

## CONTENIDOS

### Ámbito Nacional

Biomasa para producir electricidad, prioridad en cuba

Biomasa cañera, fuente inagotable de energía

### Globales

Ingenio azucarero ejemplo en venta de excedente de energía a la red

CADASA emprende proyecto de cogeneración de energía a base de biomasa en Panamá

Crece la generación por eólica y biomasa en Brasil

### La Propuesta del Mes

Residuos azucareros como fuente de combustible para la generación eléctrica

**Eventos**



#### IMPOR TANT E

La información que se publica en el boletín no es responsabilidad de la editorial CUBAENERGÍA.

## EDITORIAL

*Estimado lector:*

*Dedicamos un nuevo número a la temática de la Biomasa Cañera*

*En varios países la energía eléctrica se produce -en una alta proporción- en plantas que emplean combustible fósil. El precio histórico de los mismos y la influencia negativa al medio ambiente por emisiones de los Gases de Efecto Invernadero han hecho necesario el desarrollo de otras fuentes de energía como la biomasa, entre otras.*

*El empleo de la biomasa de la caña de azúcar -básicamente el bagazo y los residuos agrícolas de la cosecha (RAC)- ofrecen amplias posibilidades para producir esta energía con resultados económicos y ambientales positivos.*

*La presión a que se genera el vapor en las calderas tiene un valor significativo en la eficiencia de la producción de energía eléctrica, en el ahorro de fuel oil equivalente y en la reducción de la emisión de los Gases de Efecto Invernadero. Las experiencias mundiales actuales se relacionan con el empleo de presiones de 67 atmosferas y 520 oC, lo que propicia que con la misma cantidad de combustible -el bagazo- se pueda producir más de 100 kWh/t de caña procesada.*

*La cantidad de energía eléctrica que se puede generar en una fábrica de azúcar de caña es suficiente para cubrir sus propias necesidades y se puede obtener una cantidad adicional para su suministro al SEN, así como satisfacer las necesidades de otras producciones como la producción de alcohol.*

*Antonio Valdés Delgado*  
*Cubaenergia*  
[avalds@cubaenergia.cu](mailto:avalds@cubaenergia.cu)

#### REDACCIÓN [renovable.cu](http://renovable.cu)

**CUBAENERGÍA**, Calle 20 No 4111e/18ª y 47, Miramar, Playa, Ciudad de La Habana, CUBA. **Teléfono:** 72062064. [www.cubaenergia.cu/](http://www.cubaenergia.cu/) **Consejo Editorial:** Lic. Manuel Álvarez González/ Ing. Anaely Saunders Vázquez. **Redactor Técnico:** Ing. Antonio Valdés Delgado. **Edición:** Lic. Lourdes C González Aguiar **Compilación y Maquetación:** Grupo de Gestión de Información **Diseño:** D.i. Miguel Olano Valiente. **Traducción:** Lic. Odalys González Solazabal. **RNPS 2261**

# Ámbito Nacional

---

## BIOMASA PARA PRODUCIR ELECTRICIDAD, PRIORIDAD EN CUBA

3/10/2016

<http://www.prensa-latina.cu/index.php?o=rn&id=30916&SEO=uso-de-cana-biomasa-para-producir-electricidad-prioridad-en-cuba>

La generación de electricidad a partir de fuentes renovables de energía, en especial la biomasa cañera, es hoy una prioridad estratégica para el país y es parte de sus programas de desarrollo.

En opinión del director general de Zerus, Francisco Lleo, una entidad perteneciente al Grupo Azucarero Azcuba, se trabaja en el Programa de Bioeléctricas, el cual consiste en instalar 950 MW en plantas diseñadas con parámetros de eficiencia que permitan generar altos niveles de electricidad excedentes, y según la capacidad de molienda en los centrales seleccionados.

Tal proyecto, agregó el directivo, consiste en la construcción, montaje y puesta en marcha de 25 Bioeléctricas con capacidades de generación que van desde los 20 hasta los 60 MW, en todas las provincias del archipiélago cubano.

Según Lleo este programa constituye una cartera de oportunidades abierta al mundo a través de la ley cubana de inversión extranjera la cual, en el caso de Azcuba se centra en 20 Bioeléctricas pendientes de contratos y actualmente en oferta.

