

Tecnologías limpias y eficientes de cogeneración con biomasa en la Asociación de Países del Sudeste Asiático (Asean)

Clean and efficient biomass-based cogeneration technologies in South East Asian Countries (ASEAN)

Autor



Dr. Ludovic Lacrosse

Director, Full Advantage Co., Ltd.
Ex Coordinador de Cogen 3
ludovic.lacrosse@cogen3.net
Websites: <http://www.cogen3.net> y
<http://www.full-advantage.com> .

Palabras clave

Biomasa, cogeneración,
energía renovable

Biomass, cogeneration,
renewable energy

Resumen

Desde principios de los años 90, el Programa EC-Asean Cogen ha apoyado la implementación de proyectos de cogeneración de biomasa que hayan sido probados, limpios y eficientes. Nuevas tecnologías de Europa han sido introducidas en el arroz, el azúcar, la palma de aceite y los sectores de maderas provenientes de países Asean. Algunas plantas de biogás también han sido implementadas en otros sectores. Durante este período, estructuras institucionales en la mayoría de países del Sudeste Asiático han sido ajustadas para promover el uso de energía renovable en general y la biomasa en particular. Programas de pequeños productores han sido establecidos para que las agroindustrias que producen más residuos de biomasa de los que necesitan para cubrir sus requerimientos de energía puedan vender ese exceso de energía a las redes nacionales. Estas medidas alentaron a estas agroindustrias a reemplazar sus viejas y contaminantes plantas de energía por equipos modernos y ecológicos que optimizaran la conversión de sus desechos de biomasa en energía útil. Así se generaron beneficios adicionales sustanciales. Al beneficiarse de la experiencia en el sector del azúcar, los molinos de palma de aceite en Asean decidieron invertir en sistemas de mayor eficiencia. Algunos molineros, que tradicionalmente usaban calderas de baja presión a base de fibras y conchas conectadas a turbo generadores de contrapresión, decidieron implementar calderas de alta presión (66 barras) utilizando fibras, conchas y efb como combustible para ser apareado con la extracción y condensación de los turbo generadores. Desde apenas unos cuantos MWe, algunos proyectos generaron hasta 14MWe, de los cuales 10MWe fueron vendidos a las redes locales. Estos proyectos ahora se consideran como proyectos de referencia en Asean. Su réplica en toda la región y en el mundo ofrece un potencial para una nueva capacidad energética de varios miles de MWe. Se presentarán la estructura, objetivos y retos del programa EC-Asean Cogen y se darán ejemplos de proyectos ya implementados, sus características técnicas y sus beneficios económicos y ambientales.





Abstract

Since the early 90's, the EC-Asean Cogen Program has been supporting the implementation of proven, clean and efficient biomass cogeneration projects. New technologies from Europe have been introduced in the Asean rice, sugar, palm oil and wood sectors. Some biogas plants have also been implemented in other sectors. During that period, institutional frameworks in most South East Asian countries have been adjusted to promote the use of renewable energy in general and biomass in particular. Small Power Producer programs have been established to offer the possibility for agro-industries producing more biomass residues than what they actually needed to cover their own energy requirements, to sell excess power to the national grids. Those measures encouraged these agro-industries to replace their old, inefficient and polluting energy plants by modern, efficient and environmentally-friendlier equipment to optimize the conversion of their biomass wastes into useful energy. Substantial additional profits were generated. Benefiting from the experience of the sugar sector, palm oil mills in Asean started to feel it attractive to invest in higher efficiency systems. Traditionally using low pressure boilers run on fibers and shells connected to back pressure turbo-generators, some palm oil millers decided to implement high pressure boilers (66 bar) using fibers, shells and efb's as fuels, to be coupled to extraction-condensing turbo-generators. From just a few MWe, some projects generated up to 14 MWe, 10 MWe being sold to the local grid. Those projects are now considered as reference projects in Asean. Their replication in the whole region and in the rest of the world offers a potential for new power capacity of several thousands of MWe. The EC-Asean Cogen Program structure, objectives and challenges are presented. Examples of implemented projects, their technical characteristics and their economic and environmental benefits are provided.



Desde comienzos de la década del 90, el programa EC-Asean Cogen apoya la implementación de proyectos probados de cogeneración limpia y eficiente a base de biomasa. En la Asociación de Países del Sudeste Asiático (Asean) se han introducido nuevas tecnologías europeas en los sectores de arroz, azúcar, palma de aceite y maderas. En otros sectores también se han puesto en funcionamiento algunas plantas de biogás.

