgas.



Ilustración 16. Comparación de las microalgas en distintas etapas de crecimiento.

**Fuente:** AEA. (2.007) Producción de biocombustibles provenientes de microalgas. Disponible en: <http://appext.sica.int/eepbiWEB/viewProject.jsf?projectId=9>.

Los tipos de biomasa son tan diversos como las aplicaciones de la misma, y este proyecto es evidencia de esto. Como fuente alternativa a los combustibles fósiles surgen los biocombustibles y este proyecto destaca la posibilidad de obtenerlos a partir de una fuente poco común como son las microalgas. A pesar de que aún es necesario realizar investigaciones en este tema, la posibilidad de obtener esta clase de combustibles de fuentes tan diversas, permiten incluir proyectos de este tipo en los planes de desarrollo regional.

- *Planta industrial de producción de biodiesel partiendo de los aceites vegetales*

Es un proyecto que se desarrolla en Guatemala, con una inversión de € 100.000 y se encuentra en la siguiente fuente web:

<http://appext.sica.int/eepbiWEB/viewProject.jsf?projectId=42>.

El proyecto consiste en el diseño y establecimiento de una planta a partir de los aceites vegetales de las semillas oleaginosas o utilizando aceites usados, que produzca inicialmente 227.100 litros al mes.

Ilustración 17. Instalaciones Planta Industrial de Biodiesel



**Fuente:** AEA. (2.006) Planta Industrial de Producción de Biodiesel partiendo de los Aceites Vegetales. Disponible en: <http://appext.sica.int/eepbiWEB/viewProject.jsf?projectId=42>.

Al incluir este proyecto, se muestra la producción de biocombustibles como una alternativa de negocio, si se tiene en cuenta que en diferentes regiones de América Central se están implementando proyectos enfocados a la siembra de la planta *Jatropha Curcas* para el uso exclusivo de producción de biocombustibles. Sería necesario entonces, realizar estudios para determinar la viabilidad de sembrar dicha planta en la región u otra sustitutiva de esta.

- *Diseño e Implementación de un sistema de producción de ethanol, utilizando los desechos de la producción de productos lácteos*

Es un proyecto que se desarrolla en Panamá, con una inversión de € 60.000 y se encuentra en la siguiente fuente web:

<http://appext.sica.int/eepbiWEB/viewProject.jsf?projectId=100>.

El proyecto consiste en diseñar y construir un reactor para producir ethanol de los desechos de la producción de productos lácteos.

Ilustración 18. Construcción de Bio-reactor para producir etanol utilizando los desechos de la producción de productos lácteos.





**Fuente:** AEA. (2.011) Diseño e Implementación de un sistema de producción de ethanol, utilizando los desechos de la producción de productos lácteos. Disponible en:  
<http://appext.sica.int/eepbiWEB/viewProject.jsf?projectId=100>.

Este proyecto es interesante porque presenta un posible uso que se le puede dar a los desechos de producción lácteos, para que en lugar de ser un agente contaminante del medio ambiente se constituyan como una fuente de producción de biocombustibles, aportando para la conservación así como para la economía de la región; como se ha mencionado anteriormente, este tipo de proyectos se pueden implementar en el Departamento teniendo en cuenta que el sector lechero, es la actividad primaria en diferentes municipios.

## 7. ENERGÍA GEOTÉRMICA

### 7.1. MARCO CONCEPTUAL

Geotermia significa "Calor de la Tierra". Por cada 100 metros bajo la superficie de la tierra la temperatura se incrementa cerca de 3 grados centígrados. El agua algunas veces hace su recorrido cerca de rocas calientes que se encuentran muy por debajo de la superficie y retorna en forma de agua caliente a temperaturas de más de 148°C (agua termal) o en forma de vapor.

La extracción y transformación del agua caliente o el vapor de los yacimientos geotérmicos para generar energía eléctrica en superficie implica la aplicación de tecnología avanzada. Pero existe otra forma de aprovechar esta energía a la cual se le conoce como usos directos.

*Generación eléctrica:* De acuerdo con las características de producción del campo geotérmico, se puede seleccionar tanto el tamaño como el ciclo térmico de la planta de generación. El ciclo térmico se selecciona de acuerdo con las características del fluido, pero también tomando en consideración las condiciones económicas del proyecto. En general, se tienen tres ciclos para la producción de energía eléctrica: ciclo con unidades de contrapresión; ciclo con unidades de condensación; ciclo binario.