Actualmente hay cinco proyectos de construcción de Bioeléctricas ya definidos, que se instalarán e igual número de centrales, entre ellos dos correspondientes a los ingenios Ciro Redondo y Jesús Rabí, pertenecientes a las zonas central y occidental, respectivamente. Se espera que ambos estén concluidos antes del 2020.

Desde el punto de vista técnico, ese tipo de instalación se construirá anexa a la fábrica de azúcar y en tiempo de zafra se abastecerá de todo el bagazo producido, residuos agrícolas y del condensado de vapor puro procedente de preevaporadores.

Las Bioeléctricas suministrarán a su vez a la fábrica de azúcar, el vapor de escape de los turbo generadores para el proceso de producción del endulzante, así como la electricidad que necesita.

De acuerdo con expertos del sector, la caña aporta en cada zafra cubana varios tipos de azúcares, y más de 20 tipos de derivados, entre estos, electricidad, alcoholes, bebida, tableros de bagazo, biofertilizantes, bioestimulantes y alimento animal.

## BIOMASA CAÑERA, FUENTE INAGOTABLE DE ENERGÍA

1/10/2016

<http://www.prensa-latina.cu/index.php?o=rn&id=23468&SEO=biomasa-canera-fuente-inagotable-de-energia>

Materia prima fundamental del Grupo Azucarero Azcuba, la caña es hoy fuente de 20 tipos de derivados, entre ellos de electricidad, alcohol y alimento animal.

En conversación con Prensa Latina, la jefa de Generación Eléctrica de Azcuba, Bárbara Hernández, aseguró que la producción azucarera se sustenta energéticamente en la cogeneración de vapor y electricidad para la clarificación del jugo de la caña, su filtración, evaporación y cristalización.



Desde la zafra de 2002, la industria azucarera cubana vende excedentes eléctricos del proceso fabril a la Unión Eléctrica de Cuba de forma creciente y sostenida, pero en parámetros de eficiencia insuficientes para lograr los niveles de aporte energético que necesita el país.

De acuerdo con Hernández, actualmente los productores de azúcar del mundo abandonan el viejo paradigma de considerar la biomasa cañera (bagazo y paja) un residuo molesto y de bajo valor comercial de su producción de sacarosa, y la reconocen como un combustible de gran utilidad para generar energía.

El Programa de Bioeléctricas de Azcuba, una vez implementado en su totalidad, tendrá un impacto importante en la diversificación de las producciones de la agroindustria.

Se trata de una materia prima que incrementará en más de cuatro veces el aporte de Azcuba al país de electricidad amigable con el medio ambiente, e influirá de forma positiva en el cambio de la matriz energética nacional.

Actualmente es renovable cerca del cuatro por ciento de la energía utilizada en Cuba, y de esa cifra la mayor proporción la aporta la industria azucarera.

El país prevé alcanzar paulatinamente hasta el 2030 que más del 24 por ciento de la matriz energética la ocupen las fuentes renovables: eólica, fotovoltaica, hidráulica, biogás y la biomasa de la caña y de la rama forestal.

## Globales

---

### INGENIO AZUCARERO EJEMPLO EN VENTA DE EXCEDENTE DE ENERGÍA A LA RED

28/9/2016

<http://feriaexposolar.com/?p=832>

El Ingenio azucarero en Colombia lleva más de 10 años produciendo electricidad para el país aprovechando el bagazo de la caña (combustible renovable) a través de la biomasa, un tipo de energía renovable que aprovecha estos residuos y los convierte en calor o energía.

A través de la cogeneración el sector azucarero colombiano ha logrado producir y ofrecer el excedente de energía a la red eléctrica. Constituye uno de los de mayor potencial en el país por la disponibilidad de biomasa, en especial el bagazo.

¿Cómo funciona el proceso de cogeneración?

Desde sus inicios los ingenios han utilizado el bagazo de la caña (combustible renovable) como combustible para alimentar sus calderas y utilizar el vapor como energía para el funcionamiento de sus procesos. La cogeneración entonces utiliza la energía en forma de calor producida por el bagazo para generar vapor y luego mediante el uso de turbogeneradores, la energía eléctrica.

