
Eficiencia Energética en la Industria

ING. JORGE A. CAMINOS

Cooperativa de Comercialización y Transformación Arroceros Villa Elisa Ltda

La Cooperativa nació el 29 de enero de 1974 a partir del impulso de un grupo de productores arroceros de la zona. Actualmente, la Cooperativa, como se la denomina en Villa Elisa, agrupa a más de 100 productores que entregan su cosecha de arroz al Molino. A partir de allí, el arroz es elaborado y fraccionado de acuerdo a los requisitos del mercado argentino y de los diferentes clientes que los solicitan desde distintos lugares del mundo.

La empresa trabajó en la Certificación Internacional de la Calidad, para lo cual se implementó en primer término "Buenas Prácticas de Manufactura", y luego las "normas de inocuidad" (HACCP).

Actualmente, cuenta con la certificación internacional ISO:9001 y la ISO:22000, que garantizan que se entregue un alimento saludable a los consumidores con una elaboración basada en procesos eficientes y controlados

Descripción de las instalaciones

La planta industrial dedicada al acopio e industrialización de arroz, tiene instaladas 4 plantas de secado con las siguientes características:

- Planta de secado 1:** 5 secadoras Agrimaq de 30 ton.
- Planta de secado 2:** 1 secadoras Agrimaq de 30 ton + 1 secadora Mega TC 160 + 2 secadoras Agrimaq de 60 ton
- Planta de secado 3:** 1 secadora Mega TC 160
- Planta de secado 4:** 2 secadoras Mega TC 160



Principales productos

Se distinguen dos líneas principales de productos:

- Arroz , comercializado bajo la marca “Noble Molinos Entrerrianos”
Esta línea incluye variedades de arroz Largo Fino, Doble Carolina, Integral, Parboil y Aromático.
- Alimentos balanceados para bovinos marca NUTRICOOP

Estos productos incluyen alimentos completos para Vacas Lecheras, Terneros y Novillos que se desarrollan a campo como también en Feed Lots.

La producción total de la empresa es de 60.000 toneladas anuales.

Resumen los ahorros detectados

Mejoras	Ahorro Energético Anual	Monto de Inversión [\$]	Ahorro Monetario Anual [\$]	Recuperación en meses
Reemplazo de combustible gas natural por cascarilla de arroz	1.020.000 m³	4.324.718	1.273.637	41
Análisis de fugas en el sistema de aire comprimido	6.940 kWh	S/I	3.015	n/e
Reemplazo de motores en el sector del molino High Efficiency	97.674 kWh	99.870	24.516	49
Reemplazo de motores en el sector del molino Premium Efficiency	121.266 kWh	13.9850	30.430	55
Generación de energía eléctrica con cascarilla de arroz (biomasa)	640.600 kWh	1.425.000	247.890	68,4

Propuestas de mejoras

Reemplazo de combustible gas natural por cascarilla de arroz

Del proceso de preparación y secado del arroz, en este tipo de plantas se produce un importante volumen de residuos conformado por la cascarilla de arroz. Este sub producto representa un 20 % (12.000 Ton/año) de la producción total anual de arroz que procesa la planta (60.000 Ton/año).

Actualmente, la planta consume un promedio de 17 m³ de gas natural por tonelada de arroz procesado equivalente a 9.326.635.200 kcal/año de gas natural, necesarios para cubrir la demanda energética total generada por los procesos de secado.

Teniendo en cuenta el volumen generado de cascarilla vemos que, en términos energéticos, ésta representa un total de 38.400.000.000 kcal/año (considerando Poder Calorífico Inferior de la cascarilla de arroz 3.200 kcal/kg). Comparando este valor con el consumo actual, se observa que con solo un 24,3% de cascarilla (equivalente a 3000 Ton/año) se podría cubrir la demanda energética de las plantas de secado usando este subproducto como combustible en un horno y produciendo aire caliente a partir del mismo.