*Usos directos:* Comúnmente el agua caliente que proviene de estos yacimientos se utiliza en piscinas termales con fines recreativos. Otros usos directos de naturaleza residencial incluyen calentar invernaderos para las plantas y a nivel industrial incluyen calefacción, procesamiento de alimentos, lavado y secado de lana, fermentación, industria papelera, producción de ácido sulfúrico, manufactura de cemento, etc.

### 7.2. RESULTADOS Y ANÁLISIS

- *Producción de frutas y vegetales secos con energía geotérmica*

Es un proyecto que se desarrolla en Guatemala, con una inversión de € 102.650 y se encuentra en la siguiente fuente web:

<http://appext.sica.int/eepbiWEB/viewProject.jsf?projectId=39>.

El proyecto consiste en establecer una planta agro-industrial de deshidratación de frutas y verduras por medio de un sistema de utilización de energía geotérmica. El proyecto pretende darle un impulso a un sistema ya probado y que ha funcionado por más de 7 años en forma artesanal, para así convertir una planta modelo en una planta pequeña con la capacidad de cumplir requisitos de producción mayores. Esto le dará el impulso necesario para poder suplir demandas, tanto locales como internacionales.



Ilustración 19. Producción de Frutas y Vegetales Secos con Energía Geotérmica.



**Fuente:** AEA. (2.007) Producción de Frutas y Vegetales Secos con Energía Geotérmica. Disponible en: <http://appext.sica.int/eepbiWEB/viewProject.jsf?projectId=39>.

Este proyecto demuestra que es posible utilizar energía geotérmica en proyectos de pequeña escala, no solo en grandes plantas geotérmicas, de manera que puedan proporcionar otra alternativa diferente de energía, en casos donde los otros tipos sean de difícil implementación o sean poco viables. La aplicación que este trata es llamativa si se tiene en cuenta que Nariño es un Departamento cuya economía se basa en gran parte, en el sector agrícola.

- *Utilización de energía geotérmica en el proceso de producción de biodiesel*

Es un proyecto que se desarrolla en Guatemala, con una inversión de € 118.000 y se encuentra en la siguiente fuente web:

<http://appext.sica.int/eepbiWEB/viewProject.jsf?projectId=45>.

El proyecto consiste en crear una infraestructura básica para la producción y utilización de energía renovable proveniente de la geotermia para el precalentamiento de aceites vegetales en el proceso de producción de Biodiesel.

Ilustración 20. Infraestructura utilizada para la producción y utilización de energía geotérmica en el proceso de producción de biodiesel.



**Fuente:** AEA. (2.007) Utilización de energía geotérmica en el proceso de producción de biodiesel. Disponible en: <http://appext.sica.int/eepbiWEB/viewProject.jsf?projectId=45>.

Este proyecto muestra la integración de dos tipos diferentes de energías renovables, de manera que el proceso de obtención de biocombustibles se realice a partir del uso de

energía geotérmica. Cabe resaltar, que las aplicaciones en las que se puede utilizar la energía geotérmica pueden extenderse a otros campos productivos, según las necesidades lo requieran, siempre y cuando las condiciones sean propicias.

- *Generación eléctrica por medio del sistema binario utilizando geotermia*

Es un proyecto que se desarrolla en Guatemala, con una inversión de € 10.000 y se encuentra en la siguiente fuente web:

<http://appext.sica.int/eepbiWEB/viewProject.jsf?projectId=185>.

El proyecto consiste en elaborar un estudio de Factibilidad el cual sirva de base para la Generación Eléctrica. Este estudio incluirá los usos secundarios del agua, vapor y temperatura en otras industrias y actividades económicas así como la reinyección final del agua al subsuelo.

Este proyecto se incluye para no dejar de lado, la generación eléctrica a partir de la geotermia, aunque se debe recalcar que estos proyectos involucran una inversión considerable además de unas condiciones geológicas muy específicas. Lo que se pretende es mostrar proyectos que puedan servir como guía para plantear estudios referentes al aprovechamiento de este tipo de energía.

## 8. CONCLUSIONES

Como consecuencia del cambio climático y con el objetivo de disminuir los gases de efecto invernadero, se impulsa el desarrollo de proyectos acordes con el mecanismo de desarrollo limpio. Es por lo anterior, que los países de América Latina se benefician con las inversiones encaminadas a la ejecución de proyectos de energías limpias o renovables, lo que se evidencia en la base de datos adjunta a este documento, donde es posible encontrar algunos de los proyectos desarrollados en diferentes disciplinas, pero siempre orientados a la solución de problemas energéticos o productivos con especial énfasis en la conservación del medio ambiente.