El vapor de escape del turbogenerador entonces va al proceso productivo mientras que la electricidad es mayoritariamente utilizada para su consumo propio. La porción de energía no utilizada se vende a la red nacional.

¿Qué ventajas trae ésta cogeneración?

La utilización del bagazo como combustible renovable así como la reducción de emisiones de Gases Efecto Invernadero ya que el bagazo es un combustible de biomasa que tiene menor impacto que los combustibles fósiles y es un sistema estable de energía, además permite un uso racional de la energía.

¿Cuánta energía aporta el sector azucarero al país?

La capacidad de generación de energía que está instalada en 2016 es de 237 MW, lo que en la práctica alcanza para abastecer la mitad de los hogares en Cali y la capacidad de generación excedentes es de 78 MW, resulta suficiente para atender una ciudad como Pereira.

La capacidad de cogeneración registrada ante XM (filial de ISA) ha presentado un incremento importante, al pasar de 35 MW en 2009 a 87 MW en 2015. Esto representa el 0,5% de la capacidad de generación efectiva neta del país



### CADASA EMPRENDE PROYECTO DE COGENERACIÓN DE ENERGÍA A BASE DE BIOMASA EN PANAMÁ

6/9/2016

<http://www.panamaon.com/noticias/>

Los objetivos principales de CADASA para la implementación de este proyecto, según un comunicado de prensa de la compañía es aportar al desarrollo de la matriz energética de nuestro país y al mismo tiempo proteger el ecosistema local con una producción más eficiente de azúcar y energía. Para esto construyen esta primera planta de energía a base de bagazo, la cual cuenta con una capacidad instalada de generación de 32MW, según pudo conocer Miguel Sanchiz, de la sección de negocios de Panamá On, y editor de Panama Business News.

Global Bank en conjunto con Metrobank y Banco Internacional de Costa Rica firmaron con CADASA un préstamo para el financiamiento del proyecto que deberá entrar en funcionamiento para la zafra del 2017.

El proyecto supone que el bagazo, un residuo procedente del proceso de producción del azúcar, se usará como combustible durante la época de zafra. CADASA utilizará parte de la energía generada para abastecer los requerimientos de la fábrica azucarera y el resto lo exportará a la red eléctrica.

“Global Bank Corporation ha sido un socio financiero a largo plazo para CADASA con inversiones previas que han contribuido al crecimiento de la compañía como el ingenio azucarero más eficiente del país”, comentó Carlos Mouynes, Vicepresidente de la Banca de Inversión de Global Bank. “Este financiamiento refleja un fuerte compromiso del Banco para continuar financiando proyectos para el desarrollo de la infraestructura de Panamá, en particular la producción de energía limpia, como una prioridad estratégica del País”, añadió Mouynes.

El Central Azucarero de Alanje, S.A., está localizada en el Corregimiento de El Tejar, Distrito de Alanje, Provincia de Chiriquí, a sólo 20 Kilómetros de la Ciudad de David, con una temperatura promedio de 26.26°C y una precipitación anual promedio 2 200 mm. de lluvia.

El Ingenio en Chiriquí tiene una capacidad de molienda instalada de 7 200 toneladas de cañas diarias para un potencial de 600 000 toneladas de caña procesables y 1 200 000 quintales de azúcar por zafra



## CRECE LA GENERACIÓN POR EÓLICA Y BIOMASA EN BRASIL

07/9/2016

<http://www.alondraenergia.com/>

Brasil ha tenido un buen 2016 en materia de energía renovable. En los primeros seis meses del año se ha visto un aumento de generación eléctrica mediante energías renovables, en concreto eólica y biomasa. En el caso de la generada por la acción del viento, su generación ha aumentado un 55 % en relación con el mismo periodo en el año 2015, mientras que las centrales térmicas de biomasa han generado un 61 % más de energía que el año anterior.

La energía eólica de las plantas conectadas al Sistema Interconectado Nacional (SIN), generó 2 860 MW de media desde enero hasta junio. Esto supone un 55 % más que en 2015, cuando generó 1 018 MW promedio. Esto ha sido posible gracias a los 366 parques eólicos instalados, por todo el país. Son 122 más que se suman a los 244 que operaban el pasado junio.