Durante ese período, en la mayoría de los países del sudeste asiático se han ajustado los marcos institucionales para promover el uso de energía renovable en general y biomasa en particular. Se han establecido programas energéticos para que los pequeños productores tengan la posibilidad de vender la energía sobrante a la red nacional y a las agroindustrias que producen más residuos de biomasa de los que necesitan para cubrir sus requisitos energéticos.

Esas medidas estimularon a las agroindustrias a reemplazar sus viejas, ineficientes y contaminantes plantas eléctricas por equipos modernos, eficientes y ambientalmente sanos para optimizar la conversión de sus residuos de biomasa en energía utilizable. Con ello, se generaron ganancias sustanciales adicionales.

Aprovechando la experiencia del sector azucarero, las plantas de beneficio de palma de aceite en países Asean comenzaron a ver el atractivo de invertir en sistemas más eficientes. Algunas plantas de beneficio, que tradicionalmente utilizan calderas de baja presión, operadas con fibra y cáscaras y conectadas a turbo-generadores de contrapresión, decidieron pasarse a las de alta presión (66 bar) utilizando fibra, cáscaras y racimos vacíos o tusas como combustible, acopladas a turbogeneradores de extracción-condensación. Con una generación previa de unos pocos MWe, un proyecto llegó a generar hasta 14 MWe, de los cuales 10 MWe se venden a la red eléctrica local. Este es un proyecto de referencia en la Asociación de Países del Sudeste Asiático que se ha replicado en toda la región y que para el resto del mundo ofrece un potencial para aumentar la capacidad de energía eléctrica en varios miles de MWe.

Este documento presenta la estructura, objetivos y retos del Programa EC-Asean Cogen y proporciona ejemplos de proyectos que se lo han apropiado por sus características técnicas y sus beneficios económicos y ambientales.

I. El Programa EC-Asean Cogen (1991-2005)

Este es un programa de cooperación económica entre la Comisión Europea y la Asociación de Países del Sudeste Asiático (Asean) que intenta acelerar la implementación de tecnologías probadas de generación de calor y/o energía eléctrica a partir de residuos agroindustriales y de madera. Cogen Fase I (Cogen 1), que se ejecutó entre 1991 y 1994, arrancó con todos los trabajos exploratorios que consistieron en identificar el mercado potencial de energía de biomasa en Asean, las compañías europeas que podrían suministrar equipos a las industrias que generan residuos, lo mismo que fabricantes locales de equipos que podrían convertirse en socios de los proveedores europeos.

Cogen 2 (1995-1998) se centró en la consolidación de la fase I con un mejor entendimiento de las necesidades de las industrias en países Asean y una expansión de la dinámica de los proveedores europeos en la región. De hecho, la mayor parte de ellos estableció sus actividades en países del sudeste asiático para tener mayor presencia y un contacto más estrecho con los clientes potenciales. Después de una brecha de tres años (1999 a 2001) Cogen 3 se lanzó en 2002 y tuvo una duración de cuatro años. El proyecto siguió promoviendo la cogeneración a partir de residuos de biomasa pero también a partir de gas y el uso de tecnologías limpias de carbón. A pesar de esta innovación, Cogen 3, como sus antecesores, continuó estando muy orientado hacia la biomasa. Sin embargo, apoyó proyectos de mucha mayor capacidad, principalmente en los sectores de azúcar y aceite de palma, como se ilustra en la Sección III.

La organización de Cogen 3 se basó en:

1. Una Gerencia de Programa, con sede en el Instituto Asiático de Tecnología de Bangkok (Tailandia), compuesta por un grupo multidisciplinario de 25 expertos nacionales e internacionales, encargados de la coordinación general de las diferentes actividades de Cogen 3.
2. Un grupo de coordinación, con sede en Europa, que transmitía información a los proveedores europeos de equipos, a los desarrolladores de proyectos y a los financistas, sobre el mercado en países Asean y, a su vez, proporcionaba al merca-

do de Asean datos relacionados con tecnologías europeas para el mercado del sudeste asiático.

3. Grupos de Coordinación de Países del Sudeste Asiático (cct, por sus siglas en inglés) como contactos locales de los desarrolladores de proyectos, proveedores de equipos, financistas, encargados de desarrollo de políticas, etc. Los cct brindaron, regularmente, información al Cogen 3 pmu sobre oportunidades potenciales de negocios para los proveedores europeos.