A pesar de que se requieren realizar estudios técnicos detallados para determinar y caracterizar las condiciones climáticas, el Departamento de Nariño demuestra potencial para el desarrollo de proyectos de energías renovables, favoreciendo estos tanto a la solución de problemas ambientales, como el manejo de desechos orgánicos, problemas productivos, mejorando las condiciones de las fincas y granjas, problemas económicos, mejorando los ingresos de los pobladores, y problemas de aislamiento, propiciando el desarrollo energético a pesar de no ser parte de la red interconectada.

Por otro lado, los proyectos que se incluyen en este documento muestran un buen número de alternativas para la aplicación de los diferentes tipos de energías renovables no convencionales, esto con el fin de proporcionar una perspectiva acerca de cómo aprovechar eficientemente los recursos naturales, propios del Departamento, así como la posibilidad de conseguir inversiones para el desarrollo de estos. Cabe resaltar, que las ideas plasmadas en los proyectos aquí analizados, son una ruta a seguir para permitir el desarrollo y bienestar de la región, con el compromiso de innovar, mejorando las ideas ya existentes y concibiendo nuevas ideas, que además de aportar a la región, puedan ser acogidas más allá del Departamento.

## 9. REFERENCIAS

- AEA. (2009). *Alianza en energía y ambiente con centroamérica (AEA)*. Recuperado el 18 de Mayo de 2013, de Alianza en energía y ambiente con centroamérica (AEA): <http://appext.sica.int/eeppiWEB/viewProject.jsf?projectId=27>
- Departamento Nacional de Planeación. (2011). *Bases del plan nacional de desarrollo 2010 - 2014: Prosperidad para todos*. Bogotá D.C.: Departamento Nacional de Planeación.
- FOMIN & BNEF. (2012). *Climascope 2012*. FOMIN & BNEF.
- Gobernación de Nariño. (2012). *Plan de desarrollo departamental 2012 - 2015: Nariño mejor*. San Juan de Pasto: Gobernación de Nariño.
- Tecnologías en desarrollo. (2006). *Rural Costa Rica*. Recuperado el 15 de Abril de 2013, de Rural Costa Rica: <http://www.ruralcostarica.com/biogas-bolivia.asp>
- Universidad de Nariño. (27 de Mayo de 2013). *PERS Nariño. Plan de energización rural sostenible*. Recuperado el 25 de Junio de 2013, de PERS Nariño. Plan de energización rural sostenible: <http://pers.udenar.edu.co/>
- UPME & CORPOEMA. (2010). *Formulación de un plan de desarrollo para las fuentes no convencionales de energía en Colombia (PDFNCE). Volúmen 2 - Diagnóstico de la FNCE en Colombia*. Bogotá D.C.: UPME & CORPOEMA.
- UPME. (2010). *Energías renovables: Descripción, tecnologías y usos finales*. Bogotá D.C.: UPME.

**Plan de Energización Rural Sostenible  
para el Departamento de Nariño  
(PERS-NARIÑO)**

**Convenio Interinstitucional 110 de 2012**

**Universidad de Nariño**

José Edmundo Calvache  
RECTOR

Andrés Pantoja  
COORDINADOR TÉCNICO PERS

Darío Fajardo  
COORDINADOR ADMINISTRATIVO PERS

**Unidad de Planeación Minero  
Energética (UPME)**

Ángela Cadena  
DIRECTORA GENERAL

Olga Leandra Rey  
COORDINADORA TÉCNICA PERS

Brenda Roncancio  
COORDINADORA ADMINISTRATIVA PERS

**USAID, Programa de Energías Limpias  
para Colombia (CCEP)**

José Eddy Torres  
DIRECTOR GENERAL  
COORDINADOR TÉCNICO PERS

Catalina Álvarez  
SUBDIRECTORA  
COORDINADORA ADMINISTRATIVA PERS

**Instituto de Planificación y Promoción  
de Soluciones Energéticas para las  
Zonas no Interconectadas (IPSE)**

Carlos Neira  
DIRECTOR

Jairo Quintero  
COORDINADOR TÉCNICO PERS