

Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente  
Dirección General de Energía



**“Proyecto Elaboración de la Política Energética y Plan  
Energetico Nacional al 2030”**

**“Consultoria Para La Actualización del Diagnostico de  
Biomasa”**

**Informe Final**

Presentado por:

Sixto Humberto Agüero Starkman

Tegucigalpa, M.D.C. Honduras, C. A.

15 de Diciembre de 2009

## **AUTORIDADES**

### **Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente**

**Dr. Ing. Valerio Gutiérrez López**  
Secretario de Estado

**Ing. Mauricio Reconco**  
Subsecretario de Recursos Naturales y Energía

**Ing. Francisco Rafael Rivas**  
Director General de Energía

## **COORDINADOR**

**Dr. Ing. Wilfredo César Flores Castro**  
Especialista Energético

## **PERSONAL DE APOYO**

**Ing. Osly Roberto Rodas**                      Especialista Energético

**Ing. Wilmer Henríquez**                      Especialista Energético

## Introducción

El presente documento contiene los trabajos de investigación para el diagnóstico sectorial denominado “**Actualización del Diagnostico Biomasa de Honduras**”.

Se ha tratado de cubrir todos los sectores que están relacionados con la generación de la biomasa del país y que utilizan sus desechos o subproductos con o sin fines energéticos (térmicos, químicos y/o eléctricos); ya sea en sistemas de cogeneración mediante la producción de vapor/electricidad en turbinas, la extracción de su energía térmica mediante procesos de combustión externa y la obtención de metano a partir de biodigestores. Entre estos usuarios podemos destacar los siguientes desechos: caña de azúcar, palma africana, forestales, café, arroz, biogás proveniente del estiércol de ganado, procesos industriales, desechos municipales y agrícolas.

La información se ha obtenido de referencia por medio de fuentes oficiales secundarias pero la mayoría de la información recopilada ha sido tomada por medio de visitas y entrevistas directas a los usuarios involucrados en los diferentes sectores con el fin de obtener un documento de diagnóstico actualizado y representativo. Este documento es una revisión, actualización y ampliación de resultados a los documentos originales elaborados en el año 2005 y 2007 respectivamente.

Las condiciones externas como la variación inestable de los precios de los combustibles fósiles, han propiciado para despertar el interés nuevamente en los combustibles biomásicos a nivel mundial. Varios cambios deben ser incorporados con el objetivo de eficientar el potencial biomásico de Honduras, sin embargo hay condiciones internas favorables para la adopción de tecnologías limpias en este momento para Honduras, esperamos este documento tenga el resultado esperado para dicho fin. Se estima que hay un potencial teórico de generación de energía eléctrica a partir de desechos biomásicos de 362.3 MWe disponibles a la fecha de realización de esta investigación.

## ÍNDICE

<b>Tema</b>	<b>Página</b>
Acrónimos	05
Bagazo de Caña	06
Palma Africana	11
Desechos Forestales	17
Café	25
Arroz	31
Biogás a Partir de Estiércol	34
Biogás a Partir de Desechos Sólidos	38
Etanol a Partir de Desechos Agrícolas de Maíz	44
Referencias	46
Problemas Principales para Aprovechamiento de Residuos y Sus Objetivos Específicos.	47
Líneas Estratégicas y Acciones a Corto, Mediano y Largo Plazo	48
Mapas de Oferta y Demanda Desechos Biomasicos	50

### **Acrónimos Utilizados**

APAH= Asociación de Productores de Azúcar de Honduras

ENEE= Empresa Nacional de Energía Eléctrica

ICF= Instituto de Conservación Forestal.

IHCAFE= Instituto Hondureño del Café de Honduras.

Kwh= Kilowatt hora

Kwth= Kilowatt por calor o térmico generado

Mwe= Megawatt Eléctrico.

SAG= Secretaría de Agricultura y Ganadería de Honduras

SIN= Sistema Interconectado Nacional

SERNA= Secretaría de Recursos Naturales de Honduras.

USAID/MIRA= Proyecto para manejo Integrado de Recursos Ambientales.

## 1.0 Bagazo de caña

La producción nacional de azúcar es procesada en seis ingenios distribuidos en cuatro zonas: Norte (Ingenios Azunosa y Santa Matilde), Occidental (Ingenio Chumbagua), Sur (Ingenios La Grecia y Choluteca) y Oriental (Ingenio Tres Valles). En el cuadro No. 1 a continuación se muestra la evolución de la superficie cultivada con caña de azúcar en el periodo 2004-2008, demostrando una consistencia de inversión económica tendiente al alza del sector.

Evolución de la superficie cultivada con Caña de Azúcar

Año	Área Cultivada (Manzanas)	Bagazo Disponible (Ton)
2008	71,023.60	1,290,541.40
2007	63,497.46	1,241,421.22
2006	61,395.66	1,170,514.11
2005	60,764.84	1,145,426.69
2004	60,454.94	1,161,485.90



\* Fuente APAH 2009

El rendimiento promedio de las últimas cinco cosechas ha sido de 65.42 Toneladas de caña por manzana cosechada. El bagazo, residuo de la molienda de caña de azúcar, utilizable para la generación de vapor (térmica) y energía (eléctrica) constituye alrededor de 25% del volumen total de la materia prima utilizada, o sea hay un desecho promedio de 1, 201,877.86 toneladas bagazo / año.

## 1.1 Generación de energía eléctrica

Los ingenios poseen una capacidad autónoma de generación de energía, que abastece la demanda interna (energía térmica en forma de vapor y eléctrica por medio de

turbogeneradores) de los mismos, mediante la operación de sistemas de cogeneración que posibilitan la obtención de energía eléctrica producida en generadores acoplados a las turbinas movidas por el vapor de las calderas mediante el uso del bagazo como combustible residual.

La estacionalidad de la obtención de bagazo en los ingenios abarca alrededor de cuatro meses, coincidiendo con el lapso de la zafra. Actualmente cinco ingenios tienen firmado un contrato con la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE), para venderle al **Sistema Interconectado Nacional (SIN)** el excedente de la energía generada por ellos; sin embargo ha habido una excelente evolución donde se han incorporado al SIN cinco ingenios desde el 2003 y aumentando la capacidad de generación de **20,305 a 104,073 Mwh** durante el 2008, como puede observarse en el siguiente cuadro.

Comparativo Energía Entregada en el Sistema 2008 y 2003 [1]

2008 (MWh)													
Ingenio	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Suma
La Grecia	5,062	4,711	4,095	1,035	0	0	0	0	0	0	942	4,824	20,668
Cahsa	2,852	8,038	9,807	9,729	9,017								39,443
Azunosa	2,304	2,947	2,266	2,897	2,852	0	133	0	0	0	0	0	13,399
Tres Valles	3,711		3,063	4,293	3,732	3,246	1,146					2,170	22,261
Chumbagua	0	620	2,612	2,612	1,725	733	0	0	0	0	0	0	8,302
<b>Total</b>													<b>104,073</b>
2003 (MWh)													
Ingenio	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Suma
La Grecia	5,426	1,709	5,082	0	0	0	0	0	0	0	0	5,450	17,765
Aysa	49	216	781	363	627	614	0	0	0	0	0	0	2,540
<b>Total</b>													<b>20,305</b>

Fuente: Estadísticas ENEE 2008

Se estima que en el año 2010 la energía eléctrica entregada por los ingenios al SIN será mayor como resultado de la Licitación Pública Internacional **“Compra de Potencia y Su Energía Asociada Generada con Recursos Renovables”** y producto de varias modificaciones incorporadas en los equipos de algunos ingenios [2], como puede observarse en el siguiente cuadro.

Capacidad de generación instalada y Proyección de venta

Ingenio	Capacidad Instalada Al 2008 (MW)	Proyección Disponible para el SIN periodo 2009-2010 (MW)
Santa Matilde	26	12
Azunosa	20	7
Chumbagua	18	4.0
Tres Valles	12	9.0

La Grecia	21	10.0
Choluteca	3	0
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>42</b>

Fuente: Entrevista de campo a cada ingenio 11/11/2009 generando solo con Biomasa

## **1.2 Aspectos de Diagnóstico Relevantes del Sistema.**

### **1.2.1.- Aspectos Económicos**

El año 2008 represento un incremento significativo de siembra de caña en casi 9,000 manzanas sobre los promedios de los años anteriores a nivel nacional. Esto además incentivado por los altos precios históricos Internacionales del Azúcar (el más alto desde hace 28 años) que han favorecido a un clima de inversiones en el sector y desincentivando de alguna manera a la producción de Biocombustibles como el Etanol. En el año 2008, respecto al total de las fuentes de energía, la participación de la biomasa en el SIN constituyó, en concepto de capacidad instalada, 5.1 % teniendo un incremento del 20.7 de participación del sector desde el 2007 [3].

### **1.2.2.- Aspectos Técnicos**

En el sector azucarero existe un interesante potencial de desarrollo de generación eléctrica debido a su alta capacidad y centralización del recurso biomásico disponible, se estima una disponibilidad teórica de generar **163 MWe** y a la fecha puedo concluir que es el sector más organizado en lo que respecta la generacion de energia eléctrica en el País. La mayoría de los ingenios que han obtenido ingresos debidos a la venta por medio de un contrato de generacion con la ENEE han eficientado el consumo de vapor en sus plantas, llegando a niveles de consumo térmico de hasta **750 Lbs de vapor por Tonelada de caña procesada**, y consumos eléctricos en el orden de **32 Kwh/Toneladas de caña procesada**, permitiéndoles tener más disponibilidad de vapor para generar energia y menos consumo eléctrico en planta para poder vender los excedentes a la red. Ademas se cuenta recientemente con el apoyo técnico de programas de ahorro energético como son PESIC (Programa de Eficiencia Energética en El Sector Industrial y Comercial) y el CNP+L (Centro Nacional de Produccion Mas Limpia de Honduras); sin embargo se puede concluir que aun con estas iniciativas privadas no existe un programa formal de manejo de energia en cada Ingenio Azucarero actualmente y la gestión de ahorro de energia se centra en adquisición de



equipo eficiente de consumo de energia y algunas medidas energéticas aisladas sin contar con un programa específico con metas y evaluaciones periódicas.

