

PN-ABI-21111

A Report of the

# Office of Energy

Bureau for Science and Technology  
United States Agency for International Development

*PN ART 211*

Informe 91-05 (T)

Informe de  
USAID/Honduras  
y  
Oficina de Energía, Agencia para la Ciencia y Tecnología  
U.S. Agencia para el Desarrollo Internacional

**ENERGIA DE RESIDUOS  
DE ASERRADEROS EN HONDURAS  
PERSPECTIVA GENERAL DE LA INDUSTRIA**

Preparado por

Winrock International Institute for Agricultural Development  
1611 North Kent St., Suite 600  
Arlington, Virginia 22209

**PROYECTO DE TECNOLOGIA Y SISTEMAS DE ENERGIA DE BIOMASA  
DHR-5737-A-00-9058**

Abri! 1991

## TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO.....	7
1. USO DE ENERGIA Y LA INDUSTRIA MADERERA EN HONDURAS .....	11
1.1 Producción y Uso de Energía en los Aserraderos	
Hondureños .....	11
1.2 Producción y Eliminación de Residuos en los Aserraderos.....	12
1.3 Contexto del Uso de Energía en Honduras .....	13
1.4 Objetivos y Actividades de Seguimiento del Estudio .....	14
1.4.1 Beneficios Potenciales De Los Sistemas De Producción De Energía A Pase De Residuos Maderables En Honduras.....	15
1.4.2 Enfoque del estudio de caso.....	16
1.4.3 Participantes en el Estudio.....	18
2.1 Recursos Forestales y su Utilización.....	21
2.2 Los Residuos Forestales como Fuente Potencial de Combustible.....	22
2.3 Políticas Forestales Apropriadas .....	22
2.4 Aspectos Ambientales.....	23
2.5 Resumen.....	23
3. CONSIDERACIONES DE INGENIERIA .....	25
3.1 Aspectos Técnicos .....	25
3.2 Condiciones Existentes en el Lugar.....	25
3.2.1 Requisitos energéticos.....	26
3.2.2 Características y Disponibilidad de Residuos .....	28
3.2.3 Características Y Disponibilidad De Agua.....	29
3.3 Selección de Equipo.....	29
3.3.1 Calderas .....	29
3.3.2 Sistemas De Combustión .....	30
3.3.3 Motores Primarios .....	30
3.3.4 Equipo De Condensación.....	31
3.4 Sistemas de Configuración para los Estudios de Caso .....	32
3.4.1 Autosuficiencia Energética Para El Aserradero.....	32
3.4.2 Energía Producida Para La Venta .....	36
3.5 Densificación del Excedente de Residuos.....	38
3.6 Resumen.....	39
4.1 Comentarios Generales.....	43
4.2 Análisis de Estudios de Caso.....	44
4.2.1 Fajo Costo De Capital, Autosuficiencia De Energía En Los Aserraderos.....	45
4.2.3 Diseño De Energía Eficiente, Venta De Energía.....	47

4.3	Análisis de Sensibilidad .....	47
4.4	Otras Consideraciones Financieras .....	50
4.5	Resumen.....	51
5.1	Potencial Energético de la Industria Forestal Hondureña .....	53
5.2	Consideraciones Técnicas .....	54
5.3	Consideraciones Financieras .....	55
5.4	Conclusiones Generales .....	56
5.5	Recomendaciones.....	57
6.	BIBLIOGRAFIA .....	59

## **ANEXOS**

1. Producción de Madera y Residuos en los Aserraderos Hondureños
2. Datos Preliminares de Rendimiento Esperado de Energía Producida por los Aserraderos Hondureños
3. Cálculos de Costos Detallados de Ingeniería
4. Análisis Detallados de Proformas

## **CUADROS**

- 2.1 Area forestal Históricamente Estimada
- 3.1 Resumen de Costos de Instalación y Operación para los Sistemas de Autosuficiencia Energética
- 3.2 Resumen de Costos de Instalación y Operación para los Sistemas de Red Conectada y Bajo Capital
- 3.3 Resumen de Costos de Instalación y Operación para los Sistemas de Red Conectada y Energía Eficiente
- 3.4 Características de Configuración de los Seis Sistemas de Estudios de Casos
- 4.1 Suposiciones Generales Usadas para el Análisis Financiero
- 4.2 Resultados de los Análisis de los Seis Casos de Estudio de Conjuntos de Sistemas
- 4.3 Análisis de Sensibilidad: Cambios Necesarios en las Variables para Reducir la Tasa Interna de Retorno (TIR) a 15%

## **FIGURAS**

- 3.1 Requerimientos de Electricidad vs. Capacidad del Aserradero
- 3.2 Diseño Esquemático del Sistema de Bajo Capital
- 3.3 Diseño Esquemático del Sistema de Energía Eficiente
- 3.4 Porcentaje de Residuos Necesarios para el Autoabastecimiento
- 3.5 Generación de Electricidad vs. Capacidad del Aserradero

## **ABREVIATURAS**

<b>Proyecto BEST</b>	<b>Proyecto de Tecnología y Sistemas de Energía de Biomasa</b>
<b>BTU</b>	<b>"British Thermal Unit"; una palabra técnica refiere a la energía que necesita para aumentar una libra de agua un grado</b>
<b>mmBTU</b>	<b>millón BTU</b>
<b>BTU/lb</b>	<b>BTU por libra</b>
<b>Proyecto CARES</b>	<b>Central American Rural Electrification Support Project (Proyecto Centroamericano para Promover la Electrificación Rural)</b>
<b>COHDEFOR</b>	<b>Corporación Hondureña de Desarrollo Forestal</b>
<b>ENEE</b>	<b>Empresa Nacional de Energía Eléctrica</b>
<b>FAO</b>	<b>Organización (de las Naciones Unidas) para la Agricultura y la Alimentación</b>
<b>gal.</b>	<b>Galón US</b>
<b>ha</b>	<b>hectáreas</b>
<b>kW</b>	<b>Kilovatio</b>
<b>kW/Mpt</b>	<b>Kilovatio por millón de pies tablares de madera aserrada</b>
<b>kWh</b>	<b>Kilovatios-hora</b>
<b>kWh/año</b>	<b>Kilovatios-hora por año</b>
<b>Lps</b>	<b>Lempiras</b>
<b>mmLps</b>	<b>millón Lps</b>
<b>mm\$</b>	<b>millón dolares</b>
<b>Mpt</b>	<b>millón de pies tablares de madera aserrada</b>
<b>Mpt/año</b>	<b>millón de pies tablares de madera aserrada por año</b>
<b>PDF</b>	<b>Proyecto de Desarrollo Forestal</b>
<b>PIB</b>	<b>Producto Interno Bruto</b>
<b>psig</b>	<b>Libras por pulgada cuadrada</b>
<b>TIR</b>	<b>Tasa Interna de Retorno</b>
<b>USAID</b>	<b>United States Agency for International Development (Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional)</b>
<b>VAN</b>	<b>Valor Actual Neto</b>