Esta estructura general facilitó el intercambio de información entre los principales interesados y las dos regiones (la Unión Europea y Asean) y contribuyó a estimular la cooperación comercial entre los socios identificados.

Con el paso de los años y a medida que se organizaban más actividades, tanto en la Unión Europea como en Asean, aumentó la visibilidad de Cogen 3 que se propuso los siguientes objetivos:

1. Facilitar el desarrollo del proyecto de cogeneración.
2. Proporcionar información estratégica de mercados.
3. Crear capacidad, concienciar e informar sobre cogeneración.
4. Orientar políticas.
5. Implementar Proyectos de Demostración a Gran Escala (fsdp, por sus siglas en inglés).

Cogen 3 preparó una serie de informes comerciales relacionados con los aspectos que se anuncian enseguida:

1. Evaluación de recursos locales y su uso potencial para cogeneración.
2. Prácticas regulares en las principales industrias locales y potencial de mejoramiento.
3. Inventario de las tecnologías más apropiadas (Directorio Cogen).

Se diseñaron herramientas comerciales que permitieron a los desarrolladores del proyecto evaluar fácilmente la factibilidad técnica y financiera de los proyectos. Estas propuestas se presentaron regularmente en seminarios y talleres de capacitación organizados por el programa.



Luego de un tiempo se estableció el concepto de *Semanas de Cogeneración* que se centró en organizar varios eventos relacionados con la cogeneración, durante una semana en cada país miembro de Asean. En cada certamen se abordaron temas políticos, técnicos, económicos, financieros y ambientales para sensibilizar a los responsables de la formulación de políticas sobre la importancia de apoyar la cogeneración a nivel nacional y de asesorar a los desarrolladores de proyectos de cogeneración en la selección de tecnologías y la financiación de los planes.

Se organizaron algunos viajes de estudio en Asean y en Europa. Igualmente, se coordinaron visitas a proyectos de cogeneración y reuniones entre los responsables de las políticas, tanto en Europa como en los países miembros de Asean, para ofrecerles la oportunidad de aprender de las experiencias de la contraparte en la promoción de cogeneración.

Pero lo que hizo famoso al Programa EC-Asean Cogen es el resultado más tangible de las actividades realizadas entre 1991 y 2005: sus 24 proyectos demostrativos a gran escala realizados principalmente en los sectores de arroz, azúcar, aceite de palma y maderas en los respectivos países del sudeste asiático. El objetivo de estos proyectos fue demostrar la confiabilidad técnica y la viabilidad económica de tecnologías europeas a los usuarios finales de los esos países. Al proyecto se le concedió una pequeña fracción de los costos de inversión, máximo del 15% y con un tope de € 500.000. Como contrapartida, a los beneficiarios se les exigió visitar las plantas de cogeneración y autorizar el monitoreo de las suyas después de la implementación.

Gran parte de estos planes de cogeneración a base de biomasa fueron los primeros en su clase en países Asean. Inclusive, uno de ellos se desarrolló como la primera planta de beneficio de palma de aceite en el mundo: la planta de 14 MW TSH de Sabah (Malasia), que se describirá en la Sección III. Estos proyectos demostrativos se han replicado ampliamente en toda la región.

II. Cogeneración con biomasa en el contexto de Asean

En los países del sudeste asiático productores de azúcar, aceite de palma, arroz y maderas utilizan biomasa (una de las fuentes más importantes de energía

renovable en la región) como combustible para cubrir parte o todas sus necesidades de energía. A pesar de su amplio uso, todavía hay mucho por hacer para optimizar la utilización de biomasa en este campo.

El crecimiento de la demanda de energía en estos países es muy alto. Políticas gubernamentales favorables y condiciones de financiación para la cogeneración han estimulado progresivamente el desarrollo de grandes y pequeños sistemas de cogeneración en las agroindustrias, que proporcionan la energía necesaria para su funcionamiento. La sobrante se vende a empresas cercanas o a la red nacional.

La mayoría de los países Asean son grandes productores de madera y de insumos agrícolas que cuando se procesan industrialmente pueden generar elevadas cantidades de residuos que varían de 20 a 70% de la materia prima utilizada. Estos desechos tienen, por lo general, muy poco valor económico, incluso negativo, debido a los costos involucrados en su eliminación.