En cuanto a generación por estados, Rio Grande do Norte ha sido el que se ha aportado más. En total ha generado 911 MW promedio gracias a su capacidad instalada que es la mayor del país, 2 773 MW. Tras él se encuentra Bahía que ha generado casi 600 MW de media, y cuya capacidad instalada es de 1 750 MW. A estos les siguen Ceará y Rio Grande do Sul

¿Y la biomasa?

En cuanto a la biomasa, la capacidad instalada y conectadas al SIN, también ha crecido. Las plantas de biomasa ahora tienen capacidad para generar hasta 11,6 GW. Esto representa un 7,4 % más que en el mismo periodo de 2015, cuando la capacidad era de 10,8 GW.

El combustible más utilizado en la generación de centrales de biomasa, ha sido el bagazo de caña, que representó el 93,5 % del total, con 3 054 MW de energía producida en junio. Tras él se encuentran la pulpa de celulosa con un 3,5 % (114 MW) y los residuos forestales con el 1,2 % del total (39 MW).

El mayor productor de energía procedente de la combustión de biomasa en junio fue el estado de São Paulo, con plantas que produjeron 1 631 MW promedio, equivalente a 50 % de la fuente de generación en el SIN. Siguen Goiás (503 MW), Mato Grosso do Sul (413 MW), Minas Gerais (403 MW) y Paraná (142 MW).

En junio se contaron 246 plantas alimentadas con biomasa, 11 más de las que estaban en funcionamiento en el mismo periodo de 2015.



### CONFERENCIA INTERNACIONAL DE DESARROLLO ENERGÉTICO SOSTENIBLE

Fecha: 23/10/2017-27/10/2017

Lugar: Cayo Santa María, Cuba

Cuba se propone, hasta el 2030, instalar 633 MW en energía eólica, 700 MW en solar fotovoltaica, 56 MW en hidráulica y 755 MW con biomasa cañera, todo lo cual deberá satisfacer el 24 % de la demanda eléctrica en ese año. Además el país está promoviendo el uso sostenible y con el mayor impacto posible sobre la economía y el desarrollo social del país, de otras fuentes como el biogás, biomasa forestal, pequeña hidráulica, solar térmica y residuos urbanos.

El Centro de Estudios Energéticos y Tecnologías Ambientales (CEETA) tiene a bien invitarle a la "Conferencia Internacional de Desarrollo Energético Sostenible", que se desarrollará en el marco de la Convención Internacional 2017 de la Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas.

Podrán participar investigadores, académicos, empresarios, asesores o funcionarios encargados de políticas energéticas, estudiantes, y demás especialistas de todo el mundo que trabajan por lograr un desarrollo humano sostenible.

Nuestro encuentro tendrá lugar del 23 al 27 de octubre del 2017 y su sede principal será el hotel "Memories Paraíso Azul", ubicado en el polo turístico Cayo Santa María.

La conferencia tiene entre sus objetivos principales intercambiar criterios científicos, académicos y prácticos sobre sistemas de transformación energética, modelación, optimización, matrices, planeación y mitigación de impactos ambientales.

Paralelamente a la convención se organizará una feria expositiva, donde se exhibirán los resultados alcanzados en investigaciones y tecnologías nacionales y foráneas con potencial para contribuir al desarrollo energético sostenible.



### CONGRESO DE ENERGÍA RENOVABLE - ARGENTINA

Fecha: 14/06/2017-15/06/2017

Lugar: Hotel and Convention Centre, Sheraton, Buenos Aires

<http://www.energiarenovableargentina.com/>

El Congreso de Energía Renovable, es un evento de planificación y estrategias dentro de la industria argentina de las energías renovables. El congreso analizará la posición de las energías renovables en la nueva infraestructura energética de Argentina. Se discutirán las últimas novedades, estrategias y oportunidades dentro del mercado de la energía solar, eólica, geotérmica, biomasa e hidroeléctrica.

El congreso ofrecerá la oportunidad de reunir a distintos sectores de la industria energética de Argentina con expertos de Latino América y América del Norte, en los que se incluyen Chile, Brasil, Uruguay, USA y México, para tratar y maximizar el potencial de las energías renovables en Argentina

¿Porque participar?