#### 1.2.3.- Aspectos del Marco Legal Eléctrico y Ambientales

El actual marco legal eléctrico definido en “**La Ley de Promoción a la Generación de Energía Eléctrica con Recursos Renovables de Honduras**” Decreto No.70-2007 el cual favorece el uso de energías renovables al exceptuar de impuestos la venta, renta e introducción de equipos, así como al garantizar la compra de toda la energía eléctrica generada [4].

La intención de vender energía eléctrica a la ENEE agiliza el trámite de licenciamiento ambiental para los proyectos de cogeneración. La única deficiencia ambiental existente en Honduras es que al momento no se ha aprobado el “**Reglamento de Control de las Emisiones Generadas por Fuentes Fijas**” elaborado por un esfuerzo conjunto entre la USAID/MIRA (Manejo Integrado de Recursos Ambientales) y SERNA (Secretaría de Recursos Naturales de Honduras) [5], lo que ha permitido hasta el momento que la mayoría de las empresas emitan contaminantes sin control y no efficienten adecuadamente sus equipos de combustión.

La venta de Bonos de Carbono se encuentra organizada y existe suficiente información y experiencia en la SERNA, a disposición de las empresas interesadas en la comercialización de sus Certificados de Reducción de Emisiones (CER). Actualmente hay cuatro empresas biomásicas beneficiadas en el marco de este mecanismo.

#### 1.2.4.- Financiamiento

Podría decirse que existe una amplia facilidad de fuentes de financiamiento para proyectos de uso de energías renovables, tanto locales como internacionales, entre ellos, el Banco Centroamericano de Integración Económica, los Fondos GEF/PNUD y el Banco Mundial.

#### 1.2.5.- Actores Relevantes del sector

- i).- Asociación de Productores de Azúcar de Honduras (APAH).
- ii).- Secretaría de Recursos Naturales (SERNA).

- iii).- Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE).
- iv).- Congreso Nacional.
- v).- Centro Nacional de Produccion Mas Limpia de Honduras.
- vi).- Proyecto USAID/MIRA

### 1.3 Recomendaciones.

- 1.- A nivel de cada ingenio azucarero, crear un Comité Energetico que sea responsable de elaborar un plan de Manejo Energético y evaluar su desempeño y que tienda a mejorar sustancialmente la eficiencia en el uso de los diferentes recursos energéticos que afecten directa o indirectamente los costos de la planta como ser: el uso del agua, vapor, aire comprimido, electricidad, iluminación y ventilación.
- 2.- Instalar turbinas de vapor de circuito tipo “condensing”, para poder ampliar la generacion de energia a periodos fuera de la temporada de zafra. y generar energia todo el año con plantaciones forestales energéticas dedicadas o residuos biomasicos de otras industrias
- 3.- Introducir reformas como El Reglamento de Eficiencia Energetica en la ley del subsector eléctrico que posibiliten la implementación de normas de eficiencia energéticas
- 4.- Efectuar estudios de factibilidad de plantaciones forestales energéticas y/o estructurar contratos a mediano plazo de suministro de desechos biomasicos como ser los forestales o agrícolas para tener una operación prolongada fuera de tiempos de zafra. De preferencia estos desechos deben ser compactados, deshidratados y peletizados en el sitio para optimizar el costo de flete.
- 5.- Que haya un Organismo Nacional que lidere todas las iniciativas energéticas de los sectores Públicos y Privados, que sea responsable de coordinar las actividades de ejecutar la Política Energética del País.
- 6.- Agilizar la aprobación de los Reglamentos de Emision de Fuentes Fijas y Desechos Sólidos elaborados por la SERNA / USAID-MIRA

## **2.0 Residuos de Palma Africana**

El cultivo de la palma aceitera es uno de los de mayor crecimiento en el país. Este cultivo es la fuente principal del aceite que se consume en el mercado nacional, y en los últimos años, ha adquirido también importancia como producto de exportación, para el caso, en el año 2007, se comercializó en el mercado internacional la cantidad de 149.0 mil toneladas métricas de aceite, con un valor de 110.5 millones de dólares [6].

Las explotaciones que cultivan palma se encuentran principalmente en la zona norte del país y su número es de 2,097, las que cuentan con un área de 106,670 hectáreas, las cuales produjeron en el período 2007 – 2008 la cantidad de 1.43 millones de toneladas métricas de fruta que son procesadas en 11 plantas extractoras [7] localizadas principalmente en el litoral atlántico. Ellas son las siguientes:

### Plantas Extractoras de Honduras

<b>Planta</b>
Exportadora del Atlántico/ Aguán
Exportadora del Atlántico /Leán
Agropalma
Aceidesa
Salamá
Coapalma
Caicesa
Hondupalma
Indisa
San Alejo
Palcasa

Fuente: Entrevista a procesadores de palma Nov/2009

Los residuos biomásicos generados del racimo de la palma africana en la industria aceitera son los siguientes:

- i).- Cascarilla y Fibra provenientes del pericarpio de la fruta.
- ii).- Raquiz proveniente del racimo vacío de la fruta.

Se estima de acuerdo a la producción del 2008; que se generaron residuos de alrededor de **600,600 toneladas métricas de biomasa con fines energéticos** generados por la industria de aceite de palma [7] que podrían ser usados en la alimentación de las calderas. No obstante de ello, actualmente se utilizan solo alrededor de **271,700 Tm equivalentes a un 45%** del total de la biomasa disponible y

correspondientes a la cascarilla y la fibra, no siendo utilizado el racimo vacío de la fruta (Raquiz) principalmente por tres razones: por su alto contenido de humedad, alto contenido de minerales (que favorecen a la incrustación en las superficies de transferencia de calor de la caldera) y la deficiencia de diseño de las calderas para su procesamiento eficiente en términos de combustión.

En el subsiguiente cuadro se pueden observar los resultados de un análisis energético típico de los residuos de palma.

Características de residuos de Palma

Parámetro	Cáscara	Fibra	Raquiz
Porcentaje de Desecho a partir de la Bellota (%)	5	12	22
Humedad (%)	20.70	35.76	53.10
Carbón (%)	43.39	34.54	22.76
Hidrógeno (%)	4.4	3.87	2.56
Poder calorífico (BTU/lb.)	7,405	6,005	3,821
Ceniza (%)	2.09	2.85	4.08
Volátiles (%)	61.50	50.06	34.45

Fuente: Laboratorios HAZEN RESEARCH (muestras provenientes de Exportadora Aguán)

## 2.1 Generación de energía eléctrica por medio de Sistemas de Cogeneración Biomásica

De acuerdo a estimaciones preliminares correspondientes a los valores de producción de fruta del año 2008, existe un potencial teórico de cogeneración de **307,317 Mwh / ano (61.46 MWe)**.

En esta industria aceitera, todas las plantas de procesamiento poseen capacidad de generación de energía eléctrica y térmica por cogeneración, usando el vapor de las calderas, abasteciendo así la demanda eléctrica y térmica de la industria. La estacionalidad de la generación de residuos de biomasa en esta industria prácticamente abarca los doce meses del año, presentándose picos máximos de producción en los meses de septiembre, octubre y noviembre. Hasta la fecha de la actualización de este diagnóstico, solo dos plantas han mantenido sus respectivos contratos con la ENEE desde el año 2001, para venderle el excedente de energía al

SIN mediante la cogeneración de biomasa exclusivamente, no obstante lo cual no se registro venta alguna desde el año 2005 de acuerdo a fuentes estadísticas de la ENEE (fecha de inicio de la Ley de Incentivo a La Generacion de Energías Renovables)

## 2.2 Generación de energía eléctrica por medio de Sistemas de Captura de Metano en Lagunas de Oxidación de Efluentes del Proceso de Palma Africana.

Se estima que actualmente se generan unos **28.6 Millones de metros cúbicos de metano**, que son liberados en su mayoría a la atmosfera producto de la descomposición aeróbica en las lagunas de oxidación de la materia orgánica proveniente de los efluentes del proceso de extracción de aceite. Esto representa un potencial de generacion de energia eléctrica de **47,759 Mwh (9.5 Mw<sub>e</sub>)** y un adicional de recuperación calorífica **21.26 MW<sub>th</sub>** al utilizar sistemas de recuperación de calor en los gases de escape. Actualmente solo se genera una cantidad de 1.0 MWe en el proyecto Ecoplasa (operado con motores de combustión interna Jenbacher) y se espera que se incorporen al sistema en el año 2009 aproximadamente 2.0 Mw proveniente de los proyectos de las Plantas San Alejo y Hondupalma.

## 2.3 Aspectos de Diagnóstico Relevantes del Sistema.

### 2.3.1.- Económicos

El creciente aumento de la superficie implantada con palma africana en los últimos años revela la importancia de esta actividad económica. Actualmente, los precios internacionales se encuentran en un nivel más elevado respecto a años anteriores y, para los próximos años, se proyecta una adecuada estabilidad de estos en el mercado internacional.

### 2.3.2.- Técnicos

#### Generacion de Energia a Partir de Biomasa

Desde el punto de vista energético, todas las industrias ubicadas en las plantas de procesamiento de palma operan con calderas de baja eficiencia para generación de energia térmica y eléctrica; debido a las bajas presiones de generacion de vapor y las pobres eficiencias de transferencia de calor en las calderas. El consumo interno de

vapor y eléctrico de los equipos auxiliares para el procesamiento de la fruta es muy alto, reduciendo la generación de vapor excedente para conversión extra en energía eléctrica y tener la disponibilidad de vender en la red del SIN. Todas las plantas carecen de un programa de uso y ahorro eficiente de la energía, lo que se manifiesta, en síntesis, en los siguientes aspectos:

- i).- Generación de vapor a bajas presiones, sin precalentadores de aire o economizadores de agua.
  - ii).- Sistemas de Combustión de baja eficiencia a base de parrillas fijas, sin controles automáticos de combustión por demanda.
  - iii).- No cuentan con un plan sistemático de análisis y reducción de consumo energético.
  - iv).- No optimizan la utilización de todos los desechos biomásicos del proceso.
- Esto incide sustancialmente en la disminución del vapor disponible para el proceso de la generación de energía eléctrica.