## **RESUMEN EJECUTIVO**

Este estudio presenta una apreciación técnica y financiera de la cogeneración de energía a base de residuos en Honduras. Los resultados muestran tres aspectos importantes:

- No hay restricciones técnicas significativas para la implementación de sistemas de energía a base de madera en Honduras.
- Las inversiones en sistemas de energía a base de madera en Honduras alcanzarían y hasta podrían sobrepasar los criterios razonables de rendimientos de inversión. Dichas inversiones serían especialmente atractivas para aserraderos grandes y para aquellos que tengan mercados para la venta del excedente de productos energéticos.
- Los sistemas de energía a base de residuos podrían aumentar significativamente el suministro de energía para consumo nacional además de reducir sustancialmente los problemas de eliminación de residuos.

La mayoría de los aserraderos hondureños obtienen su energía del petróleo importado y a su vez producen grandes cantidades de residuos ricos en energía que requieren ser eliminados. Dicha práctica conlleva costos tanto económicos como ambientales. Con estos residuos se podría generar toda la electricidad necesaria para los aserraderos, con los beneficios adicionales siguientes:

- Incorporar Energía Renovable
- Contribuir a la Independencia Energética Nacional
- Promover un Manejo Sostenible de Los Bosques
- Aumentar los Márgenes de Operación
- Aumentar el Uso de los Recursos Locales
- Incrementar la Creación de Nuevos Empleos
- Incrementar los Beneficios Ambientales
- Promover el Desarrollo Rural

El amplio uso industrial de los sistemas de producción de energía con residuos diseñados solo para suministrar la electricidad necesaria para el funcionamiento de todos los aserraderos podría reemplazar el equivalente a 10 millones de kilovatios-hora por año de la electricidad que es actualmente generada principalmente con diesel. El uso más eficiente de la energía proveniente de los sistemas con residuos podría dar, además de la

energía necesaria para hacer funcionar los aserraderos, cantidades significativas de excedentes en forma de electricidad, vapor o combustibles sólidos.

La cantidad de electricidad disponible para la venta de una muestra representativa de aserraderos grandes y pequeños, usando las tecnologías de producción de energía eficientes descritas en este estudio, sería de aproximadamente 3,277,000 kilovatios-hora de los grandes y 1,005,000 kilovatios-hora de los pequeños. Esto equivale aproximadamente a 455 kilovatios y 140 kilovatios respectivamente, de niveles de generación de energía constante en un período de 24 horas durante 300 días al año. Los niveles de generación de energía para períodos de producción altos y bajos pueden ser fácilmente calculados dependiendo de las características de demanda de la red.

Los costos de equipo para aquellos sistemas diseñados para soportar flujos de energía altos y bajos serán mayores que para aquellos diseñados para salidas de energía constante. Estos costos adicionales, sin embargo, podrían ser compensados con un mayor ingreso ya que generalmente las tarifas son superiores durante los períodos de alta demanda. Si todos los residuos disponibles fueran utilizados en sistemas que incorporan el diseño de producción eficiente de energía, se podrían generar 53.7 millones de KWh de electricidad para ventas nacionales, locales o micro-redes.

Los bosques hondureños pueden y deben producir productos de madera comerciales a base sostenible. La cantidad de trozas procesadas varía con la época y el año, pero hay gran cantidad de residuos adecuados para suministrar potencialmente todos los requerimientos energéticos de los aserraderos hondureños y una cantidad significativa para la venta de productos como electricidad, vapor y combustibles sólidos para fortalecer la economía nacional. El mayor porcentaje de residuos se genera en áreas rurales; los sistemas de producción de energía que usan estos residuos podrían crear oportunidades de empleo y estimular el desarrollo de las áreas rurales. Además de los residuos de aserrío, el uso de residuos forestales como combustible tiene un enorme potencial energético. A pesar de que estos beneficios potenciales no se han incluido en este estudio, se recomienda su investigación posterior.

Los impactos ambientales positivos derivados de la utilización de los sistemas de energía a base de residuos en Honduras son significativos. Las prácticas actuales de manejo de residuos, como botarlos o quemarlos en grandes hoyos, serían eliminadas. Siempre y cuando exista un manejo sostenido de los bosques, no habrá ninguna contribución neta al calentamiento atmosférico global. Las políticas hondureñas actuales anticipan la implementación de un sistema regulador diseñado para asegurar cortas permanentes en áreas de producción comercial maderera. Los patrocinadores de este estudio suponen que, en el futuro, este esfuerzo seguirá y que el surgimiento de un mercado para productos energéticos incrementará las ventajas de un manejo forestal responsable.

No hay restricciones técnicas significativas para la instalación de sistemas de energía eléctrica a base de residuos en Honduras ni para el uso de los residuos. La tecnología más funcional para estas actividades consiste en la utilización de un tipo de caldera con tubo de fuego directo y generadores con turbina de vapor de una sola fase para los sistemas diseñados de tal manera que no necesiten de preparación adicional de combustible ni de

accesorios o sistemas de control sofisticados. Esta tecnología ya está siendo utilizada en algunos aserraderos hondureños.