La cascarilla excedente (9000 Ton/año) se puede comercializar actualmente a un valor del orden de los 200 \$/Ton obteniendo un ingreso de 1.800.000 \$/año, lo cual demuestra que por más que se use cierto porcentaje para generación de energía térmica, el beneficio obtenido por la venta del resto de cascarilla no deja de ser importante

Se propone la utilización de hornos ciclónicos con quemador de biomasa, los mismos se utilizan como generador de calor para el acondicionamiento del aire en los procesos de secado en las plantas cerealeras. Los hornos producen aire caliente en condiciones amigables con el medio ambiente y elimina el consumo de combustibles fósiles.

El diseño y materiales con que está fabricado el horno ciclónico aseguran una larga vida útil con bajos costos de mantenimiento.

Las cenizas provenientes de este horno que quema cascarilla de arroz se pueden usar en la industria de la fabricación de fertilizantes, concreto, cerámica, en la fabricación de materiales refractarios, en los cultivos hidropónicos y en otras muchas aplicaciones que se encuentran hoy en estudio.

Potencia térmica demandada

PLANTA Nº	CANT. SECADORAS	POT. TÉRMICA REQUERIDA [kcal/h]		CANT. HORNOS / MODELO A UTILIZAR
PLANTA SEC 1	5 secadoras Agrimaq de 30 Ton.	625.000 X 5=	3.125.000	1 X HC3000
PLANTA SEC 2	1 secadoras Agrimaq de 30 Ton 1 secadora Mega TC 160 2 secadoras Agrimaq de 60 Ton	625.000 + 2.000.000 + 1.250.000 x 2 =	5.125.000	2 X HC3000
PLANTA SEC 3	1 secadora Mega TC 160	4.000.000	4.000.000	1 X HC 3000 + 1 X HC 1500
PLANTA SEC 4	2 secadoras Mega TC 160	2 X 2.000.000	4.000.000	1 X HC3000 + 1 X HC 1500
TOTAL DE POTENCIA TÉRMICA DE LAS 4 PLANTAS			16.250.000	

Las características de estos hornos, de acuerdo con el fabricante son:

MODELO	HC-1500	HC-3000
Energía generada (Kcal/h)	1.500.000	3.000.000
Temperatura de aire caliente (°C)	90-300	90 - 300
Tasa max. alimentación cáscara de arroz (Kg/h)	450	900
Vol. Max. de ceniza generada (Kg/h)	90	180
Potencia eléctrica del equipo (Hp)	15,5	28
Ventilador de inyección de cáscara (Hp)	3	5,5
Ventilador de inyección de aire secundario (Hp)	3	5,5
Ventilador de aire caliente (Hp)	7,5	15
Transportador de cáscara (Hp)	0,75	0,75
Transportador de ceniza (Hp)	0,75	0,75
Descargador de ceniza (Hp)	0,5	0,5
Dimensiones D x H (m)	2,2 x 9,80	2,5 x 10,9