Cada año se generan en la región más de 120 millones de toneladas de biomasa, que podrían destinarse a la alimentación de sistemas de cogeneración de alta eficiencia con una capacidad aproximada de 10 GW. Una tendencia creciente de las industrias relacionadas con la biomasa es utilizar cogeneración para satisfacer sus demandas de energía y mejorar la rentabilidad.

Los molinos de arroz producen gran cantidad de cascarilla como residuo sólido (aproximadamente 20% del arroz con cáscara), que también puede ser utilizado como combustible en una planta de cogeneración. Al contrario de las plantas de procesamiento de azúcar y aceite de palma existen muy pocas plantas de cogeneración en los molinos de arroz en países Asean. En razón a que el arroz es la base de la alimentación y a que es un producto agrícola ampliamente exportado en esta región, parece que los sistemas de cogeneración con calderas de presión media (más de 30 bar) y turbinas de extracción-condensación eficientes responden a los desafíos planteados por la eliminación de la cascarilla de arroz. La venta de la ceniza producida durante la combustión de la cascarilla puede generar ingresos por más de 100 dólares por tonelada de ceniza de sílice amorfa de alta calidad, que incrementa la rentabilidad de esos sistemas.

En la industria azucarera el bagazo es el residuo fibroso que se produce después de la extracción del

jugo de la caña. Tradicionalmente, se utiliza como combustible para producir energía y vapor para el consumo interno de los ingenios. En los países Asean, la cogeneración en la mayoría de los ingenios azucareros se limita actualmente a equipos obsoletos que usan tecnología térmica de vapor convencional basada en plantas viejas de cogeneración. El equipo consta de calderas convencionales de baja presión con alimentadores que operan a 20-25 bar y turbinas de contrapresión. Las instalaciones modernas operan mínimo a 40 bar utilizando turbogeneradores de extracción-condensación. Pueden producir hasta tres veces la cantidad de energía generada por los sistemas convencionales. La energía sobrante se exporta a la red eléctrica nacional.

En la industria palmera, hasta un 70% de los racimos de fruta fresca (rff) se convierte en desechos en forma de racimos vacíos, fibra, cáscaras y aguas residuales. La fibra y las cáscaras tradicionalmente se emplean como combustible para generar energía y vapor. Las aguas residuales a veces se convierten en biogás, para generar electricidad.

Lo mismo que los ingenios azucareros, las plantas de beneficio de palma de aceite tradicionalmente se han diseñado para cubrir sus propias necesidades de energía (calor y electricidad) mediante calderas de baja presión y turbogeneradores de contrapresión. La demanda de calor y energía en la industria palmera generalmente se satisface operando calderas de baja presión, de tres pasos con rejilla horizontal fija y de diseño simple que producen vapor saturado a 15-20 bar.

Actualmente existen y se están implementando tecnologías de conversión de energía más eficientes que aprovechan todos los residuos sólidos del aceite de palma, incluyendo los racimos vacíos. Por tanto, las plantas de beneficio de aceite de palma tienen el potencial de originar grandes cantidades de electricidad con sus propios residuos. La energía sobrante se puede exportar a las redes nacionales.

III. Plantas de cogeneración con biomasa implementadas en Asean

Esta sección tiene como objetivo presentar tres de los mejores ejemplos de cogeneración con biomasa probada, limpia y eficiente, aplicados en el sudeste asiático, gracias al apoyo del programa EC-Asean

Cogen. Estos proyectos incluyen tecnologías europeas introducidas en los sectores de arroz, azúcar y aceite de palma en esos países.

Molino de arroz Chia Meng

Localizado en la provincia de Nakhon Ratchasima, el molino de arroz Chia Meng es uno de los más grandes de Tailandia, con capacidad para procesar 700 toneladas de arroz por día. La producción diaria de 140 toneladas de cascarilla de arroz se usa para alimentar la planta de cogeneración de 2,5 MW, en operación desde marzo de 1997.

La planta consta de los siguientes componentes:

1. Un silo de cascarilla de arroz, con un sistema automático de extracción, transporte y alimentación de caldera.
2. Una caldera que produce 17 toneladas de vapor sobrecalentado a 35 bar y está equipada con un sistema automático de eliminación de ceniza.
3. Un turbogenerador de condensación multietapa de 2,5 MW.
4. Intercambiadores de calor que usan los gases de combustión de la caldera y/o vapor sobrecalentado para generar agua caliente para las secadoras de arroz.