El uso de sistemas de energía a base de residuos para hornos de secado representa un beneficio adicional significativo para los aserraderos en Honduras. Los sistemas que han sido discutidos en los estudios de caso del presente informe suministran suficiente vapor y electricidad para secar el 25% de la producción de madera aserrada. En algunos aserraderos más del 70% de esa madera podría secarse, resultando en un beneficio significativo para el aserradero. Las investigaciones sobre este aspecto deben formar parte de todos los estudios de factibilidad para sitios específicos.

Ya que hay una gran cantidad de combustible disponible a muy bajo o ningún costo para los aserraderos, los gastos de operación de los sistemas de energía a base de residuos serían mucho menores que los gastos para suministrar energía usando máquinas con diesel. Sin embargo, para que estos sistemas sean económicamente rentables, el ahorro en su funcionamiento debe ser lo suficientemente alto para justificar el capital necesario para su instalación.

Con el propósito de estimar la viabilidad financiera de los sistemas de energía a base de residuos en Honduras, se realizaron una serie de análisis financieros preliminares con la configuración de sistemas representativos o estudios de caso. Los sistemas representativos fueron seleccionados para analizar la influencia de variables específicas en la factibilidad económica genérica de inversiones para estos sistemas. Las variables estudiadas incluyeron tamaño del aserradero (medido en términos de producción anual de madera), tipo de tecnología (grado de eficiencia de conversión) y ventas externas del excedente de energía vs. autoabastecimiento únicamente para el aserradero. Para los análisis preliminares se adoptaron una serie de suposiciones financieras conservadoras; así, en los costos de capital estimado se ha asumido que la mayoría de la maquinaria será comprada nueva con precios en los Estados Unidos.

Usando las suposiciones conservadoras de caso base, solo los sistemas de puro autoabastecimiento energético para los aserraderos alcanzan o sobrepasan los niveles aceptables de rendimiento financiero. Cuando a esto se suman los beneficios adicionales asociados, como son la posibilidad de contar con hornos de secado e incrementar la manufactura de productos secundarios, este tipo de sistemas son aún más atractivos en el contexto global de las operaciones de aserrío. A pesar de lo anterior, estos sistemas todavía no ofrecen una solución total al problema de eliminación de residuos de los aserraderos.

La disponibilidad o apertura de mercados para la venta de excedente energético aumenta en gran medida la viabilidad económica de las inversiones para el establecimiento de los sistemas de energía a base de residuos pues suministran además una más completa solución de los problemas de eliminación de residuos de los aserraderos. Al tener acceso a un número ilimitado de mercados para la venta de energía como a una red nacional, el aumento en los niveles de inversión para alcanzar una conversión más eficiente de estos sistemas de energía puede ser justificado (por lo menos dentro del ámbito de tecnologías consideradas en este estudio). Como es normal en las inversiones como las consideradas

en este estudio, los sistemas más grandes rendirán ingresos mayores en comparación con los más pequeños.

Para aquellos aserraderos sin acceso a la red nacional de electricidad, la densificación del excedente de residuos para producir combústible que pudiera venderse a los mercados locales podría ser una opción atractiva. Actualmente hay un sistema de densificación que está siendo instalado en Honduras y que se espera pueda proveer información importante para evaluar esta opción en estudios de sitio específico futuros en otros lugares del país.

Las tasas netas de retorta (TIR) sobre las inversiones en este sistema varían entre aproximadamente un 75% de TIR para aserraderos grandes (diseño de energía eficiente y red conectada) a un 17% de TIR para aserraderos pequeños (diseño de bajo capital y autosuficiencia), con períodos de pago simples de 3.4 a 6.2 años, respectivamente. Los análisis de sensibilidad muestran que las inversiones responden más a los costos de capital que a los costos de operación, así como a económicas nacionales como las tasas generales de inflación, las tasas de devaluación de la moneda local (con respecto al dolar norteamericano) y la inflación en los precios del petróleo.

Este estudio revela la factibilidad técnica y financiera promisoría de los sistemas de generación de energía a base de madera en Honduras. Estudios de seguimiento posteriores incluirán una investigación detallada de la factibilidad de invertir en un sistema de producción de energía a base de residuos en al menos dos sitios específicos.

## **1. USO DE ENERGIA Y LA INDUSTRIA MADERERA EN HONDURAS**

La industria maderera hondureña es uno de los sectores principales de la economía nacional por generar gran cantidad de divisas al país. La mayoría de los aserraderos en Honduras obtienen su energía de derivados del petróleo importado y al mismo tiempo producen grandes cantidades de residuos ricos en energía que deben ser eliminados, una práctica que conlleva costos tanto económicos como ambientales. Estos residuos podrían suministrar toda la energía necesaria para los aserraderos, reducir su impacto ambiental negativo y proveer excedentes energéticos como electricidad, vapor pr

ocesado y combustibles sólidos para la economía nacional. Para que esto sea una realidad es necesario atraer capital de inversión para instalar sistemas de energía a base de residuos de aserraderos individuales en Honduras.

### **1.1 Producción y Uso de Energía en los Aserraderos Hondureños**

La fuente primaria de energía utilizada en los aserraderos en Honduras es la electricidad, la cual es generalmente producida en el mismo sitio por generadores de diesel o en algunos casos comprada a la compañía nacional de electricidad denominada Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE). Al menos dos aserraderos están produciendo actualmente su energía de los residuos. Estos aserraderos, localizados dentro de ambientes similares a los considerados en este estudio, ejemplifican el hecho de que es factible utilizar exitosamente en Honduras los sistemas de generación de energía en el mismo sitio de operación .

La mayor parte de energía utilizada en los aserraderos es consumida por los motores eléctricos de las sierras y otro tipo de maquinaria. Los aserraderos están diseñados generalmente para reducir sus requerimientos energéticos sustituyendo la mano de obra por energía eléctrica, cuando esto es posible.

Los aserraderos en Honduras por lo general funcionan en un solo turno de 8 a 10 horas diarias, cinco o cinco y medio días a la semana. De los que utilizan generadores de diesel, unos los apagan cuando no están trabajando, mientras que otros los mantienen a niveles mínimos de operación durante ese tiempo para realizar trabajos internos o domésticos que requieren de electricidad.