Ya hay calderas biomásicas en proyectos fuera de las plantas de procesamiento de palma africana, para la utilización del Raquíz como combustible (desecho que no es utilizado actualmente en las plantas de palma debido a su alta capacidad de incrustación en las calderas). Estas calderas piloto están ubicadas en los planteles de Elcatex, Indasa y Olepsa. Estas calderas tipo “Stoker” tienen elementos más eficientes de generación de vapor que los instalados en las plantas de procesamiento de palma, pero todavía tienen algunos problemas operativos relacionados con problemas de gasificación anticipada de la biomasa en las cámaras de combustión generando problemas de pérdida de eficiencia de combustión y ambientales por la liberación descontrolada de gases combustibles (monóxido de carbono, hidrógeno y metano) y emisión de material particulado.

### Generacion de Energia a Partir de Metano

En el país hay cuatro plantas (Palcasa, Hondupalma, San Alejo y Exportadora del Atlántico Aguan) que tienen una infraestructura para la recolección de gas metano generado en sus lagunas de oxidación. Pero solamente tres de ellas (las tres primeras listadas anteriormente) poseen la capacidad instalada de generación eléctrica con un potencial teórico de generación de 3 MWe. Los gases son acondicionados para reducir la humedad y limpieza de algunos componentes y alimentados a un motor de combustión interna a una eficiencia eléctrica inferior al 27%. Este tipo de generación está siendo un uso tecnológico diseminado entre todas las plantas del sector, teniendo como implicaciones negativas el alto costo operativo por desgaste de motor, debido a la prematura contaminación del aceite lubricante al tener contacto con los agresivos compuestos sulfurados del combustible y las elevadas temperaturas de combustión. Esta condición favorece a bajos porcentajes de disponibilidad (inferior al 80%) debido a paros para cambio de aceite y reparaciones aceleradas de piezas por desgaste.

La planta de Exportadora del Atlántico en Aguan, ha adaptado una caldera con una capacidad nominal de 484 Kw<sub>th</sub> para generación de vapor, utilizando el gas metano producido en las lagunas de oxidación.

### 2.3.3.- Marco Legal Eléctrico y Aspectos Ambientales

El actual marco legal Eléctrico favorece el uso de energías renovables al exceptuar de impuestos la venta y la introducción de equipos, así como al garantizar la compra de toda la energía eléctrica generada definido bajo la **“Ley de Promoción a la Generación de Energía Eléctrica con Recursos Renovables de Honduras”**. Decreto No.70-2007.

Referente al marco legal Ambiental, no se ha implementado la reciente Normativa elaborada por el proyecto USAID/MIRA en el marco del tratado DR-CAFTA para el **“Control de las Emisión de Gases Generadas por Fuentes Fijas en Honduras”** ni el **“Reglamento de Residuos Sólidos”**. Situación que no penaliza a las empresas que descargan o generan desechos o contaminantes

#### 2.3.4.- Financiamiento

Existe una amplia facilidad de fuentes de financiamiento para proyectos de uso de energías renovables, tanto locales como internacionales [8], entre ellos, el Banco Centroamericano de Integración Económica, los Fondos GEF y el Banco Mundial.

#### 2.3.5.- Planificación de proyectos

##### Biomasa

Actualmente, una de las empresas aceiteras **PALCASA** está en proceso de comisionamiento de un proyecto de cogeneración, para la generación de energía eléctrica por medio de calderas y con una capacidad de 1.5 MWe al SIN.

Existen intenciones de adquirir paulatinamente equipos eficientes de consumo de vapor y energía eléctrica en algunas plantas de procesamiento de palma africana de acuerdo a sondeos efectuados en el presente estudio.

##### Metano

La planta de Exportadora del Atlántico está evaluando la factibilidad de uso de Microturbinas de Gas Metano, con el objetivo de darle mayor utilidad a la generacion, al incrementar las eficiencias totales de 27 hasta un 80% por la incorporación de sistemas de intercambio de calor a la salida de gases de la micro turbina, reducir los paros debidos a desgaste acelerado y la eliminación de generacion de aceite descartado de los sistemas convencionales de generacion a base de motores de combustión interna.

#### 2.3.6.- Actores Relevantes del sector

- a.- Asociación de Productores de Palma de Honduras.
- b.- Secretaría de Recursos Naturales (SERNA).
- c.- Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE).
- d.- Congreso Nacional.
- e.- Proyecto USAID/MIRA
- f.- Empresas Extractoras de Palma.
- g.- Centro Nacional de Produccion Mas Limpia de Honduras.



## 2.4 Recomendaciones.

- 1.- A nivel de cada planta de procesamiento de Palma, crear un Comité Energetico que sea responsable de elaborar un plan de ahorro energético y evaluar su desempeño y que tienda a mejorar sustancialmente la eficiencia en el uso de los diferentes recursos energéticos que afecten directa o indirectamente los costos de la planta como ser: el uso del agua, vapor, aire comprimido, electricidad, iluminación y ventilación.
- 2.- Instalar calderas eficientes de alta presión y turbinas de vapor de circuito tipo “condensing”, para poder ampliar la generacion de energia a periodos fuera de la temporada de cosecha. y generar energia todo el año con plantaciones forestales energéticas dedicadas o residuos biomasicos de otras industrias
- 3.- Introducir reformas en la ley del subsector eléctrico que posibiliten la implementación de normas de eficiencia energéticas
- 4.- Efectuar estudios de factibilidad de plantaciones forestales energéticas y/o estructurar contratos a mediano plazo de suministro de desechos biomasicos como ser los forestales o agrícolas para tener una operación prolongada fuera de tiempos de cosecha. De preferencia estos desechos deben ser compactados, deshidratados y peletizados en el sitio para optimizar el costo de flete.
- 5.- Que haya un Organismo Nacional que lidere todas las iniciativas energéticas de los sectores Públicos y Privadas, que sea responsable de ejecutar la Política Energética del País.
- 6.- Agilizar la aprobación de los Reglamentos de Emision de Fuentes Fijas y Desechos Sólidos elaborados por la SERNA / USAID-MIRA.

### **3.0 Residuos Forestales**

La producción de residuos de la industria forestal, utilizables con fines energéticos, provienen principalmente de las actividades de aserrío y de transformación secundaria de la madera (elaboración de muebles, pallets, bolillos de escoba etc.). En la tabla listada a continuación se muestra la producción total de madera de pino aserrada en el año 2008, por departamento.

Tabla No.3.1 Producción de Madera Aserrada.

Departamento	Produccion Millones Pies Tablares de Pino
Atlántida	1.9
Comayagua	17.8
El Paraíso	10.9
Nor-Este Olancho	7.9
Nor-Occidental	6.7
Fco. Morazán	53.2
Occidente	0.6
Olancho	24.9
Pacífico	1.6
Yoro	19.4
<b>Total</b>	<b>144.9</b>

Fuente Anuario Estadístico Forestal ICF 2008

El volumen de los residuos generados por la industria de aserrío constituye desde un 40 a un 50% del volumen total de la madera procesada. El poder calorífico de los residuos es de 4,500 Btu/lb, con un contenido de 50 % de humedad [10]. El volumen total de residuos generados por la industria de la madera depende de la tecnología de las sierras utilizadas y de la recuperación de sub.-productos, como los palillos, por ejemplo. En el año 2008 se obtuvieron, aproximadamente, alrededor de **341,900 metros cúbicos** de residuos equivalentes energéticamente a unos **128, 563,516 Kwh (25.72 MWe)**.

En el año 2008 operaron 191 aserraderos registrados, de los cuales 10 procesaron 48 % de la producción nacional [11]. Para fines energéticos de autosuficiencia (generacion

propia de energía térmica y eléctrica), la producción de un aserradero debe ser no menor a 1.0 millón de pies tablares al año [12].

Cabe destacar que de la totalidad de los aserraderos mencionados en el anuario estadístico 2008 de la **ICF (Instituto de Conservación Forestal)** 155 aserraderos no generaron el volumen de residuos considerado necesario para alimentar un sistema básico de generación. Para la producción de energía eléctrica a partir de residuos generados por la industria del aserrío existen varios esquemas que podrían aplicarse en el caso de Honduras, pudiendo mencionarse los siguientes:

- a).- Sistema de bajo capital y autosuficiente que consiste en Cogenerar con residuos y satisfacer solamente sus demandas propias de energía térmica y eléctrica.
- b).- Sistema de bajo capital autosuficiente e interconectado para satisfacer las demandas propias y vender excedentes de energía eléctrica.
- c).- Sistema Eficiente de Energía para satisfacer demandas propias y vender excedente con tecnología eficiente de generación de vapor y turbinas.

La diferencia de los arreglos enumerados anteriormente depende de la tecnología a implementar para la producción de vapor, sistemas de generación y recuperación de condensados. Existe además una relación directa en los costos de capitales y de operación, dependiendo del sistema a utilizar.

Las experiencias para generación local de energía eléctrica, a partir de residuos forestales, han sido aplicadas moderadamente y actualmente están funcionando regularmente en los aserraderos de Yodeco, Maderas Curadas Lardizábal y Honduras Plywood, los arreglos de los equipos en ambas empresas corresponden a los mencionados anteriormente en el inciso( a) para sistemas básicos de consumo propio.

Actualmente, los residuos generados en los otros aserraderos son utilizados en hornos de secado, vendidos a intermediarios que comercian el producto a caleras/ladrilleras, ó son apilados para su posterior incineración al aire libre.

### **3.1 Aspectos de Diagnóstico Relevantes del Sistema**

#### **3.1.1.- Económicos**

Los proyectos de inversión para cogeneración han demostrado tener un período de retorno de la inversión de hasta 4.4 años [13] y proveen de beneficios extras que aportan al valor agregado del producto, tales como el secado de la madera y la venta de energía eléctrica. Se observa de una manera positiva un incremento considerable en los últimos años de plantaciones forestales privadas; en el 2008 se autorizaron 4,700 Hectáreas de bosque certificado privado, lo que viene a incentivar la conservación y producción industrial del recurso.

Se ha venido experimentando en los últimos años un consumo de los residuos forestales para complementar la operación de generación de vapor en los ingenios azucareros (Tres Valles); sin embargo los generadores de estos residuos (los aserraderos) han estado incrementando los precios debido a la también creciente demanda de residuos forestales de la industria artesanal y mediana de cal (INCAL) y la incorporación de varias calderas biomásicas para generar vapor en algunos parques industriales como son: Green Valley (Plantas AKH y SIMTEX), Alcon y Gildan (Plantel Rio Nance).