El costo total de inversión del proyecto fue de 3,6 millones de euros, sin incluir obras civiles y cimientos de edificios. Los ingresos más importantes vienen de ahorros en aceite combustible, electricidad y eliminación de cascarilla de arroz. Existe un ingreso adicional generado por ventas de cenizas. El tiempo de recuperación de la inversión de este proyecto fue de 3.6 años después de la puesta en marcha de la planta. El total de gases de efecto invernadero evitados con la caldera a base de cascarilla de arroz fue de aproximadamente 7.000 toneladas de CO₂ equivalente, al año (Figura 1).

Dan Chang Bio-Energy

El Grupo Mitr Phol Sugar de Tailandia que ha estado en el negocio del azúcar por más de 50 años fue el responsable de la ejecución de este proyecto. En 2004, la capacidad total de procesamiento de caña del grupo era de 109.000 toneladas diarias. Además, generaba un total de 32.000 toneladas de bagazo, el principal subproducto del procesamiento de la caña de azúcar.

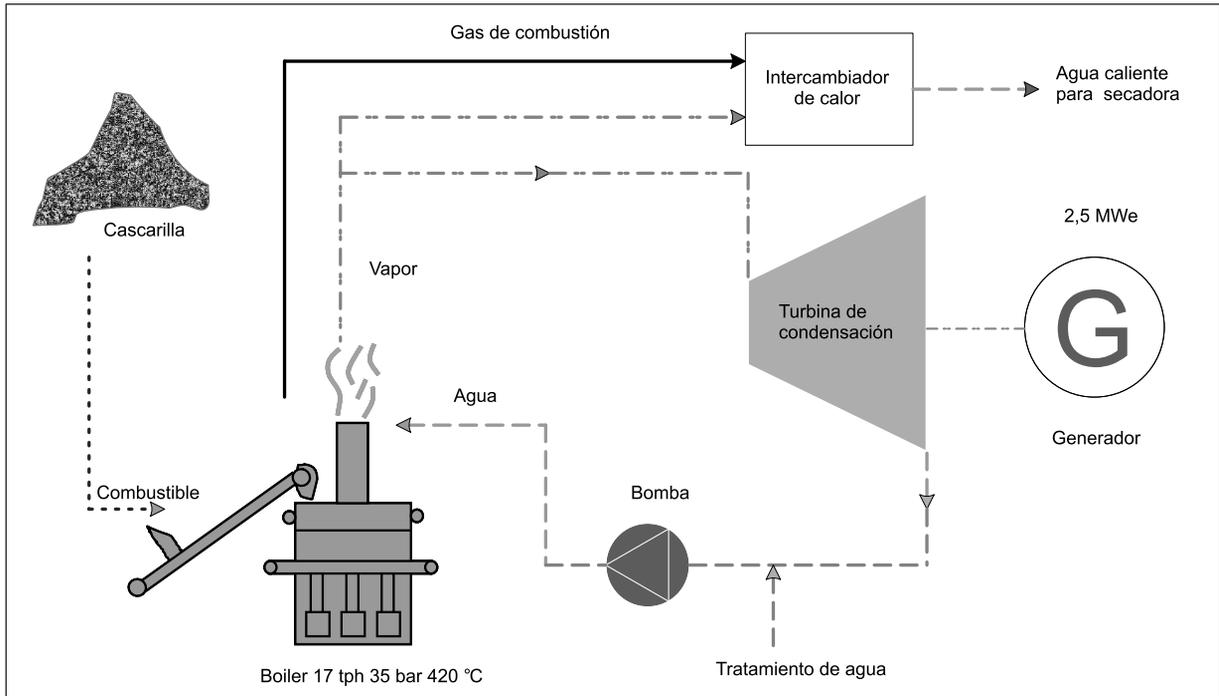


Figura 1. Molino de arroz Chia Meng.

Su proyecto de cogeneración de 41 MWe a base de bagazo fue diseñado para satisfacer las necesidades de vapor y electricidad del ingenio azucarero y para producir 24 MW de electricidad adicional para exportar a la red nacional mediante un contrato firmado a 21 años (Figura 2).

El proyecto consta de los siguientes componentes:

1. Un turbogenerador a vapor de extracción-condensación de 41 MWe.
2. Dos calderas con rejilla vibradora con capacidad horaria individual de 120 toneladas de vapor a 68 bar (a) y 510°C.