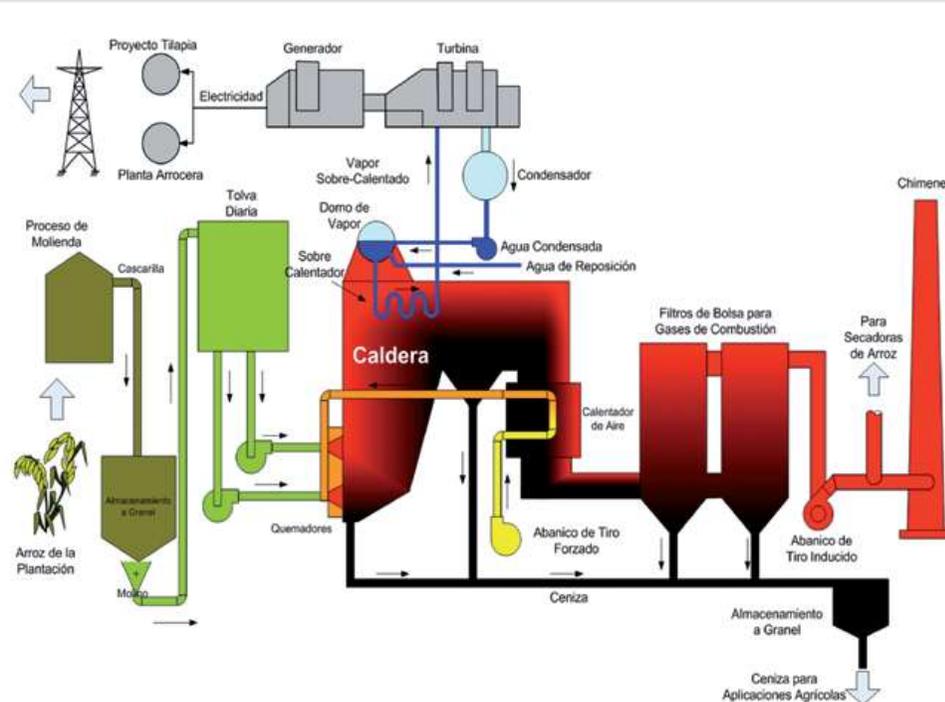
Inversión necesaria para el recambio del sistema actual por hornos ciclónicos quemador de biomasa

CANT. HORNOS / MODELO	COSTO EQUIPOS [\\$]	COSTO M.O. [\\$]	AUXILIARES / MECANIZAC [\\$]	COSTO TOTAL [\\$]
1 X HC3000	533.715	59.800	80.057,25	673.572,25
2 X HC3000	1.067.430	11.9600	160.114,50	1.347.144,50
1 X HC3000 + 1 X HC 1500	914.940	99.820	137.241	1.152.001
1 X HC3000 + 1 X HC 1500	914.940	99.820	137.241	1.152.001
TOTAL				4.324.718,75

Esta inversión incluye costo de equipos (hornos de cascarilla tipo ciclónicos), mano de obra y mecanización de todo el sistema. Comparando este valor respecto a lo que cuesta hoy en día generar aire caliente mediante gas natural (1.273.637 \$/año), la implementación del sistema antes descrito se amortizaría, con valores actuales, en 3,4 años.

Generación de energía eléctrica con cascarilla de arroz (biomasa)

La generación de energía eléctrica mediante la combustión de biomasa es una de las opciones más conocidas. Son plantas térmicas (caldera + turbina + condensador) con sistemas de refrigeración, y evacuación eléctrica.



La instalación de generación de energía con biomasa tiene una serie de ventajas adicionales:

- Empleo de energías renovables como combustible
- Sustitución de combustibles fósiles por biomasa.
- Ahorro del 100% de las emisiones de CO₂ a la atmósfera
- Ahorro económico adicional para el usuario: el uso de energías renovables, y en particular el uso de biomasa, como combustible supone un ahorro en el precio de la energía térmica generada que repercute directamente en el usuario final.

Necesidad de generación de Energía Eléctrica

La propuesta es generar energía eléctrica para cubrir el incremento de la demanda de energía que ha tenido la empresa desde el 2005 y que debe pagar un recargo importante.

La potencia necesaria para generar energía y poder evitar el recargo mensual que paga la empresa por al Resolución 1281 es de **200 kW**.

Si hacemos la conversión de los 200 kW nos da que equivale a 171.969,05 kCal/h.

Si consideramos que el PCI de las cascarilla de arroz es de 3200 kCal/kg, que el rendimiento del sistema es de $\eta = 25\%$, obtendríamos la cantidad en peso que necesitaríamos por hora

$$\text{Peso (kg)} = 171.969,05 \text{ kCal/h} / (3200 \text{ kCal/kg} * 0,25) = 214 \text{ kg/h}$$