Se estima que el cambiar el consumo de Fuel Oil No.6 (Bunker) a combustibles biomásicos representa un ahorro de casi **\$ 0.0195 por cada libra de vapor generada** (cálculos de campo aplicables para Gildan efectuados durante la consultoría).

#### **3.1.2.- Técnicos**

La gran mayoría de los aserraderos del país no cuentan con equipo de alta eficiencia para la generación de vapor o la disposición adecuada de sus desechos. Los aserraderos que se encuentran en zonas alejadas del SIN se ven obligados a auto generar la energía requerida para sus funcionamiento, lo que realizan por medio de motores diesel de combustión interna. Los aserraderos para ser autosuficientes y tener un adecuado retorno de la inversión inferior a 4 años deben generar residuos o tener una capacidad para almacenar los volúmenes de residuos requeridos de al menos un

millón de pies tablares al año para instalar un sistema de cogeneración. Aun no han considerado esta opción debido a los siguientes inconvenientes:

- i).- Falta de Inversión por garantía a mediano plazo.
- ii).- Desconocimiento de incentivos y beneficios.
- iii).- Alta dispersión geográfica de disponibilidad de desechos.

### 3.1.3.- Marco Legal Eléctrico, Forestal y Aspectos Ambientales

El actual marco legal eléctrico favorece el uso de energías renovables al exceptuar de impuestos la venta y la introducción de equipos, así como al garantizar la compra de toda la energía eléctrica generada [14].

Se estima que, a la fecha, la cobertura forestal [15] disminuyó un 23% respecto al inventario realizado por la FAO en 1965; debido a los incendios forestales intencionales y el avance de la Silvicultura. En el año 2002 se reportó el primer incendio forestal en la Reserva de Biosfera del Río Plátano y a partir de esa fecha la intensidad de incendios en esta zona va en aumento.

Si bien en el año 2008 se registró una disminución en el ataque de plagas, la tasa de extracción del bosque fue de solamente el 27.5 % del valor permitido anual; se puede concluir que el panorama de la adecuada administración del recurso forestal al largo plazo se presenta complejo a pesar de la existencia recién aprobada “**Ley Forestal**”, ya que esta debe complementarse con Reglamentos que armonicen: El manejo integral, Uso y aprovechamiento de los recursos forestales maderables.

Referente al marco legal Ambiental, aun no se ha implementado la reciente Normativa elaborada por el proyecto USAID/MIRA en el marco del tratado DR-CAFTA para el “**Control de las Emisión de Gases Generadas por Fuentes Fijas en Honduras**” ni el “**Reglamento de Residuos Sólidos**”. Situación que no penaliza actualmente a las empresas que descargan o generan desechos indiscriminadamente.

Cabe mencionar que para fines de protección del suelo no se debe contar con el aporte energético de la biomasa generada durante el corte, ya que estos residuos se deben dejar para que haya incorporación de nutrientes al suelo de las zonas de aprovechamiento.

#### 3.1.4.-Financiamiento

Podría decirse que existe una amplia facilidad de fuentes de financiamiento para proyectos de uso de energías renovables, tanto locales como internacionales, entre ellos, el Banco Centroamericano de Integración Económica, los Fondos GEF/PNUD y el Banco Mundial.

#### 3.1.5.- Planificación de proyectos

Existen algunas iniciativas privadas para generación de energía eléctrica en la zona de Talanga/Guaimaca (la cual geográficamente posee una alta densidad de aserraderos); pero estas empresas interesadas deberán analizar cuidadosamente los problemas asociados con la garantía de contratos para la entrega de los desechos forestales a mediano y largo plazo.

Referente a las iniciativas privadas para la producción de biomasa con fines energéticos la Empresa Galiltec (ubicada en San Pedro Sula) ha venido efectuando investigación de plantaciones energéticas con una especie llamada "BIO G", la cual posee altas tasas de crecimiento que están en el orden de 112 Ton/año -hectárea y alto poder calorífico de 6,000 BTU/Lbm (a 30% de humedad). Ya se han efectuado pruebas exitosas en las instalaciones de generación de vapor en Elcatex quien ha plantado y cosechado 70 Hectáreas de BIO G.

Actualmente existen varios proyectos exitosos de uso de residuos para otros fines que no son de generación de energía eléctrica: Entre ellos cabe mencionar los siguientes:

i).- INCAL. Elaboración Industrial de caliza por medio de sistema biomásico de combustión en suspensión (único en Latinoamérica).

- ii).- HONDURAS PLYWOOD. Cocimiento de trozas en pilas para proceso de madera y secado de láminas de madera.
- iii).- MADERAS NORIEGA, FORESTA ALFA, MADERAS DE HONDURAS, DERIMASA. Sistema de secado de madera.
- iv).- SULACER. Elaboración Industrial de Ladrillos (Pimienta, Cortés).
- v).- MADERAS CURADAS LARDIZABAL. (Motores a vapor y Generación de Energia Electrica)
- vi).- YODECO. (Vapor para proceso y Generación de energia Electrica)
- vii).- GREEN VALLEY. (Vapor para proceso)
- viii).- ALCON. (Vapor para proceso)
- ix).- AZUCARERA TRES VALLES. (Uso de desechos forestales)
- x).- ELCATEX/GALILTEC. (Vapor para proceso utilizando plantaciones Energéticas).
- xi) SIMTEX. (Vapor para proceso)

#### 3.1.6.- Actores Relevantes del sector

- a.- Asociación de Madereros de Honduras (AMADHO).
- b.- Secretaría de Recursos Naturales (SERNA).
- c.- Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE).
- d.- Congreso Nacional.
- e.- Corporación Hondureña de Desarrollo Forestal (COHDEFOR).
- f.- Colegio de Ingenieros Mecánicos, Eléctricos y Químicos de Honduras (CIMEQH), Colegio de Ingenieros Forestales.
- g.- Asociación Nacional de Empresas Transformadores de la Madera. (ANETRAMA).
- h.- Organismos Internacionales: (GTZ, Gobierno de Finlandia, Cooperación Suiza, Holanda, USAID), PROFOR.
- i.- Asociación de Pequeños Productores de Energías Renovables (AHPPER).
- j.- Federación de Cooperativas Forestales de Honduras.

### 3.2.- Recomendaciones.

- 1.- A nivel de cada aserradero con capacidad de procesamiento o almacenamiento de residuos equivalentes a una producción de 1.0 MMPT (Millón de Pies Tablares), crear un departamento de manejo de energia; que tienda a mejorar sustancialmente la eficiencia en el uso de los diferentes recursos de la planta, con énfasis en los aspectos de generación, distribución y recolección del vapor.
- 2.- Incorporar tecnologías eficientes para generacion de vapor a alta presión como ser la Gasificación de biomasa por medio de pirolisis.
- 3.- Que haya un Organismo Nacional que lidere todas las iniciativas energéticas de los sectores Públicos y Privadas, que sea responsable de ejecutar la Política Energética del País.
- 4.- Agilizar la aprobación de los Reglamentos de Emision de Fuentes Fijas y Desechos Sólidos elaborados por la SERNA / USAID-MIRA con el objetivo de regular las emisiones de contaminantes y la adecuada disposición final de los residuos
- 5.- Establecer Reglamentos aplicables al Manejo Ambiental y Energetico dentro de La Ley Forestal.
- 6.- Darle un tratamiento adecuado y valor agregado a los residuos forestales, como densificación y peletizacion de la biomasa o elaboración de Etano a partir de la celulosa.
- 7.- Promover las plantaciones forestales energéticas a nivel nacional.



#### **4.0- CAFÉ**

El café se cultiva en 15 de los 18 departamentos del País. Las principales áreas de producción se encuentran en los departamentos de El Paraíso, Santa Bárbara, Olancho, Copán, Comayagua, La Paz y Lempira. En orden de importancia decreciente, les siguen Cortés, Ocotepeque, Yoro, Francisco Morazán, Intibuca, Choluteca y Atlántida. Del total de los productores, 95.2% son pequeños propietarios con volúmenes de producción menores de 9,2 toneladas (200 quintales), 4.5% son medianos productores con volúmenes entre 9,2 y 46 toneladas (200 y 1000 quintales); y solo 0.3% (170 productores) son considerados grandes productores con cosechas anuales de más de 46 toneladas. La mayoría de las fincas cafetaleras están localizadas en zonas montañosas, generalmente con las plantaciones en terrenos de ladera, donde se ha dejado parte de la cubierta arbórea natural para sombra del café o se ha eliminado para sembrar café y árboles especiales de sombra. Las tierras cafetaleras se encuentran en zonas de captación de cuencas hidrográficas y están localizadas a latitudes comprendidas entre los 400 y los 1,500 msnm. El 70% de las plantaciones fueron realizadas entre los 700 y los 1,300 msnm; un 26% están implantadas por arriba de los 1,300 msnm y el restante 4% se localiza en altitudes inferiores de 700 msnm. Generalmente el productor comercializa por medio de intermediarios (77%), cooperativas (13%) o directamente a exportadores (8%) y el resto mediante otros agentes. El 93% de la producción se destina a la exportación y el 7% restante se distribuye entre los torrefactores. A nivel interno los precios de venta son determinados por el Instituto Hondureño del Café (IHCAFE), en base a un mecanismo de comercialización que se fija por cosecha.

##### **4.1 Energía a partir de los residuos**

Ninguna experiencia se ha tenido en Honduras para la obtención de metano a partir de la pulpa del café o de lagunas de oxidación. El poder calorífico de la cáscara (pulpa) es de aproximadamente 6,470 Btu/lb. y el uso más común debería ser para la incorporación de nutrientes a las plantaciones; ya que por las condiciones del proceso y la dispersión geográfica de los productores impide la centralización del producto.

El poder calorífico de la cascarilla (pergamino) de café es de 7,553 Btu/lb., siendo un excelente combustible para ser utilizado en hornos de secado (el cual predominantemente su uso actual). La disponibilidad de cascarilla, como un residuo biomásico utilizado con fines energéticos, obtenida a partir del proceso de café, constituye aproximadamente el 20% del peso del café oro. En la temporada 2007-2008 se obtuvieron alrededor de **88,000 TM de cascarilla** disponibles para el uso energético correspondientes a una generación de energía eléctrica teórica de **62,655 Mwh (16 MWe)**. En Honduras, el único uso dado a este residuo es en el secado de café en las centrales de acopio, para bajar a un 12% el contenido final de humedad en el grano, considerado como valor óptimo para exportación.