La central eléctrica de un aserradero generalmente consta de dos o tres juegos de moto-generadores donde una de las unidades es de reserva, y además se mantiene un tanque con combustible para una a dos semanas de trabajo. Los requerimientos de combustible normales para los aserraderos de los tamaños considerados en este estudio varían de 500 a 1200 galones por semana, dependiendo de su capacidad y utilización del generador durante las horas de utilización mínima.

El precio local del diesel en Honduras era de 3.99 lempiras (Lps.) por galón (US\$ 0.75/gal.) cuando el equipo de estudio estaba en el país (septiembre, 1990). Aunque este

precio había estado vigente por algún tiempo, debido a la crisis política en el Golfo Pérsico los precios internacionales del petróleo han subido drásticamente en los últimos meses por lo cual el precio del crudo aumentó aproximadamente en un 50% durante el mes de octubre de 1990.

La red nacional de electrificación hondureña cubre solamente una área limitada del país. Los aserraderos que tienen acceso a esa red tienen la opción de comprar energía de la ENEE. Las tarifas actuales de electricidad para el sector industrial en Honduras (a septiembre 1, 1990) se basan en dos componentes: un recargo por demanda mensual de 20.00 Lps. por kilovatio (kW) basado en el 85% de demanda máxima mensual y un recargo por energía de 0.18 Lps. por kilovatio/hora (kWh). Casi toda la capacidad de producción de electricidad de la ENEE es hidroeléctrica, por lo que las variaciones en el mercado del petróleo no deberían tener un impacto drástico en el costo interno de este servicio.

El siguiente cuadro muestra el costo anual estimado por compra de diesel o electricidad para aserraderos grandes (approx. 9 millones de pies tablares por año (Mpt/año) y pequeños (approx. 3 Mpt/año) que son los tamaños considerados en este estudio. Los costos de diesel son solo de combustible y no incluyen ninguna provisión para mantenimiento o depreciación de equipo. Los costos indicados para electricidad son solo de consumo de energía asumiendo la disponibilidad de un alto voltaje de interconexión. Si las líneas de tendido eléctrico en la vecindad del aserradero son de medio voltaje, este costo de energía se incrementará aproximadamente en un 25%.

	Aserraderos Grandes	Aserraderos Pequeños
Diesel	420,000 Lps.	175,000 Lps.
Electricidad de la red nacional	120,000 Lps.	70,000 Lps.

Estas estimaciones se basan en información obtenida luego de inspeccionar las operaciones representativas y tienen la intención de indicar tan solo un promedio para la industria. Los costos de energía para un lugar específico podrían ser diferentes a los costos indicados. Todos están basados en los precios para el mes de marzo, 1991. Los costos de mantenimiento y depreciación varían grandemente, pero son un componente importante de los costos totales de la energía.

Además de la electricidad, algunos aserraderos hondureños utilizan energía térmica (vapor) para secar la madera en horno. El aumento reciente en la demanda de productos secados en horno en los mercados tradicionales de madera de Honduras indica la necesidad de considerar requerimientos adicionales de energía térmica en los aserraderos, aspecto que también es considerado en este estudio (véase 3.2.1).

## 1.2 Producción y Eliminación de Residuos en los Aserraderos

Los aserraderos producen grandes cantidades de residuos durante la producción rutinaria de tablas y otros productos provenientes de las trozas aserradas. La información obtenida de varios aserraderos en Honduras indica que el volumen total de residuos varía

entre un 47% y un 52%<sup>1</sup> del volumen total inicial de las trozas. La tasa actual de generación de residuos en un sitio dado depende de la eficiencia operacional del aserradero y del grado de recuperación de productos secundarios. Para los propósitos de este estudio se consideró que la tasa de producción general promedio para la industria era de un 47% de recuperación del producto primario y de un 10% de recuperación de productos secundarios. Por lo anterior, la cantidad promedio de residuos resultado del funcionamiento de un aserradero es de aproximadamente 43% del volumen total inicial de las trozas; esta cantidad más el 7% de la corteza equivale al 50% del volumen total inicial que representa la cantidad utilizada para los cálculos de este estudio. Los volúmenes de residuo y contenido de humedad variarán de aserradero a aserradero y deberán ser considerados para cualquier evaluación en sitios específicos.

El método más generalizado actualmente en Honduras para la eliminación de residuos en los aserraderos es amontonarlos y quemarlos. La mayoría de aserraderos botan y/o queman sus residuos en la periferia de los mismos, muchas veces cerca de los ríos, en tanto que otros los llevan a otro lugar para quemarlos. De cualquier forma, estas prácticas de eliminación producen humo irritante a nivel del suelo y una seria contaminación del agua y el suelo. La eliminación de residuos de los aserraderos es un problema ambiental en el área rural hondureña.

Aunque hay un mercado limitado para ciertos residuos de los aserraderos como la viruta que se usa en los gallineros, éstos son considerados insignificantes para los propósitos de este estudio. También debe destacarse que algunos residuos (costeros o puntas) son llevados del lugar por alguno de los trabajadores o lugareños para usos domésticos. Aunque este podría ser un tema social significativo en un sitio específico, la cantidad de residuos usados para estos propósitos se considera insignificante para los propósitos de este estudio. Aún más, los costos asociados con las prácticas de eliminación de residuos (por ejemplo, incineradores o costos de acarreo a los botaderos) no han sido considerados en este estudio.

El Anexo 1 muestra la lista de los principales aserraderos en Honduras incluyendo su producción de tablas y el cálculo de producción anual (@ 50% del volumen de la troza) de residuos para 1989, año más reciente con información disponible en este sentido. Este cuadro también muestra datos sobre el máximo de producción anual en cada aserradero para un período de cinco años, 1984 a 1989.

### **1.3 Contexto del Uso de Energía en Honduras**

Honduras tiene una extensión de 112,088 kilómetros cuadrados y aproximadamente 5 millones de habitantes. El PIB per cápita en Honduras para 1985 fue de US\$730, uno de los más bajos en América Latina. El crecimiento real del PIB en los años 70 fue muy bajo,

---

<sup>1</sup>Estas figuras incluyen la corteza, que es aproximadamente igual al 7% del volumen total inicial; el cual no es incluido normalmente en los volúmenes de COHDEFOR ya que las medidas de trozas están basadas en el diámetro sin corteza (d.s.c.). La cantidad de residuos generados durante las operaciones de aserrío, excluyendo la corteza, varían entre un 40% y 45% el volumen inicial.