- Estrategias para optimizar el desarrollo de la energía renovable en Argentina.
- La participación con los principales interesados y responsables de alto nivel en esta materia.
- Crear asociaciones estratégicas y establecer nuevos contactos con representantes de distintos sectores industriales a través de reuniones presenciales.
- Inteligencia de negocios, intercambio de información y liderazgo.
- Recibir información actualizada sobre las últimas tendencias en el sector y en las proyecciones del mismo.



## **RESIDUOS AZUCAREROS COMO FUENTE DE COMBUSTIBLE PARA LA GENERACIÓN ELÉCTRICA**

Valdés Delgado, A., Centro de Gestión de la Información y Desarrollo de la Energía  
[avaldes@cubaenergia.cu](mailto:avaldes@cubaenergia.cu)

Tomado de: Memoria del Congreso Iberoamericano sobre microrredes de generación distribuida con renovables, Costa Rica, 1 y 2 de diciembre, 2015

### **Resumen**

Las producciones de azúcar y alcohol a partir de la caña de azúcar originan residuos agrícolas e industriales que pueden ser usados como combustible, para la producción de calor y/o electricidad. Tales son los casos de los Residuos de Cosecha de la Caña de Azúcar (RAC), el Bagazo, la Cachaza y las Vinazas que se originan en la propia fábrica además se puede considerar la Molida Integral de la Caña (MCI) todos ellos representan combustibles renovables, no contaminante del medio ambiente y que pueden sustituir al combustible fósil en la producción de calor y/o electricidad.

En una producción de un millón de toneladas de azúcar se obtienen unos 2,8 millones de toneladas de bagazo, 3,3 millones de toneladas de residuos de la cosecha (RAC), unas 40 000 toneladas de cachaza y si se emplean sus mieles finales se puede producir unas 90 toneladas de alcohol y como consecuencia unas 1260 toneladas de vinazas.

En el presente trabajo se exponen las incidencias favorables al uso de estos residuos para la producción de calor y/o electricidad.

Palabras clave: Residuos, bagazo, biogás, vinazas, electricidad.

### **Introducción**

La caña de azúcar puede proporcionar diferentes biomásas para ser usada como combustible, tal es el caso de los Residuos de Cosecha de la Caña de Azúcar (RAC), el Bagazo que se obtiene en la propia fábrica y la Cachaza además se puede considerar la Molida Integral de la Caña (MCI) como fuentes renovables de combustible que pueden estar disponible de esta planta.

En una producción de un millón de toneladas de azúcar se obtienen unos 2,8 millones de toneladas de bagazo, 3,3 millones de toneladas de residuos de la cosecha (RAC) y de cachaza, en la etapa agrícola de este agro-producto se originan los RAC mientras que en la etapa industrial se obtienen el Bagazo y la Cachaza y si se emplean sus mieles finales se pueden producir unas 90 toneladas de alcohol y como consecuencia unas 1260 toneladas de vinazas.

La utilización de la biomasa procedente de la caña de azúcar como fuente de combustible sólido, líquido o gaseoso para la generación de energía térmica y/o eléctrica se alcanza al procesarse esta materia prima para la producción de azúcar y/o alcohol, y es, como se ha señalado el bagazo el principal combustible que se obtiene de la producción.

## **Los residuos agrícolas de la cosecha como combustible (rac)**

La caña de azúcar tiene -además del tallo - otros componentes como son las hojas verdes y secas y el cogollo (Ripoli 2004) todo ello se denominan como los Residuos agrícola de la Cosecha (RAC), - ellos representan alrededor de los 25 % del peso de la caña entera, al cosecharse la caña de azúcar una parte de estos componentes de la planta se mezclan con los tallos y se envían a la fábrica y otra parte se queda en el campo.

Una fábrica de azúcar que procese 1 000 toneladas de caña limpia por día puede disponer de 82.5 toneladas de RAC como un combustible adicional, las otras 247.5 toneladas una parte va a la fábrica con la caña y el resto se queda en el campo. Se obtiene -de cada millón de tonelada de azúcar producida- una cifra de unas tres millones trescientos mil toneladas de un combustible de la biomasa cañera, de éstos alrededor de 1 650 000 toneladas pueden estar disponibles para la producción de calor y/o electricidad.