Se estima que durante el secado del café se necesita un aporte energético térmico de 0.12 m<sup>3</sup>/quintal de café (del cual 0.05 proviene de la cascarilla y 0.07 debe ser obtenido a base de leña) y un consumo eléctrico de 10.5 kwh /quintal de café [18], este consumo eléctrico distribuido entre los motores de los reductores, oreadoras, blowers, elevadores y transportadores de grano. En la cosecha 2007-2008 el consumo global eléctrico y térmico para el secado del grano fue **46,200 MWh y 180,000** metros cúbicos de leña provenientes generalmente del bosque para completar la demanda térmica respectivamente

## 4.2 Aspectos Relevantes del Diagnóstico

### 4.2.1 Socio-Económicos

De acuerdo al informe del Banco Central de Honduras, en el 2007 el café se convirtió en el principal producto agrícola de exportación del país (BCH, 2008), lo que refleja la importancia del café en la economía, cumpliendo además un importante papel social con los 80,000 productores registrados. El café como cultivo agrícola y de exportación se consolida cada día más, su fortaleza radica especialmente en la riqueza local que genera y en la menor ventaja comparativa que otros cultivos tienen en las montañas de Honduras.

Para el final de la cosecha 2007/08, los precios del café en las principales bolsas de valores comenzaron a ser afectados por la crisis financiera internacional. El café constituye una de las principales actividades generadoras de empleos en las zonas rurales.

Las exportaciones han variado en los últimos años y se han incrementado en la cosecha 2007-2008 debido, en parte, al mejoramiento de la eficiencia de producción en las fincas. En el subsiguiente cuadro se presenta la evolución de las exportaciones en los últimos cuatro períodos.

Cuadro N° 7. Evolución de las Exportaciones de Café

COSECHAS	EXPORTACION (Millones de Quintales/100 lbs)
2004/2005	3.14
2005/2006	3.90
2006/2007	4.23
2007/2008	4.45

Fuente: (IHCAFE 2009)

El incremento en el precio de la energía eléctrica, aproximadamente 20 % anual [19], y el encarecimiento del precio de la leña, afectan directamente los costos de secado y reducen la utilidad neta de la actividad. Además, agrega presión sobre los recursos forestales, dado que hay actualmente una política de incrementar los rendimientos de cosecha por manzana sembrada, bajo la denominada “Renovación de Fincas”. Esto ha venido a colapsar la capacidad nacional de secado y propiciar a la pérdida de calidad (al no secar adecuadamente el café) y la presión sobre el bosque para atender la creciente demanda de leña.

De lo expresado se infiere la necesidad de encontrar una alternativa que posibilite aprovechar en un marco de razonable sostenibilidad el recurso energético y garantizar la estabilidad de un sector tan importante en la economía nacional [20].

#### 4.2.2 Técnicos

Ningún beneficio de café, ó plantas de proceso, aplica alguna metodología de ahorro eficiente de la energía en la actividad secado de café, tales como:

- i).- Uso de motores eléctricos de alta eficiencia.
- ii).- Control de eficiencia de la combustión.
- iii).- Control de la temperatura en el secado.
- iv).- Precalentadores de aire de combustión.
- v).- Uso de fuentes alternativas de energía para procesos industriales rurales.

Debido a que la disponibilidad de desecho (cascarilla) se concentra principalmente en las compañías exportadoras, existe la posibilidad de eficientar los sistemas de combustión y generar energía eléctrica al menos de una manera autosuficiente en cada beneficio de café, las **88,000 TM de cascarilla** generadas disponibles para el uso energético corresponden a una generacion de energia eléctrica teórica de **62,655 Mwh (16 MW<sub>e</sub>)** para ello deben modificar tecnológicamente para instalar calentadores de vapor y reemplazar los actuales intercambiadores aire-aire.

#### 4.2.3 Marco Legal y Aspectos Ambientales

En alguna medida, el marco legal se ha ido consolidando mediante el establecimiento de reglamentos que posibilitan el control de la comercialización, la calidad y aspectos ambientales, pero a la par ha ido generando multiplicidad de funciones, que implican la participación simultánea de diversas entidades sobre un mismo tema, lo que repercute negativamente en el manejo integral y coordinado de la actividad. La legislación vigente en materia de conservación, protección y control del medio ambiente debe ser actualizada.

Por estar ubicados en laderas y cabeceras de cuencas y con mucha dispersión geográfica los beneficios de café representan un peligro potencial por las descargas directas, a las fuentes de agua, de las “aguas mieles” resultantes del proceso de lavado y fermentado del café. Las centrales de secado de café, generalmente ubicadas en

zonas urbanas, emiten ineficientemente y sin ningún control los efluentes líquidos del despulpado del café y los gases generados en los hornos de secado, así como las partículas provenientes del movimiento del café en secadoras verticales, saturando de contaminantes los perímetros de las propiedades vecinas a las plantas de secado.

Todavía no se ha aprobado las Normativas elaborada para la SERNA por parte de la USAID/MIRA en el marco del tratado DR-CAFTA para el **“Control de las Emisión de Gases Generadas por Fuentes Fijas en Honduras”**, **“Reglamento de Residuos Sólidos”** y el **“Reglamento de Aguas Residuales”**.

#### 4.2.4 Planificación de proyectos

Está actualmente aprobada una propuesta denominada "Iniciativa para el Fomento de Procesos Renovables en la Producción de Café, Comercio de Dióxido de Carbono, Diversidad Productiva, y Manejo de Riesgo", presentada ante: la organización de cooperación Internacional de Holanda **HIVOS**, para la introducción de secadoras de café en la zona de Subirana, Yoro; utilizando energía solar y gasificadores biomasicos eficientes, por parte del Instituto de Investigación **MDI (Mesoamerican Development Institute) con sede en Estados Unidos** , con el objetivo de reducir el consumo de energía, mejorar la calidad de secado por medio de energías renovables y posibilitar el acceso a mercados especializados.

#### 4.2.5 Actores del Sector

- a.- Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente (SERNA).
- b.- Secretaría de Agricultura y Ganadería. (SAG).
- c.- Congreso Nacional.
- d.- Instituciones relacionadas al café (IHCAFE, AHPROCAFE).
- e.- Cooperativas Cafetaleras y Grupos Organizados.
- g.- Asociación de exportadores de Café (AHDECAFE).
- i.- Instituto de Conservación Forestal, ICF.

### 1.3 Recomendaciones.

- 1.- A nivel del IHCAFE y ADECAFEH (Asociación de Exportadores de Café de Honduras), crear un departamento de Manejo Energético que tienda a mejorar sustancialmente la eficiencia en el uso de los diferentes recursos en las plantas de los asociados.
- 2.- Incorporar tecnologías eficientes en el secado de café en las grandes centrales de procesamiento de café, por medio de generacion de vapor a alta presión mediante la gasificación de la biomasa.
- 3.- Que haya un Organismo Nacional que lidere todas las iniciativas energéticas de los sectores Públicos y Privadas, que sea responsable de ejecutar la Política Energética del País.
- 4.- Agilizar la aprobación de los Reglamentos de Emision de Fuentes Fijas, Aguas Industriales y Desechos Sólidos elaborados por la SERNA / USAID-MIRA con el objetivo de regular las emisiones de contaminantes y la adecuada disposición final de los residuos.
- 5.- Efectuar a nivel nacional un levantamiento georeferenciado de las instalaciones industriales con capacidad de secado y su respectiva investigación de generacion de residuos.

## **5.0 - Arroz**

De acuerdo a las estadísticas del INE (Instituto Nacional de Estadísticas) para el año 2008, la importación de arroz fue del orden de 2, 357,200 y la producción nacional de 482,800 quintales por cuanto la producción nacional resulta insuficiente para atender los requerimientos del consumo interno. Se estima que la producción nacional se irá incrementando debido a la alza de los precios en el mercado internacional, tornando ello más atractiva la producción local del grano.

### **5.1 Uso de la energía a partir del residuo**

Aproximadamente el 20% del peso del grano de arroz corresponde a la cascarilla, lo que posibilita inferir la existencia de una disponibilidad de 25,818 toneladas métricas anuales de casulla para fines energéticos, equivalentes a **18,872 MWh (3.7 MW<sub>e</sub>)**

El aprovechamiento de energía a partir de la cascarilla del arroz es disponible únicamente en las plantas que procesan y envasan el producto. El potencial energético puede ser utilizado en sus instalaciones usando calderas e intercambiadores de calor alimentadas con la cascarilla.

### **5.2 Aspectos de Diagnóstico Relevantes del Sistema.**

#### **5.2.1 Económicos**

La importación de arroz supera en casi siete veces a la producción nacional. Como el arroz es importado en casulla debido a su fragilidad una vez despulpado, implica la existencia de una disponibilidad de residuo energético importado a bajo costo, y que es únicamente aprovechado en las centrales de procesamiento final de trillado del grano.

#### **5.2.2 Técnicos**

Las experiencias de utilización de energía en este sector están orientadas a la generación de calor en calderas para el secado de la producción nacional (ya que el arroz importado viene seco, es decir, con un contenido de humedad de 12%).

La disponibilidad y el uso de la cascarilla del proceso de trillado en los molinos nacionales es suficiente para secar la producción nacional. Cabe destacar que la cascarilla de la producción nacional sería insuficiente para secar la misma, por lo que la disponibilidad de la proveniente de las importaciones aporta un suplemento calorífico extra en las plantas instaladas en San Pedro Sula, Progreso, Choloma y Villanueva.

Durante la realización de este diagnóstico no se observó un uso eficiente de la energía en las plantas procesadoras de arroz (el uso eficiente implicaría la incorporación de motores eléctricos de alta eficiencia, sistemas de aislamiento de vapor, y el aumento de la eficiencia del sistema de combustión).

Para la generación de energía debe haber una inversión tecnológica para habilitar sistemas eficientes de generación de energía térmica y eléctrica.