1% por año. Al inicio de los 80s era de menos 9% pero se recuperó ligeramente a finales de esa década. En 1987, menos del 1% de los trabajadores rurales ganaban más de US\$35 por mes (DESFIL, 1989).

Los productos forestales y la energía hidroeléctrica son las fuentes principales de energía natural en Honduras con bosques que suministran cerca del 70% del uso actual (primariamente para madera doméstica). El consumo actual de energía eléctrica es de aproximadamente 1,500 millones de kWh/año, aunque con una capacidad de producción y distribución más adecuada el consumo potencial sería mucho mayor. No hay en el país depósitos petrolíferos ni de carbón mineral y los yacimientos limitados de la turba son de baja calidad. Aunque existe la posibilidad de usar energía geotérmica en Honduras, este recurso debe ser estudiado con más detalle. El petróleo representa más del 16% de las importaciones (FAO, 1987).

El Banco Mundial estima que la población hondureña se incrementará en un 3.7% y que el PIB aumentará un 3% por año de 1986 a 1990 y un 5.2% por año de 1991 a 1995. Para 1995, está proyectado que la electricidad (principalmente hidroeléctrica) suministre el 7% del uso total de energía, el petróleo un 29% y la biomasa un 64%. Se espera que la madera siga siendo el combustible más barato, distribuido en un 60% para el sector doméstico y un 14% para el sector industrial. Todo el combustible para el transporte seguirá saliendo del petróleo (World Bank, 1980).

Aproximadamente dos terceras partes del consumo de electricidad en Honduras se concentran en las tres ciudades principales, Tegucigalpa, San Pedro Sula y La Ceiba. Aunque el país ha experimentado un excedente en la capacidad de generación de electricidad desde el establecimiento de la planta hidroeléctrica El Cajón en 1985, los sistemas de distribución son relativamente inadecuados. Debido a las cargas financieras de la ENEE, (en parte por su incapacidad de exportar ese excedente a otros países por las limitaciones en los sistemas de transmisión centroamericana) los planes de distribución y electrificación rural son inciertos. Consecuentemente, muchas áreas rurales permanecerán sin electricidad por tiempo indefinido. Aún más, se espera que la creciente demanda urbana e industrial iguale la capacidad de producción existente en un plazo de dos a cuatro años. Así, el potencial para la generación de energía eléctrica a base de residuos de aserradero y residuos forestales y madereros podría convertirse en un pequeño pero significativo componente del panorama energético general del país -- ya sea para aplicaciones remotas o redes independientes, o mediante la interconexión con la red nacional (ENEE, 1988).

#### **1.4 Objetivos y Actividades de Seguimiento del Estudio**

Este estudio estima el potencial de uso de los sistemas de energía a base de residuos dentro de la industria maderera hondureña. Mediante actividades posteriores de seguimiento se investigará, en detalle, las posibilidades de inversión en sitios específicos. Se espera que los estudios de factibilidad en sitios específicos produzcan análisis y especificaciones que puedan ser usadas para apoyar decisiones de inversión en los sistemas de producción de energía a base de residuos en dichos sitios.

### **1.4.1 Beneficios Potenciales De Los Sistemas De Producción De Energía A Base De Residuos Maderables En Honduras**

Existe la tecnología en Honduras para convertir, en forma rutinaria, los residuos de aserraderos y residuos forestales en energía aprovechable. Cantidades sustanciales de fuentes potenciales para producir este combustible son desgastadas, y su eliminación está contaminando el aire, el agua y el suelo. El uso de sistemas de energía a base de residuos en Honduras podría tener los siguientes beneficios:

- **Energía Renovable.** Sustituir con la energía local renovable la importada de productos petrolíferos no renovables.
- **Manejo Sostenible de los Bosques.** Suministrar incentivos para el manejo sostenible de los bosques dando valor a los residuos y residuos forestales como combustible para estos sistemas.
- **Uso de Recursos Locales.** Usar la tierra, mano de obra y moneda hondureña para producir energía renovable en lugar de utilizar las escasas divisas para comprar petróleo. Los recientes acontecimientos del Medio Oriente han incrementado los precios del petróleo y hay pocas dudas en cuanto a que continuarán ascendiendo, aún si no hay disminuciones en su suministro.
- **Medio ambiente.** Reducción de la degradación ambiental al reducir las emanaciones de monóxido de carbono y partículas y al limitar la introducción de residuos sólidos en los riachuelos y ríos, vías de drenaje y aguas subterráneas. Reducción del calentamiento global potencial mediante el uso de energía renovable y de completar el ciclo de carbono. Mientras exista un manejo sostenible de los bosques --como se está planeando con el proyecto COHDEFOR/AID PDF-- no habrá ninguna contribución al calentamiento atmosférico global.
- **Independencia Nacional Energética.** Venta del excedente eléctrico para reducir los costos de planeamiento, construcción de infraestructura y otros (como demora y degradación ambiental) asociados a las facilidades de distribución y generación que utilizan petróleo y energía hidroeléctrica, y otros. Dichas ventas en áreas rurales y zonas sin acceso a la red nacional reducirán los costos y demoras de la instalación eléctrica en casas y negocios, particularmente en aldeas pequeñas y lejanas donde el acceso a la red nacional no es inminente.
- **Márgenes de operación.** Mejorar los márgenes de operación de los aserraderos al reducir los costos de la energía necesaria para las actividades de manufactura (contribuyendo con esto a asegurar la perpetuidad de la industria forestal hondureña) además de los aumentos potenciales en las rentas mediante la venta de productos energéticos.

- **Empleos.** La instalación y funcionamiento de sistemas de energía a base de residuos creará el nuevo empleo necesario, particularmente en las áreas rurales.
- **Desarrollo Rural.** Aumentar la disponibilidad de energía para las poblaciones rurales con el fin de incrementar las actividades de desarrollo.