## **El bagazo de la caña de azúcar**

El bagazo es la parte fibrosa de la caña, representando el residuo del procesamiento de la caña en la etapa de la extracción de sus jugos, Este se puede definir como el combustible natural del proceso de producción de azúcar; su combustión puede realizarse en forma directa del proceso de producción sin algún tipo de acondicionamiento, o sea, que la materia prima que se emplea para la producción de azúcar y/o alcohol - la caña de azúcar - trae a la fábrica su propio combustible, en magnitudes tales que satisface plenamente los requerimientos termo-energéticos del proceso tecnológico, Mediante un uso eficiente del vapor en el proceso tecnológico y en la eficiencia de las calderas se puede incrementar la disponibilidad de este combustible y satisfacer las necesidades térmicas para la producción de azúcar, de alcohol y disponer de sobrantes que permiten incrementar en la producción de electricidad.

## **La molienda integral de la caña**

El procesamiento de la Caña en forma Integral en las fábricas que producen el azúcar y/o alcohol a partir de la caña de azúcar indica la posibilidad de un aumento directo de la cantidad del residuo industrial de la extracción de la sacarosa de la caña o sea el bagazo. Un análisis realizado entre las pérdidas en las mieles y el aumento del bagazo por el aumento de la biomasa procesada y los precios del azúcar y del combustible indicaron que puede ser económicamente factible el proceso de la MCI. (Valdés 2001).

Con el objetivo de valorar la incidencia del procesamiento de la Caña Integral, se considera una fábrica que procese 5 000 toneladas de caña por día, se estima que la caña en el campo presenta alrededor del 25 % de una biomasa adicional al tallo verde -las hojas verdes, hojas secas y cogollo, lo que significa una caña total o integral de 6500 toneladas en el campo antes de su cosecha. En la tabla 1 se muestra el aumento de la cantidad de biomasa al procesarse el cogollo y las hojas adicionalmente a la caña limpia.



Tabla 1. Aumento de la cantidad de biomasa al procesarse el cogollo y las hojas adicionalmente a la caña limpia

Cogollo Procesado (%)	Fibra caña (%)	Bagazo Caña (%)	Bagazo (ton/día)	Bagazo adicional a la caña limpia	
				(ton/día)	(%)
100	20.6	41.2	2678	1100	70
70	20.7	41.4	2635	1055	68
50	20.7	41.5	2604	1024	65
30	20.8	41.6	2573	993	63
0	20.9	41.8	2529	949	60
<i>Caña limpia</i>	13.0	26.0	1300	-	-

### La cachaza y la producción de biogás

Los residuos de la purificación de los jugos para la producción de azúcar y/o alcohol o sea la cachaza presentan un contenido tal de materia orgánica tal que posibilita la producción de biogás mediante su tratamiento anaeróbico y a partir de este combustible es factible la producción de electricidad a razón de unos 1.8 a 2.0 kWh por m<sup>3</sup> de biogás; Se obtienen alrededor de 1 400 000 t en una zafra que produzca 4 000 000 t de azúcar.

Esta cachaza bajo un tratamiento anaeróbico puede producir alrededor de unos 130 a 155 m<sup>3</sup> de biogás por tonelada de cachaza (Anon 2002), en la siguiente tabla se muestra información sobre esta producción.

Tabla 2. Información sobre la producción de Biogás a partir de cachaza en la India

Parámetro	Fábrica	Fábrica
Caña molida (t/d)	2500	6000
Cantidad de cachaza (t/d)	75	240
Biogás producido (m <sup>3</sup> /d)	9750	37000
Cantidad biogás producido referido a la cantidad cachaza (m <sup>3</sup> /t)	13	155
	0	

### Las vinazas y la producción de biogás

En lo que respecta a la producción de biogás a partir de los residuales de la producción de alcohol o sea de las vinazas, se estima una obtención de 20-22 m<sup>3</sup> de biogás/m<sup>3</sup> de vinaza, con una eficiencia del 70 % en la remoción de DQO. (López 1996)

A manera de ejemplo el ingenio Magdalena en Guatemala con una destilería que produce 300 m<sup>3</sup> por día de alcohol tiene una planta de biogás para el tratamiento de sus vinazas (4200 m<sup>3</sup> vinaza/d) o sea se obtienen unos 14 m<sup>3</sup> de vinazas por m<sup>3</sup> de alcohol y se produce 124 000 m<sup>3</sup> Biogás/d. o sea en esta instalación se alcanza una producción de 29.5 m<sup>3</sup> de biogás por m<sup>3</sup> de vinazas (Byron, 2013).