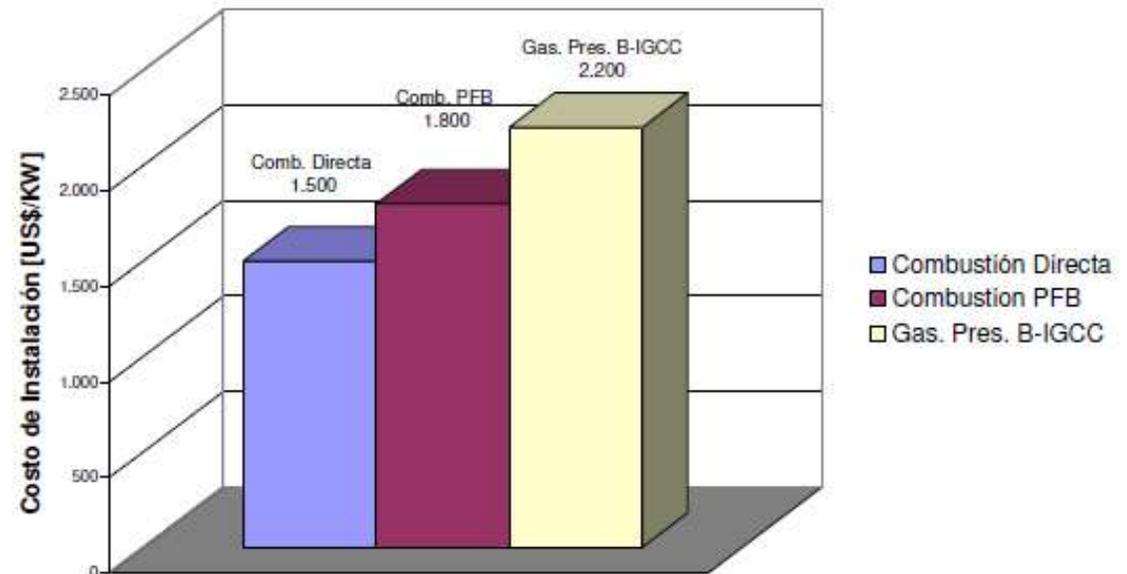
Si ahora suponemos que se va a generar una media de 10 hs los 365 días a año tenemos

$$214 \text{ kg/h} * 365 \text{ días/año} * 10 \text{ h/día} = 781.100 \text{ kg/año}$$

Por lo que podemos ver que no tendríamos problemas para generar energía ya que la empresa tiene disponible esa cantidad de cascarilla de arroz, aún generando calor como se vio anteriormente.

Costo del equipamiento e instalaciones

Se pueden tomar valores de referencia, que caracterizan a las distintas alternativas para obtener un valor teórico estimado de los costos de instalación en dólares por KW de potencia instalada



Estimación del beneficio económico del proyecto

Para evaluar el beneficio económico del proyecto es necesario estimar los ingresos o reducción de costos en el suministro eléctrico proveniente de los siguientes puntos

- Reducción en el costo de la potencia
- Reducción en el costo de la energía consumida
- Reducción en el costo de la energía consumida por compra en el Servicio de Energía Plus

En función de la figura el costo de instalación para combustión directa es de 1500 U\$S/kW, esto arrojaría una inversión necesaria de U\$S 300.000 (\$1.425.000), la empresa ha pagado por recargo de la Resolución 1281 un monto de \$ 247.890 por año, esto nos daría un retorno de inversión de uno 5,7 años (68,4 meses).

Conclusiones

Los datos obtenidos son simplemente de referencia ya que el proyecto merece un estudio mucho más profundo, ya sea para definir la disponibilidad real de la cascarilla, los costos reales de inversión, la posibilidad de entregar energía a la red, etc.

La posibilidad de generación con biomasa en nuestro país es una alternativa que presenta aspectos positivos. Los beneficios más significativos se alcanzan en industrias que producen cantidades importantes de biomasa como residuo y cuya utilización como combustible maximiza los recursos energéticos.

Desde el punto de vista económico, si bien el capital invertido es importante los beneficios totales que se logran durante la vida útil del proyecto, superan ampliamente a éste, logrando una ganancia concreta.

MUCHAS GRACIAS

ING. JORGE ANDRES CAMINOS
caminosjorge@gmail.com