#### **1.4.2 Enfoque del estudio de caso**

Con el fin de estimar la viabilidad general de inversiones para instalar sistemas de energía a base de residuos en los aserraderos hondureños, el equipo de estudio adoptó un enfoque de estudio de caso. Las configuraciones del sistema de estudio de caso, como se define más adelante, representan una sección cruzada de la industria maderera incluyendo consideraciones tanto de tamaño como de las posibilidades de venta del excedente energético a otros usuarios. El tamaño del aserradero (capacidad de producción) indica las necesidades energéticas así como la cantidad disponible de residuos en un sitio dado.

Los aserraderos que producen más de un millón de pies cuadrados de tablas por año (Mpt/año) pueden generar toda la energía necesaria utilizando los residuos producidos en el lugar y la tecnología de bajo costo de capital considerada en este estudio. Más de las tres cuartas partes de los aserraderos en Honduras, que en conjunto producen más del 95% de la madera aserrada del país, están dentro de esta categoría. Los estudios de caso han sido diseñados para representar este rango.

Trabajando con personal de COHDEFOR y PDF, el equipo de estudio definió dos aserraderos representativos para los propósitos de estudios de caso un sitio de alto volumen de producción (8-10 Mpt/año) y un sitio de bajo volumen de producción (2-4 Mpt/año). Para asegurar la confiabilidad de la información utilizada sobre el sitio específico de evaluación, se decidió que los sistemas diseñados en este avalúo de la perspectiva industrial deberían basarse en las características de los aserraderos visitados por el equipo de trabajo. La información sobre el aserradero de mayor tamaño está basada en el aserradero San José en Olancho (8.9 Mpt/año, 1989). La información del aserradero pequeño corresponde al aserradero Teupasenti en El Paraíso (3.0 Mpt/año, 1989). Aunque ambos grupos de información están basados en sitios reales, su uso en este estudio es solo representativo. Aún más, muchos de los cálculos en este informe están basados en ciertas suposiciones generalizadas que deben ser verificadas para cada caso particular antes de llegar a conclusiones finales y decisiones de inversión posteriores para sitios específicos.

Para cada uno de los dos aserraderos representativos se analizaron tres configuraciones de sistemas de producción de energía a base de residuos.

- Bajo Costo de Capital, Autosuficiencia Energética del Aserradero
- Bajo Costo de Capital, Venta de Energía (incluyendo auto suficiencia energética del aserradero)

- **Diseño Eficiente de Energía, Venta de Energía (incluyendo la autosuficiencia energética del aserradero)**

Los tres tipos de configuración de sistemas definidos en este enfoque representan dos propuestas diferentes para la producción de energía y manejo de residuos en aserraderos, con dos variaciones para la segunda propuesta. El primer planteamiento, al que nos referiremos como *autosuficiencia energética*, involucra la instalación de un sistema de generación de energía diseñado para suplir todos los requerimientos energéticos del aserradero bajo estudio, sin venta de excedentes. Con excepción de los aserraderos más pequeños considerados en este estudio, el enfoque de autosuficiencia energética no ofrece una solución total al problema de eliminación de residuos ya que los residuos producidos exceden la cantidad necesaria para la generación de energía. Con el enfoque de autosuficiencia energética los dueños de aserraderos escogerán el equipo más barato disponible (y menos eficiente) para la conversión de energía, ya que el combustible es gratis y abundante y los beneficios derivados de la inversión (dejar de comprar diesel) son fijos.

El segundo enfoque, al que nos referiremos como *ventas de energía*, involucra el diseño de un sistema de utilización total de los residuos disponibles con la intención de lograr el autoabastecimiento de energía además que el desarrollo de mercados de venta. Hay varios posibles mercados de venta que pueden ser utilizados, incluyendo:

- Para los aserraderos que tienen acceso a la red nacional de distribución, el excedente de electricidad puede ser vendido a la ENEE, lo cual tiene la autorización legal para comprar energía de fuentes independientes y ha mostrado interés en hacerlo.
- Para los aserraderos que no tienen acceso a la red nacional, sería necesario identificar otros mercados para su excedente. Existen varias posibilidades, incluyendo la constitución de cooperativas de electrificación rural para los pueblos cercanos<sup>2</sup>, impulsando el crecimiento de industrias rurales o convirtiendo el excedente de residuos en combustibles densificados o carbón vegetal para calentamiento doméstico y para cocinar o para industrias<sup>3</sup> que requieren de mucha energía.

Para este estudio de sobrevista de la industria hemos modelado todas las ventas de excedente eléctrico como ventas a la red nacional. Además, la discusión anterior se refiere

---

<sup>2</sup>El Proyecto de Electrificación Rural Centroamericano (CARES) es un programa de electrificación rural del USAID/ROCAP para Centro América. El Proyecto CARES ayuda en la formación de cooperativas de electrificación rural, para lo que ha completado recientemente un estudio de prefactibilidad.

<sup>3</sup>El aserradero YODECO en Yoro pretende instalar equipo para densificación de desechos con el fin de probar la tecnología y empezar a identificar mercados para combustible densificado. Otros aserraderos hondureños deben observar los resultados de esta actividad ya que la densificación podría ser un mercado sustancial para ciertos aserraderos con acceso económico de mercados potenciales para estos productos.

exclusivamente a la distribución y venta de energía *eléctrica*, aun cuando la producción y venta de energía *térmica* o de combustibles sólidos también es factible. (ver 3.2.1 y 4.2).

Los detalles técnicos y de ingeniería de las configuraciones de estos sistemas se describen en la Sección 3 de este informe. La Sección 4 describe los análisis de factibilidad financiera para las configuraciones de los seis sistemas de estudios de caso. Las conclusiones y recomendaciones se presentan en la Sección 5.