#### 5.2.3 Actores Relevantes del sector

- a.- Asociación de Molineros de Honduras.
- b.- Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente (SERNA)
- c.- Asociación de Pequeños Productores de Energías Renovables (AHPPER).

#### 5.3 Recomendaciones.

- 1.- A nivel de Asociación de Procesadores de Arroz, crear un departamento de ahorro energético que tienda a mejorar sustancialmente la eficiencia en el uso de los diferentes recursos de la planta. Este organismo Investigar la opción de la capacidad técnica y logística instalada en los beneficios, respecto a las posibilidades de generación de energía eléctrica usando otras fuentes renovables.
- 2.- Incorporar tecnologías eficientes para generación de vapor a alta presión como ser la gasificación de biomasa.
- 3.- Que haya un Organismo Nacional que lidere todas las iniciativas energéticas de los sectores Públicos y Privadas, que sea responsable de ejecutar la Política Energética del País.



4.- Agilizar la aprobación de los Reglamentos de Emision de Fuentes Fijas y Desechos Sólidos elaborados por la SERNA / USAID-MIRA, con el objetivo de regular las emisiones de contaminantes y la adecuada disposición final de los residuos.

5.- Efectuar a nivel nacional un levantamiento georeferenciado de las instalaciones industriales con capacidad de secado y su respectiva investigación de generacion de residuos.

## **6.0 Biogás a Partir de Desechos Industriales y Estiércol de Ganado**

Para la obtención de gas metano a partir de un sitio dedicado a la cría productiva de animales; ya sea para matanza o leche tenga una capacidad adecuada de generacion de energia se deben cumplir los siguientes aspectos [24]:

- Deben estar totalmente confinados a un espacio determinado para favorecer a la recoleccion de excretas y de preferencia en su fase de lodos y no seca.
- Para especies Bovinas (criadores de vacas) debe tener no menos de 500 cabezas de ganado.
- Para especies Porcinas (criadores de cerdos) debe tener la disponibilidad de no menos de 2,000 cabezas de ganado.
- No tener una variación máxima anual del 20% de la población del ganado.

No existe ningún proyecto piloto o normativas nacionales para el uso de biogás a partir de estiércol de ganado, no obstante se estima un potencial energético a partir de residuos para cada especie de acuerdo al inventario 2007-2008 de Ganadería y otras Especies Animales efectuado por el INE (Instituto Nacional de Estadísticas) que a continuación detallo:

### **BOVINOS**

La encuesta da a conocer que existen 96,622 explotaciones que se dedican a la ganadería bovina, sosteniendo un hato de 2.5 millones de cabezas. El 46% de las explotaciones están en el estrato menor de 5 hectáreas y sostienen 13.2% de la población ganadera, por su parte, en el estrato de 5 a 50 hectáreas se ubica el 43.2% de las explotaciones y el 34.5% de la ganadería, del mismo modo, el estrato de 50 a menos de 250 hectáreas se registra el 9.7% de las explotaciones y el 35.2% de la existencia ganadera. Estos dos últimos estratos son los predominantes, al sostener en forma conjunta el 69.7% de la ganadería del país. El potencial de generacion de energia a partir del estiércol provenientes de bovinos es de 35.49 millones de pies cúbicos de metano diario [2], lo que equivale a generar **61.2 MWe**

## PORCINOS

Con relación a los porcinos, los resultados expresan que en el país existen 41,175 explotaciones que de alguna manera se dedican a la crianza de cerdos. La población porcina es de 448,744 cabezas. Esta cantidad es 6.1% inferior a la registrada en el 2003 (477,672 cabezas). La reducción de la población porcina se viene manifestando consistentemente en los diferentes estudios que sobre el particular se han realizado, lo que es producto de las condiciones precarias en que se desenvuelve la actividad, especialmente para el pequeño productor. La crianza de cerdos se lleva a cabo mayoritariamente explotaciones de 1,000 cabezas y más, al reportar el 43.5% (195,296 cabezas) de la población porcina. El otro estrato de importancia, es el de las explotaciones menores de 10 cabezas, ya que producen el 25.9% (116,313 cabezas) de la existencia porcina del país. El potencial de generacion de energia a partir del estiércol provenientes de porcinos es de 2.8 millones de pies cúbicos de metano diario [2], lo que equivale a una generacion teórica de **4.86 Mwe**.

## AVES

En cuanto a las aves, los resultados indican que 168,073 explotaciones se dedican a la crianza de aves, ya sea como parte de una actividad familiar (subsistencia) o de tipo comercial. Para este año 2008, los resultados de la encuesta señalan que existen en el país 20.4 millones de aves, superando en 7.9% a la población avícola que reflejó la encuesta del año 2003 (18.9 millones de aves). Por otra parte, se da a conocer que la producción promedio de huevos de gallina para este año es de 2.31 millones de unidades diarias, cantidad que es similar a la obtenida en el año 2003 (2.33 millones de unidades diarias). El potencial de generacion de energia a partir del estiércol provenientes de porcinos es de 3.2 millones de pies cúbicos metano diario [2], lo que equivale a una generacion teórica de **5.5 Mwe**.

Los únicos cinco al momento del presente diagnostico de aprovechamiento efectivos de uso de biogás a partir de residuos industriales son los siguientes:

- a.- Cervecería Hondureña, en San Pedro Sula, donde con metano alimentan una caldera (con capacidad de 250 bhp) para la producción de vapor. El biogás es obtenido a partir de la digestión del lúpulo en las pilas de tratamiento de efluentes.
- b.- Planta Palcasa. Extracción de Metano en Laguna de oxidación compuestos orgánicos procesamiento palma y combustión en motor de combustión interna.
- c.- Planta San Alejo. Extracción de Metano en Laguna de oxidación compuestos orgánicos procesamiento palma y combustión en motor de combustión interna.
- d.- Planta Hondupalma. Extracción de Metano en Laguna de oxidación compuestos orgánicos procesamiento palma y combustión en motor de combustión interna.
- e.- Exportadora del Atlántico/ Plantel Aguan. Extracción de Metano en Laguna de oxidación compuestos orgánicos procesamiento palma y combustión en una caldera para generacion de vapor.

#### 6.1 Aspectos de Diagnóstico Relevantes del Sistema.

Hay varios factores que inciden en la eficiente implementación de proyectos relacionados con la generacion de energia a partir de estiércol de ganados los cuales listo a continuación:

- a.- Existe poca información de la ubicación y de la densidad geográfica del ganado, con el objetivo de identificar las zonas con potencial de generacion. Ademas las técnicas actuales de operación no favorecen la recoleccion de los excrementos del ganado en un sitio determinado, ya que el ganado se deja libremente en pastizales dispersos por todo el terreno.
- b.- Los costos de capital de inversión para generacion de energia eléctrica (obra civil, equipo de recoleccion y generacion) son de mediana /alta inversión y se encuentran en el orden de \$ 1,200/KWe de costo de capital para generacion de energia eléctrica.
- c.- De preferencia la generacion de energia térmica o eléctrica generada debe ser de autoconsumo debido a las inversiones de capital de generacion a la red del sistema interconectado.
- d.- La mayoría de los encargados de hatos ganaderos no tienen un adecuado manejo de sus desechos orgánicos, siendo estas fuentes de contaminacion a fuentes de agua,

Esto debido principalmente a la ausencia de alguna legislación ambiental que los regule.

#### Actores Relevantes del sector

- a.- Asociación de Ganaderos de Honduras.
- b.- Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente (SERNA)
- c.- Asociación de Pequeños Productores de Energías Renovables (AHPPER).
- d.- Secretaria de Agricultura y Ganadería. (SAG)
- e.- Congreso Nacional

#### Recomendaciones

- 1.- Efectuar una encuesta georeferenciada para especificar con precisión la ubicación geográfica y cantidad de ganado por regiones del país.
- 2.- Agilizar la aprobación de los reglamentos de “Residuos Sólidos” y “Aguas Residuales”, elaborado en conjunto de la SERNA y Proyecto USAID-MIRA.
- 3.- Elaborar normativas para la diseminación y uso de biodigestores en el país a los productores de ganado del país. Esto se puede lograr al establecer una alianza entre la SERNA y SAG

## 7.0 - Residuos Municipales

La mayor parte de las ciudades de Honduras, carecen de sitios de disposición final adecuados y cuentan, en el mejor de los casos, con botaderos a cielo abierto; Aproximadamente, solo el 3.7% es decir 11 municipalidades cuentan con sitios de disposición final adecuados, el resto cuenta con botaderos municipales a cielo abierto o los dispone en la vía pública o en pequeños botaderos sin control, en los cuales es una práctica común quemar los residuos sólidos y peligrosos. Esto se sustenta con datos del INE, que indican que en el 52% de las viviendas del país queman o entierran los residuos. En el área urbana esta práctica es efectuada por el 25% de las viviendas, en contraste con el 75% de las viviendas del área rural.