## La energía térmica y la producción de electricidad

El vapor producido por la combustión de la biomasa cañera se destina hacia la producción de energía mecánica o eléctrica y la energía térmica para los requerimientos de los procesos tecnológicos de la producción del azúcar o el alcohol.

En una fábrica que procese 1 000 toneladas de caña por día , con una presión media de generación de vapor de 28 kg/cm<sup>2</sup> y con un consumo de vapor en el proceso de 550 kg/ton caña, puede generar unos 2167 kWh, mientras que con un consumo de 380 kg/ton caña la generación sería de 1497 kWh, sin embargo en este último caso, se obtendrá bagazo sobrante que puede ser empleado para producir más electricidad, o energía térmica para satisfacer no solo las necesidades de la producción del azúcar sino también las necesidades de las producción de alcohol. Un esquema térmico con óptimo aprovechamiento del vapor permite lograr sobrantes de bagazo del orden del 20-25 %.

El bajo consumo de energía mecánica en comparación con las necesidades de energía térmica determinan la posibilidad de implementar un sistema de cogeneración de energía eléctrica. El consumo de energía eléctrica para los equipos motrices de la fábrica es del orden de los 15-25 kWh/ton caña.

La presión de generación del vapor tiene una incidencia significativa en la producción de energía eléctrica, en el ahorro de fuel oil y en la reducción de la emisión de gases de efecto invernadero en la Tabla 2.se muestran estos datos para una fábrica que procese diariamente unas 10 000 toneladas de caña.

Tabla 3. Incidencia de la presión de generación de vapor sobre la producción de energía eléctrica, el ahorro de fuel-oil y la reducción de la emisión de gases de efecto invernadero

<b>Preston vapor</b> (kg/cm <sup>2</sup> )	<b>Índice Generación</b> (kg vapor/ kWh)	<b>Energía eléctrica generada</b> (kWhr /t caña)	<b>Combustible Evitado</b> (kg/h)	<b>CO<sub>2</sub> Evitado</b> (kg/h )
42	8.	69.9	81	2567
65	6.	90.0	10	3300
100	5.	96.4	11	3535

### Potencial para la generación de energía eléctrica usando residuos de la producción de azúcar.

En la tabla 4 se expone la cantidad de electricidad que se pudiera producir para diferentes presiones de vapor a partir de procesar 10 000 ton caña por día para la fabricación de azúcar.

Se puede observar como con incrementos en la presión del vapor se puede obtener entre un 25 y un 35 % más de energía eléctrica producida con las mismas cantidades de biomasa.

Tabla 4. Producción de energía eléctrica a partir de residuos disponibles de la producción de azúcar para diferentes presiones de generación de vapor.

Caña molida (t/d)	Cantidad (t/d)			TOTAL	
	RAC	BAGAZO	CACHAZA		
10 000	1650	2800	400	---	
<b>PRODUCCION DE ENERGIA ELECTRICA (kWh/día)x10<sup>3</sup></b>					%
Presión vapor (bar)	RAC	BAGAZO	CACHAZA	TOTAL	
42	453	770	120	1343	--
65	586	995	120	1683	25.3
100	620	1069	120	1809	34.6

### Potencial para la generación de energía eléctrica a partir de residuos de la producción de azúcar y de alcohol

En la tabla 5 se expone la cantidad de electricidad que se pudiera producir para diferentes presiones de vapor a partir de procesar 10 000 ton caña por día para la fabricación de azúcar y alcohol y con el empleo de las mieles finales producidas.

En el caso de la producción de alcohol la energía eléctrica producida se basa en su obtención a partir de la producción de biogás de los residuales líquidos de la producción del alcohol o sea sus vinazas.