### **1.4.3 Participantes en el Estudio**

Esta investigación fue realizada por el Proyecto de Tecnología y Sistemas de Energía de Biomasa (BEST) de la Winrock Internacional, en cooperación con:

La Corporación Hondureña de Desarrollo Forestal (COHDEFOR), mediante su Proyecto de Desarrollo Forestal (PDF)

La Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional en Washington D.C. (AID/W) y la misión de AID en Honduras (USAID/Honduras)

La Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE) que es la compañía de electricidad nacional hondureña

El Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA) que brinda asistencia técnica al proyecto PDF de COHDEFOR con financiamiento de la USAID/Honduras

El Proyecto BEST es un acuerdo cooperativo entre Winrock Internacional y la Oficina de Energía, Sección de Ciencia y Tecnología de la AID en Washington. El proyecto BEST cuya sede se encuentra en Arlington, Virginia, trabaja con las misiones de USAID, con compañías privadas y organización en los países en vía de desarrollo para extender el uso de los sistemas de energía de biomasa.

El equipo de estudio para esta perspectiva general de la industria estuvo conformado por:

Dr. C.B. Briscoe, Especialista en Agroforestería y Líder el equipo. El Dr. Briscoe es un consultor independiente radicado en Turrialba, Costa Rica.

**Kelton Grubbs, Especialista en Ingeniería/Cogeneración. El señor Grubbs es el presidente de la compañía Thermal Systems Engineering, Inc., y radica en Hot Springs, Arkansas. Dr. Gregory Morris, Analista Economía/Finanzas. El Dr. Morris es un principal de la compañía Future Resources Associates, Inc., y radica en Berkeley, California.**

**Jim Wimberly, Coordinador del Proyecto para este estudio. El señor Wimberly es un Oficial del Programa con el Proyecto BEST de la Winrock Internacional.**

**Deseamos expresar nuestra sincera gratitud a las siguientes personas por su apoyo y ayuda en este estudio:**

**Ing. Mateo Molina, Director, Proyecto PDF del COHDEFOR**

**Ing. Danilo Escoto, Jefe de la Unidad de Asistencia Técnica para la Industria, Proyecto PDF COHDEFOR**

**Lic. Mauricio Mossi, Jefe, Departamento de Planeación, ENEE**

**Dr. Rafael Rosario, Director, Departamento de Recursos Naturales, USAID/Honduras**

**Dr. John Warren, Oficial del Proyecto, USAID/Honduras**

**Ing. Ramón Alvarez, Especialista Forestal y Asistente del Oficial del Proyecto, USAID/Honduras**

**Ing. Carlos Flores, Ingeniería de Energía, USAID/Honduras**

**Mr. John White, Líder del Equipo Asesor, Proyecto PDF, Servicio Forestal USDA**

**Mr. Doyle Romans, Asesor del Sector Forestal Industrial, Proyecto PDF, Servicio Forestal USDA**

## 2. CONSIDERACIONES FORESTALES Y AMBIENTALES

### 2.1 Recursos Forestales y su Utilización

Los bosques fueron originalmente la cobertura natural de casi toda la superficie de Honduras pero en la actualidad ocupan menos del 60% del país, cerca de 5 millones de hectáreas (ha). De éstas, casi 2.6 millones de hectáreas pertenecen a bosques latifoliados y 2.4 millones a pinos. Aproximadamente el 80% de las tierras forestales son aptos para la vocación industrial y un 8% se puede usar para la agricultura intensiva. El 12% restante tiene mayor vocación para áreas naturales y cuencas cuidadosamente manejadas. La producción energética de los bosques excede al porcentaje de tierra que ocupan: el 68% de toda la energía utilizada y el 86% de la producción primaria de energía para uso doméstico viene de los bosques (madera) (DESFIL, 1989).

La producción de madera aserrada tanto de pinos como de especies latifoliadas ha sido una de las industrias más importantes en el país desde el siglo pasado. Aunque las maderas rojas, incluyendo el muy conocido caobo hondureño, representaron alguna vez una porción significativa de la producción maderera del país, hoy día el pino es la principal madera tanto para uso interno como de exportación. Casi no existen programas activos de reforestación por lo que la industria maderera depende fuertemente en la alta tasa de regeneración natural del pino hondureño. La maduración promedio para la comercialización del pino en Honduras es de aproximadamente 30 años y muchas áreas del país ya van por su tercera cosecha. El cuadro 2.1 muestra información sobre las tendencias de las áreas boscosas hondureñas durante los últimos 22 años (Groothausen, 1989).

**Cuadro 2.1.**  
**Area Forestal Históricamente Estimada**

<b>Tipo de bosque</b>	<b>Inventario</b>		<b>Cambio, 22 años</b>		
	<b>FAO 1964</b>	<b>COHDEFOR 86</b>	<b>ha</b>	<b>%</b>	<b>ha/año</b>
Pino (comercial)	1,936,500	1,004,500	932m	-48	-42,364
Pino (inmaduro)	<u>802,300</u>	<u>1,392,300</u>	<u>590m</u>	<u>74</u>	<u>26,814</u>
Subtotal	2,738,800	2,396,700	-342m	12	-15,550
Especies latifoliadas	<u>4,072,200</u>	<u>2,654,300</u>	<u>-1,418m</u>	<u>-35</u>	<u>-64,450</u>
Total bosques	6,811,000	5,051,000	-1,760m	-26	-80,000

A pesar de que la deforestación anual se ha estimado en 80,000 ha (cerca del 20% de pinos) y de la poca coordinación y manejo sostenible de los bosques, la política básica del gobierno hondureño reconoce desde hace bastante tiempo la importancia de los bosques para la conservación de suelos y agua y como una fuente de valiosos productos. El reciente proyecto PDF está tratando de cambiar algunas de estas tendencias negativas mediante la introducción y apoyo a prácticas de manejo sostenible de los bosques en Honduras.

Los planes actuales incluyen nuevamente el control de la tala de bosques y la colonización informal así como el impulso a la regeneración natural y el raleo cuando sea necesario. Si esto se lleva a cabo, permitirá una producción perpetua cerca del nivel actual así como la protección de reservas no comerciales y cuencas principales.

Por el contrario, sin un programa de manejo sostenible, Honduras apenas será capaz de autoabastecerse de productos de madera después de un período de 15 años y será necesario importa madera. Por lo anterior, hasta que no se implementen planes efectivos de manejo forestal, cualquier iniciativa para la utilización de residuos debe enfocarse a un tiempo máximo de 15 años. La utilización efectiva de los bosques con industrias capaces de suministrar beneficios comunitarios ayudará a alcanzar el manejo sostenible.