La generación nacional estimada de basura al año 2005 es de 3,239 toneladas/día, considerando un factor de generación de 0.45 kg/persona-día [26]. De acuerdo a proyecciones de población efectuados para el 2005 se efectúan los siguientes promedios de acuerdo a las principales localidades del País:

**Tabla No. 7.1 Estimación de la generación de Residuos Sólidos por Departamento en Honduras**

Departamentos	Población proyectada 2005	Generación per cápita (kg/hab-día)	Generación diaria (Ton/día)
Atlántida	379,369	0.45	170.7
Colón	263,038	0.45	118.4
Comayagua	400,169	0.45	180.1
Copán	332,456	0.45	149.6
Cortés	1,297,560	0.45	583.9
Choluteca	439,149	0.45	197.6
El Paraíso	399,009	0.45	179.6
Fco. Morazán	1,336,530	0.45	601.4
Gracias a Dios	68,252	0.45	30.7
Intibucá	210,862	0.45	94.9
I. de la Bahía	37,995	0.45	17.1
La Paz	177,964	0.45	80.1
Lempira	293,787	0.45	132.2
Ocatepeque	123,039	0.45	55.4
Olancho	343,051	0.45	154.4
Santa Bárbara	394,183	0.45	177.4
Valle	170,767	0.45	76.8
Yoro	530,122	0.45	238.6
<b>Total</b>	<b>7,197,303</b>		<b>3,238.8</b>

Fuente Organización Panamericana de la Salud (OPS) [1]

**Tabla No. 7.2 Tipos de disposición final de los Residuos Sólidos y Peligrosos en la municipalidades de Honduras, 2005**

<b>Tipo de disposición</b>	<b>Municipalidades</b>
Relleno sanitario mecanizado	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Puerto Cortés</li> <li>▪ Roatán</li> <li>▪ Talanga</li> </ul>
Cierre técnico y operación mejorada	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ La Ceiba</li> <li>▪ Choloma</li> </ul>
Relleno sanitario semi-mecanizado en trinchera	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Choluteca</li> <li>▪ Copán Ruinas</li> <li>▪ La Paz</li> <li>▪ Sabanagrande</li> <li>▪ San Ignacio</li> <li>▪ Villanueva</li> </ul>
Botaderos controlados o semicontrolados	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Santa Bárbara</li> <li>▪ San Pedro Sula</li> <li>▪ Tegucigalpa</li> </ul>
Botaderos o tiraderos sin control	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 286 municipios</li> </ul>

Fuente Organización Panamericana de la Salud (OPS) [1]

### Experiencias de manejo de Basura en Honduras

Las grandes ciudades como San Pedro Sula y Tegucigalpa, no cuentan con rellenos sanitarios, sino con botaderos a cielo abierto. Estos sitios reciben los residuos sólidos de los sectores industrial, comercial, residencial, e institucional y de áreas públicas (calles y parques) transportados por los servicios municipales y empresas privadas contratadas por las alcaldías. Una característica de la operación de estos sitios, es que no se efectúa ningún control del tipo de residuos, por lo que pueden depositarse residuos peligrosos sin considerar sus impactos potenciales para la salud y el ambiente. Este botadero terminara su permiso de operación en el 2011 y al momento no se han planificado sitios potenciales para su reemplazo [27].

En el caso particular de la ciudad de Tegucigalpa, de las 850 toneladas/día de residuos sólidos no clasificados generados, se estima que 650 toneladas tienen como destino final el Botadero Municipal. Este sitio funciona desde 1977 y se encuentra ubicado a una distancia aproximada de 6.5 kilómetros del límite norte de la zona urbana. A partir de 2004, la ciudad de Puerto Cortés, cuenta con un relleno sanitario, localizado, aproximadamente a 5 kilómetros de la ciudad, con una extensión de 17 hectáreas,

estimando una vida útil de 12 años. El sitio recibe en promedio 40 toneladas/día de residuos sólidos municipales, en instalaciones que cuentan con cerco perimetral, oficinas de vigilancia y administrativa, sub-drenes, captación de lixiviados, geomembrana de 60 mills (1.5 mm), recubrimiento de arcilla, medio filtrante (geotextil y grava), drenaje de agua pluvial, drenaje de lixiviados, vigilancia del nivel freático, pozos de control de calidad de agua y chimenea de captación de gases, entre otros.

En las ciudades de La Ceiba y Choloma, las autoridades municipales contrataron en el 2003, a la empresa WPP Continental de Honduras, para desarrollar el Cierre Técnico y Operación Mejorada de los botaderos a cielo abierto, mediante lo cual procura cumplir con los requerimientos ambientales y de salubridad para los sitios de disposición final de residuos sólidos y así mitigar los impactos ambientales sobre el aire, suelo, aguas subterráneas, aguas lluvias, ríos y salud de la población. La operación mejorada consiste en seguir recibiendo los residuos sólidos, conformarlos, compactarlos, e impermeabilizarlos; acoplándolos al diseño del cierre [28].

### Legislación

La legislación existente con relación al manejo de los residuos sólidos establece la competencia de las municipalidades para organizar, contratar y asumir la responsabilidad de los servicios de limpieza (Código de Salud). La Ley de Municipalidades establece la autonomía municipal, la autoridad para la prestación de los servicios públicos y la facultad para recaudar sus propios recursos. La Ley General del Ambiente, ratifica la autoridad municipal en la gestión de los residuos sólidos y asigna la competencia de control y regulación de los servicios al Ministerio del Ambiente. El Proyecto **USAID/MIRA** ha colaborado con la elaboración de los **Reglamento de “Residuos Sólidos”, “Manejo de Aguas Residuales” y “Manejo de Sustancias Químicas”** del País, el cual al momento de elaboración del presente diagnostico no ha sido aprobado por el Gobierno de Honduras y que vendrán seguramente a mejorar la disposición final y uso del agua en los rellenos sanitarios.



### Generacion de Energia Electrica a partir de la Basura

Se estima que el costo promedio de operación en un relleno es de \$40 por tonelada de residuo [2]. La generación de energía basada en los residuos residenciales puede ser mediante la combustión de sólidos en calderas especiales, o por la captura de gas metano. Habría que efectuar estudios específicos para determinar cuál de las dos tecnologías mencionadas se adapta más al tipo de los residuos generados, a nivel de cada ciudad. Esta habilitación debe ser establecida desde el inicio de un relleno, pues las modificaciones para la captura a los botaderos actuales es imposible o poco eficiente. Aproximadamente un 35% de los residuos son reciclables y un 15% utilizables como combustibles en calderas. El restante 50% es material orgánico y de relleno para generación de metano y estabilidad del suelo. Para efectos de este cálculo energético se tomara como base la emisión de 0.10 pies cúbicos de metano por libra de basura en el sitio y un poder calorífico de 500 BTU/pie cubico [3]. Esto da un potencial teórico de generacion de energia eléctrica de 10.9 MW<sub>e</sub>.

Se ha identificado un potencial para generacion de energia en las ciudades de: Ceiba, Tegucigalpa, Puerto Cortes y Choloma. Sin embargo solamente Tegucigalpa y San Pedro Sula generan una cantidad mayor a 350 Ton/día que es un criterio para aprovechamiento energético

### Aspectos de Diagnóstico Relevantes del Sistema.

Hay varios factores que inciden en la eficiente implementación de proyectos relacionados con la generacion de energia a partir de la basura los cuales listo a continuación:

- a.- La responsabilidad del manejo de la basura recae sobre las municipalidades quienes tienen poca capacidad de inversión de capital para proyectos alternos de mejoramiento del sitio.
- b.- La mayoría de los botaderos de basura no tienen un adecuado manejo de sus desechos (industriales, domésticos o peligrosos), siendo estas fuentes de contaminacion a receptores de agua, Esto debido principalmente a la ausencia de alguna legislación ambiental que los regule.

c.- Se han efectuado pocas investigaciones relacionadas con los potenciales energéticos de generacion de energia térmica o eléctrica a partir de la basura

**Generacion Teórica de Metano y Energia Electrica en Rellenos Sanitarios de Honduras**

Departamentos	Generación diaria (Ton/día)	Produccion de Metano (pie³/año)	Años para ser operativo (> 1.0 MM Ton)	Potencial Generacion Energia Electrica (Mwe)
Atlántida	170.7	10242,000.00	16	
Colón	118.4	7104,000.00	23	
Comayagua	180.1	10806,000.00	15	
Copán	149.6	8976,000.00	18	
Cortés	583.9	35034,000.00	5	5.0
Choluteca	197.6	11856,000.00	14	
El Paraíso	179.6	10776,000.00	15	
Fco. Morazán	601.4	36084,000.00	5	
Gracias a Dios	30.7	1842,000.00	89	
Intibucá	94.9	5694,000.00	29	
I. de la Bahía	17.1	1026,000.00	160	
La Paz	80.1	4806,000.00	34	
Lempira	132.2	7932,000.00	21	
Ocatepeque	55.4	3324,000.00	49	
Olancho	154.4	9264,000.00	18	
Santa Bárbara	177.4	10644,000.00	15	
Valle	76.8	4608,000.00	36	
Yoro	238.6	14316,000.00	11	
<b>Total</b>	<b>3,238.8</b>	<b>194,334,000.00</b>		<b>10.9</b>

**Fuente [1] y Proyecciones de Consultoria**

d.- Para que un relleno tenga una capacidad adecuada de generacion se deben cumplir al menos tres aspectos: Debe tener al menos 1.0 millón de toneladas ya recibidas, debe tener la disponibilidad de seguir recibiendo basura diariamente y debe tener una profundidad de 40 pies o más del relleno. Son por estas tres razones que los únicos botaderos en Honduras que llenan esta capacidad son los de Tegucigalpa y San Pedro Sula. Los demás rellenos deben disponer de Flares para incinerar sus emisiones hasta que lleguen a cumplir los requisitos arriba descritos.

### Experiencias de Proyectos de Generacion Térmica/Electrica en Honduras

1.-En el ZIP BUFALO existe un proyecto de utilización energética de los residuos de la maquila, para implementar el cual adquirió una caldera para ser alimentada con residuos de tela y cartón para la generación de vapor, utilizado en el proceso de curado de concreto en la fábrica CONHSA. Hasta hoy no pareciera existir interés por parte de los comerciantes para efectuar un estudio de factibilidad de generación de energía a partir de los residuos de todas las maquilas, a pesar de contar con un abundancia de estos y con excelentes características combustibles.

2.- Industria Cementeras. Quema de llantas y otros desechos tóxicos/peligrosos.

3.- El Relleno de la municipalidad de Cortes y Ceiba tienen un sistema de captura de metano, pero no hay indicaciones que lo están aprovechando para generacion de energia.

## **8.- Generacion de Energia a Partir de Desechos de Produccion del Maíz**

La cosecha de maíz representó para la temporada 2007-2008 una cantidad de **536,000 toneladas métricas (11, 798,092 quintales)** de acuerdo al Instituto Nacional de Estadísticas INE (Encuesta Agropecuaria Básica, Mayo 2009).

Se estima una cantidad de 80,000 toneladas métricas de desechos provenientes únicamente del olote (mazorca vacía), que representa solamente el 15% del desecho; el resto es en forma de tallo, ramas y hojas de la planta y que generalmente son quemados, picados o dispuestos en las fincas para compostaje de abono para las plantaciones. Es importante indicar que la mayoría del residuo agrícola generado durante la cosecha debe ser incorporado como capa orgánica al suelo nuevamente para servir como barrera de protección de erosión por viento, lluvia y para reducir el flujo de calor por Radiación solar y la evaporación de humedad del suelo [29].