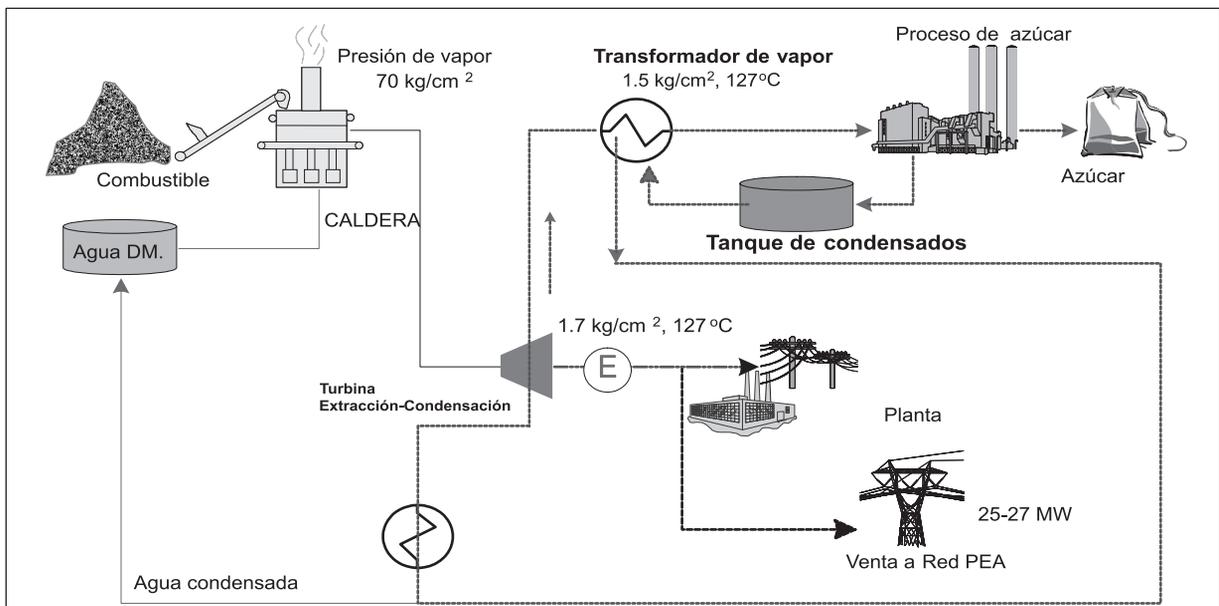


Figura 2. Dan Chang Bio-Energy.

El costo total de inversión del proyecto fue de aproximadamente 35,5 millones de euros, sin incluir obras civiles y cimientos de edificios. El periodo de recuperación de la inversión fue de cinco años después de la puesta en marcha. El principal ingreso para el proyecto proviene de las ventas de electricidad sobrante a la red nacional. El proyecto también obtiene ingresos por la venta de vapor y electricidad al ingenio azucarero. Debido a que la planta de cogeneración está localizada cerca al ingenio, la pérdida de electricidad así como el costo de transmisión y distribución de electricidad, son mínimos. Con la ejecución de este proyecto la reducción en emisiones de gases de efecto invernadero es de aproximadamente 278.610 toneladas de CO₂ equivalente, al año.

TSH Bio-Energy

TSH Bio-energy, una subsidiaria de TSH Resources Bhd, está involucrada en plantaciones de palma de aceite, plantas de beneficio, productos maderables y generación de energía.

Su planta de cogeneración de 14 MW se desarrolló en 2005 y está utilizando racimos vacíos como combustible. La planta está localizada en Kunak, Sabah, zona oriental de Malaysia. La capacidad total de vapor vivo de la caldera es de 80 toneladas por hora a 66,5 bar (g) y 402 °C. Se pueden exportar hasta 10 MWe a

la red local. Adicionalmente, se usan 25 toneladas de vapor para el procesamiento del aceite de palma.

La planta consta de los siguientes componentes:

1. Un sistema de transporte de combustible.
2. Una rejilla vibradora inclinada refrigerada por agua.
3. Una caldera de vapor acuotubular con una capacidad de 80 toneladas por hora, 66,5 bar (g).
4. Un sistema automático de eliminación de ceniza.
5. Una turbina de vapor, multiválvula, con entrada de presión a 50 bar (g).
6. Un turbo-alternador con potencia nominal de 17.500 kVA.