Tabla 5. Producción de energía eléctrica a partir de residuos disponibles de la producción de azúcar y alcohol para diferentes presiones de generación de vapor

Caña molida (t/D)	Cantidad			VINAZA (m <sup>3</sup> /día)	TOTAL
	RAC	BAGAZO	CACHAZA		
10 000	1 650	2 800	400	1 260	---
<b>PRODUCCION DE ENERGIA ELECTRICA (kWh/día)x10<sup>3</sup></b>					
Presión vapor (bar)					
42	45	770	120	74	1417
65	58	995	120	74	1757
100	62	1069	120	74	1883

Se puede observar cómo se incrementa en 74 MW la producción eléctrica al emplearse el biogás a partir de las vinazas de la producción de alcohol.

## La tecnología de gasificación de la biomasa y el ciclo combinado

En los últimos años se han propuesto esquemas teóricos del empleo de la gasificación del bagazo y los residuos agrícolas de la cosecha cañera con el objetivo de su suministro a una turbina de gas para la generación de electricidad; estudios posteriores indican el uso de ciclos combinados gas-vapor para aprovechar el calor sensible del gas que sale de la turbina para generar vapor en una caldera recuperadora de calor y por consiguiente generar una mayor cantidad unitaria de energía eléctrica.

Soluciones de generación-cogeneración de electricidad, en el mediano-largo plazo, pueden cambiar significativamente con la introducción de esta tecnología de Gasificación de Biomasa-Turbina de Gas- Ciclo Combinado (BIG-GT-CC), que aunque en la actualidad se encuentra en fase de desarrollo es de esperar que en el futuro se pueda encontrar disponible comercialmente.

Se indica que esta tecnología puede lograr índices de generación del orden de los 220 KWh/tc en época de zafra y fuera de zafra 400 kg/t RAC. (Larson 1990) Scott (2002).

Ello implicaría la posibilidad de aumentar la producción de energía eléctrica entre 5 y 40 veces los esquemas típicos actuales donde se emplean turbinas de contrapresión.

En resumen, existen tecnologías disponibles y en desarrollo que pueden propiciar el mejor aprovechamiento de los residuos de las producciones de azúcar y alcohol, sin embargo, tanto por nuestro país como por otros países de América Latina la obtención de sus beneficios se enmarcan básicamente en la disponibilidad de financiamiento para ejecutar este tipo de inversión.

A manera de ejemplo de un plan inversionista a mediano plazo para incrementar la producción de electricidad a partir del empleo de energía renovable utilizando básicamente la biomasa cañera se expone el plan de desarrollo hasta el 2030 en Cuba en correspondencia con un proceso inversionista que considera la instalación de más de 750 MW en plantas termoeléctricas en 19 fábricas de azúcar y por consiguiente un incremento importante de la producción de energía eléctrica del país lo que incidirá sobre la introducción de energías renovables en la matriz energética vinculada a la producción de electricidad.

A continuación se expone la ubicación y potencia proyectada del plan inversionista de las plantas termométricas en las 19 fábricas de azúcar.

Figura 1. Ubicación y potencia proyectada del plan inversionista de las plantas termométricas en las fábricas de azúcar seleccionadas (MINEM 2014)



### Conclusiones

Con la elaboración y evaluación del diseño del sistema logístico para el manejo integral descentralizado de los residuos sólido urbano, se pudo definir los elementos que componen el sistema logístico diseñado y mejoró las utilidades después de impuesto en comparación con la logística actual para el MCRSU de los RSU. Se evidenció el aporte positivo en la introducción del modelo manejo integral descentralizado de los RSU, la planta de aprovechamiento de RSU y el diseño de sistema logístico en los beneficios económicos y ambientales del tratamiento y aprovechamiento energético determinados residuos, y la asignación de precio para incrementar los ingresos en el sector comunal.

**renovable.cu: PRÓXIMA EDICIÓN DEDICADA A:  
I CONFERENCIA INTERNACIONAL ENERGÍA E INNOVACIÓN PARA EL DESARROLLO  
SOSTENIBLE**

Cualquier sugerencia o comentario escribir a: [renovablecu@cubaenergia.cu](mailto:renovablecu@cubaenergia.cu)

**Inicio**

Envíe sugerencias o comentarios a: [renovablecu@cubaenergia.cu](mailto:renovablecu@cubaenergia.cu)