Esta cantidad de residuos puede ser utilizada para la producción de Etanol a partir de la Celulosa de los residuos del maíz, al descomponer las cadenas de carbohidratos en glucosa, para efectos de cálculo en la presente investigación utilizaremos un valor de producción de 18 Galones de Etanol por Tonelada de desperdicio generado [30], se estima que se puede producir teóricamente una cantidad de **1, 500,000 galones de etanol** a partir del olote de la mazorca de maíz; esta producción de etanol corresponde a reemplazar el 38% de la importación de gasolina al país correspondiente al año 2008 [31]

### **Aspectos de Diagnóstico Relevantes del Sistema.**

Hay varios factores relevantes relacionados con la producción de biocombustibles a partir de los desechos agrícolas provenientes del cultivo del maíz los cuales listo a continuación:

a.- La demanda del residuo a partir de los desechos del maíz para producción de etanol a partir de la celulosa, no representa una competencia ya que estos subproductos no tienen algún grado alimenticio para el ser humano. Si son importantes para el aporte de nutrientes para el terreno; razón por la cual se considera únicamente el olote como

aporte para producción energética, ya que solo se toma el 15% de los desechos de la planta.

b.- Hay poca información relacionada con la ubicación georeferenciadas de las plantaciones anuales y fijas de maíz que permitan hacer estimaciones de factibilidad de ubicación de plantas de refinamiento de Etanol en el país.

c.- Debe haber una alianza muy estrecha con la Secretaria de Agricultura y Ganadería (SAG) para la investigación y promoción a los agricultores de técnicas de cosecha y cultivo de residuos o plantaciones energéticas agrícolas en el país, con el objetivo de incentivar la producción de una manera sostenible y económicamente rentable para el productor.

d.- Se necesita la aprobación del Reglamento de “Residuos Sólidos” elaborado por la USAID/MIRA para la SERNA, para eficientar el uso optimo del recurso generado en los desechos agrícolas.

## Referencias

- 1.- Dirección de planificación de la ENEE.
- 2.- Datos de campo recolectados durante la elaboración del diagnóstico.
- 3.- ENEE / Capacidad Instalada en El Sistema Periodo 2007-2008 (Estadísticas 2008)
- 4.- Ley de Promoción a la Generación de Energía Eléctrica con Recursos Renovables de Honduras. Decreto No.70-2007.
- 5.-Reglamento Para El Control de Emisiones Generadas Por Fuentes Fijas, USAID/MIRA 2008.
- 6.- Instituto Nacional de Estadísticas INE/ Censo Cultivos Permanentes 2007-2008.
- 7,8.- Datos de campo recolectados durante la elaboración del diagnóstico.
- 9.- Visitas a las plantas: San Alejo, Palcasa, Hondupalma, Exportadora del Atlántico en Lean y Aguán.
- 10.- Energía a Partir de Desechos de Aserrío, Winrock International Institute for Agriculture Development, 1990
- 11,12.- Anuario Estadístico Forestal 2008, ICF
- 13.- Energía a Partir de Desechos de Aserrío, Winrock International Institute for Agriculture Development, 1990.
- 14.- Proyecto de Factibilidad Planta Eléctrica a partir de Desechos de la Madera en CORFINO. 1984 Cooperación Internacional Japonesa.
- 15.- Desechos Biomásicos de la madera para producción de energía. FAO.
- 16.- Entrevista de Campo a: Honduras Plywood Plantel Guaimaca.
- 17,18.- ICAFE, Costa Rica / Análisis de Costos en el Procesamiento del Café, 2001.
- 19.- USAID, Honduras / Manejo de Energía y Conservación para Honduras, 2008.
- 20.- Instituto Mesoamericano de Desarrollo, MDI.
- 21.- IHCAFE Estadísticas cosecha 2007-2008.
- 22.- Enpower Corporation, Generación de Energía con Cascarilla de Arroz.
- 23.- Visitas de campo a: Graneros de Honduras.
- 24.- Manual de Desechos Sólidos AGSTAR de la USEPA, 2008
- 25.- La Producción y El Aprovechamiento del Biogás, Escuela Agrícola Panamericana del Zamorano, Honduras (Ing. Gabriel Moncayo).
- 26.- Informe de la Evaluación Regional de los Servicios de Manejo de Residuos Sólidos Municipales en América Latina y El Caribe". Organización Panamericana de la Salud (OPS), Washington, D.C. 2005
- 27.- Alcaldía Municipal de Tegucigalpa / Departamento de Manejos Sólidos
- 28.- Manual Para Desarrollo de Proyectos en Rellenos Sanitarios/ USEPA.
29. - The Viability of Corn Cobs as a Bioenergy Feedstock, University of Michigan, Daron Zych.
- 30.- Inventario Energético de Honduras 2009, Dirección de Energía de Honduras.
31. - Renewable Energy Handbook.

**Jerarquización de Problemas Principales Asociados con El Aprovechamiento del Recurso Biomásico en Honduras y Sus Objetivos Específicos**

<b><u>Problema</u></b>	<b><u>Objetivo Especifico</u></b>
01.- No existe en el País una institución que centralice y coordine la funciones de formulación de la Política y Planificación Integrada del Sistema Energetico nacional	Se ha logrado el ordenamiento y fortalecimiento institucional y el establecimiento de normativas que favorecen la concrecion de proyectos de aprovechamiento de residuos biomasicos
02.- Carencia de personal técnico y profesional en la rama energética.	Se ha logrado la formación de personal técnico en las áreas de manejo de energia a niveles de educación media, técnica y universitaria.
03.- Revisar la Ley de Incentivos a Las Energías Renovables.	Se ha logrado revisar la Ley de Incentivos a las energías renovables
04.- Ausencia de normas y regulaciones tendientes a la eficiencia energética (motores eléctricos, iluminación, vapor).	Se ha logrado articular una política integral de ahorro y uso racional de la energia eléctrica y térmica.
05.- Disponer Auditorias Energéticas Calendarizadas de Bajo o Cero Costo a las Empresas.	Se ha logrado articular un departamento de auditorías energéticas disponibles y calendarizadas a las empresas.
06.- La creciente participación de la Generacion a base de combustibles fósiles	Se ha estructurado un marco legal con incentivos y facilidades para el desarrollo de mediano y grandes proyectos biomasicos.
07.- Falta de Información Georeferenciada de inventarios biomasicos con fines energéticos	Se ha logrado elaborar un inventario preciso de la ubicación geográfica y cantidad del recurso energético biomásico del país.
08.- Ausencia de normas y regulaciones ambientales especificas (Agua, Aire y Desechos Sólidos)	Se ha logrado implementar las normas ambientales de uso adecuado de agua, residuos sólidos y emisiones atmosféricas.
09.- Ausencia de Fondo de Incentivo a uso de Tecnologías Renovables	Se ha logrado habilitar un fondo de incentivo a utilizar energías renovables para generacion
10.- Presencia más activa y creativa de ofrecer opciones Financieras para sector energia	Se ha logrado que los entes financieros elaboren planes atractivos y novedosos para tomar crédito y financiar proyectos de energia renovable

## Líneas Estratégicas y Sus Acciones Específicas

Objetivo Especifico	Línea Estratégica 01	Acciones Específicas	
01	Estableciendo una Propuesta Legal-Institucional que defina con claridad las funciones y competencias del sector energético entre los diferentes actores y que promueva la consolidación de una Institución que centralice todas las Actividades Energéticas del País.	1.-Formulación de una propuesta de estructura institucional donde se precisen específicamente las funciones de la Institución Coordinadora.	
		2.- Socialización a los diferentes actores para ampliar comentarios e implementarlos a la operabilidad de la Institución.	
		3.- Creando un programa atractivo de incentivos monetarios y académicos para que los empleados de la Institución Coordinadora deseen hacer carrera profesional en la organización	
		4.- Incorporación de actores relevantes del sistema para la consulta en la toma de decisiones del sector energético	
		5.- Identificando puntos esenciales de interacción con municipalidades, organismos privados y de cooperación Internacional.	
		6.- Creado una cartera de proyectos renovables para disposición del sector de inversionistas y cooperación internacional.	

Objetivo Especifico	Línea Estratégica 02	Acciones Específicas	
04	Promoviendo la Modernización de Las Plantas con Tecnología Eficiente	1.- Adaptación de Experiencias del Programa GAUREE, PESIC y CNP+L para análisis de eficiencias energéticas	
		2.- Elaborando campanas publicitarias educativas	
		3.- Formulación de una ley de Eficiencia Energética	
		4.- Prestando Asistencia técnica gratuita en las plantas seleccionadas con consultores personal propio, consultores nacionales/extranjeros y vendedores de equipo	
		5.- Propiciando el encuentro periódico de empresas afines a usos energéticos para la discusión y retroalimentación de ideas.	
		6.- Propiciando la organización periódica de ferias energéticas.	
		7.-Utilizando tecnologías de información modernas	
		8.- Analizando tarifas multihorarias	
		9.- Adopción a la realidad nacional Normas Internacionales como NEC,NFPA, DOT, DOE	
		10.- Divulgando proyectos exitosos de uso de energia	

Objetivo Especifico	Línea Estratégica 03	Acciones Específicas	
02	Desarrollando Personal Académico Calificado en Temas Energeticos	1.- Creando cursos energéticos en línea virtuales	
		2.- Estableciendo un programa de capacitación energética periódico con organismos nacionales y regionales (CNP+L,OLADE, BUNCA)	
		3.- Creando programas académicos en los sectores de educación media, técnica y universitaria.	
		4.- Solicitando la donación de becas para estudio en el extranjero de pregrado y postgrado.	



Objetivo Especifico	Línea Estratégica 04	Acciones Especificas	
05	Disponer Auditorias Energéticas Calendarizadas de Bajo o Cero Costo a las Empresas.	1.- Contratando Personal Capacitado en Manejo de Energia	
		2.- Capacitando regularmente el recurso energético local	
		3.- Formando Comités Energeticos en Cada Empresa Auditada	

Objetivo Especifico	Línea Estratégica 05	Acciones Especificas	
10	Presencia más activa y creativa de ofrecer opciones Financieras para sector energia	1.- Entrenando a personal financiero en aspectos técnicos	
		2.- Creando campañas agresivas de productos financieros energéticos	
		3.- Promocionando los resultados a nivel de Camaras de Comercio y publico energetico específico.	