El costo total de inversión del proyecto fue de 9,0 millones de euros, aproximadamente, sin incluir obras civiles y cimientos de edificios. El tiempo de recuperación de la inversión fue de 4 años después de la puesta en marcha.

El uso de residuos de palma de aceite para energía es una forma elegante de eliminar los desechos del procesamiento de la planta de beneficio y, al mismo tiempo, una forma de generar ingresos adicionales. Se estima que habrá una reducción de 40.000 a 50.000 toneladas de CO₂ equivalente anualmente, gracias a la utilización de racimos vacíos (Figura 3).

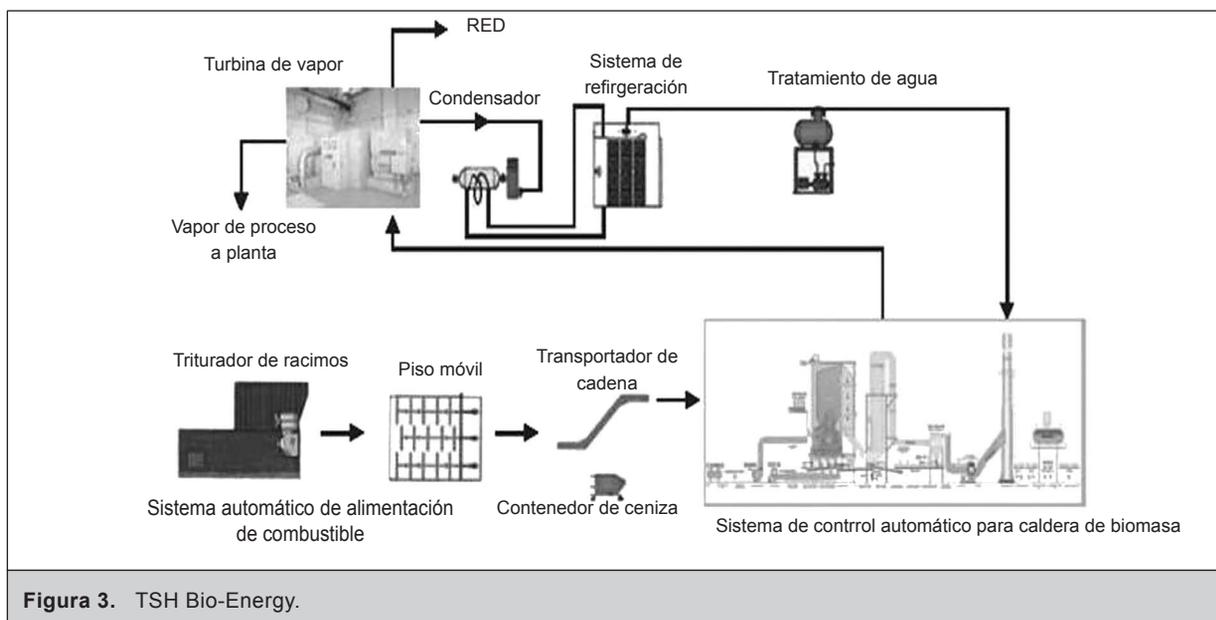
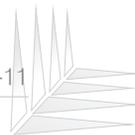


Figura 3. TSH Bio-Energy.



Conclusiones

Cada vez más industrias en países Asean emplean plantas de cogeneración con biomasa, porque es abundante, económicamente atractiva y ambientalmente sana. Los residuos de biomasa pueden ayudar a satisfacer la creciente demanda de energía en países en desarrollo. Cuando se usa en sistemas de cogeneración modernos de presión media a alta, se pueden generar cantidades sustanciales de electricidad en forma eficiente y ambientalmente sostenible.

Los líderes industriales ven la cogeneración como una alternativa para reducir costos y mejorar la

competitividad con la venta de la energía sobrante a la red eléctrica nacional. Al mismo tiempo, es una forma positiva de resolver los problemas del manejo de desechos.

Desde el punto de vista económico, la utilización de biomasa ofrece muchos beneficios como la reducción de la dependencia de combustibles importados y el mejoramiento de la sostenibilidad económica local. Igualmente, con ella se generan beneficios ambientales como la mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero y la reducción sustancial de emisiones de SO_x y NO_x, en comparación con la utilización de combustibles fósiles.



Bibliografía

La información para este artículo ha sido reunida y compilada de los informes y documentos elaborados por Cogen 3. Para mayor información por favor visite el sitio web de Cogen 3: www.cogen3.net.