## **2.2 Los Residuos Forestales como Fuente Potencial de Combustible**

Además de los residuos de los aserraderos, los residuos forestales como los residuos de raleos y cosechas podrían ser transportados al aserradero para generar energía adicional. La remoción de residuos forestales podría tener efectos benéficos para el manejo forestal sostenible; entre ellos, darle valor a residuos que de otra forma no la tendrían; compensar los costos de las operaciones de raleo (deseable desde un punto de vista silvicultural); y reducir el peligro de incendios forestales que es un serio problema en Honduras. Además de esto, la recolección, remoción y transporte de estos residuos podría crear empleos adicionales en las áreas rurales. Aunque el suministro potencial de combustible que representan estos residuos en Honduras no ha sido considerado en este estudio, se recomienda su investigación.

## **2.3 Políticas Forestales Apropiadas**

La distribución de tierras en Honduras no es equitativa, lo constituye un serio problema social a pesar de los esfuerzos tendientes a una reforma agraria. Según el último censo, el 64% de las fincas es de 5 ha o menos; sin embargo, éstas ocupaban solo un 9% de la superficie. Parece que la falta de títulos legales de propiedad es el gran obstáculo para lograr un manejo sostenible de la tierra. Muchas de las tierras son reclamadas por dos o más personas, incluyendo muchas veces el Gobierno, y sin títulos legales de propiedad nadie querrá invertir en un buen manejo (FAO, 1987).

Las leyes y regulaciones actuales decretan el manejo forestal; sin embargo, las limitaciones económicas y algunas políticas forestales de valor dudoso han obstaculizado la completa implementación de los planes previstos. La silvicultura, en particular, ha recibido la menor atención en este aspecto, exceptuando el énfasis reciente sobre el control de quemadas.

Un gran obstáculo en las políticas de manejo forestal eficiente en Honduras es mantener una división entre los dueños de árboles y los dueños de tierras. La política actual insiste en que el control de todos los árboles quede en el Gobierno. Esto fuerza un antagonismo de los dueños de tierras hacia los bosques. El sobrepastoreo y las quemadas

frecuentes son dos de los efectos obvios de esta política en los trópicos, incluyendo Honduras. Este tema ha sido ampliamente discutido en otros informes y no será considerado más en el presente. (FAO 1987, FAO 1968, Tenore & Cosenza 1980).

## **2.4 Aspectos Ambientales**

Las prácticas actuales de eliminación de residuos en la industria de aserrío hondureña están causando serios problemas de contaminación del aire y del agua en el aserradero y sus alrededores. La quema abierta de residuos amontonados en grandes cúmulos produce casi en forma constante la emanación de humo y niebla a nivel del suelo. El derrame de agua de los cúmulos de residuos sin quemar y parcialmente quemados contaminan los cauces y embalses cercanos. La contaminación de aguas subterráneas puede también ser provocada por la lixiviación de ácidos tánicos que resultan de la degradación biológica de estos residuos.

La utilización de residuos para la producción de energía reducirá o eliminará, dependiendo del grado de utilización, la necesidad de realizar quemas al aire libre y de cúmulos de residuos no quemados. Si sólo este beneficio fuera considerado, la instalación de sistemas de energía que utilizan estos residuos reduciría significativamente la degradación ambiental causada por las prácticas actuales de eliminación.

Además de esto, la quema de los residuos en forma controlada podría reducir el número y cantidad de contaminantes del aire generado por las quemas abiertas. También, la sustitución del diesel que se usa actualmente para realizar la mayoría de las operaciones podría eliminar la emisión de 200 a 400 toneladas por año de monóxido de carbono y óxido de nitrógeno, particulatas y de contaminantes de estas mismas fuentes<sup>4</sup>.

Los sistemas de conversión de energía propuestos pueden ofrecer un impacto ambiental positivo en Honduras y su magnitud se dará en proporción directa a su grado de utilización.

## **2.5 Resumen**

La industria maderera hondureña tiene aparentemente una reserva adecuada de madera para los próximos 10 a 15 años. Dadas las proyecciones actuales de producción y el alto porcentaje de volumen de las trozas que se convierte en residuos, habrá una gran disponibilidad para la generación de energía durante ese tiempo. El uso más evidente de esta energía será autoabastecer a los aserraderos; sin embargo, la electricidad excedente disponible para otros usuarios deberá considerarse a su capacidad razonable.

Los residuos forestales tienen un potencial energético. Su uso como combustible tendría varios efectos positivos en las prácticas de manejo sostenible de los bosques y crearía oportunidades adicionales significativas de empleo en áreas rurales. Aunque estos

---

<sup>4</sup>El propósito del PDF (Proyecto de Desarrollo Forestal) es mejorar el manejo y productividad sostenible de los bosques de pino comerciales y la eficiencia de la conversión industrial y venta de productos maderables; el Proyecto PDF es financiado por el USAID y recibe asistencia técnica del Servicio Forestal de USDA.

beneficios potenciales no han sido considerados en este estudio, se recomienda su investigación posterior.

Aun cuando Honduras todavía está sufriendo los efectos de la deforestación, algunas acciones como las del proyecto PDF de COHDEFOR se están llevando a cabo con el fin de invertir esta tendencia mediante el fomento de prácticas de manejo sostenible de los bosques. Las dos políticas más importantes para lograr la sostenibilidad a largo plazo son: 1) resolver el problema de los títulos de propiedad; y 2) transferir la posesión de los árboles a los dueños de las tierras.

El uso de los sistemas de producción de energía a base de residuos tendría un importante impacto ambiental positivo, particularmente en la áreas rurales, con la disminución de la contaminación del agua y del aire.

### **3. CONSIDERACIONES DE INGENIERIA**

#### **3.1 Aspectos Técnicos**

La industria de productos de madera ha utilizado los residuos como fuente de energía desde cuando se inició su manufactura. Durante los primeros años, los residuos de producción eran la única fuente de energía para los aserraderos. Hoy en día, estos residuos representan la fuente de energía más barata para estas actividades. La utilización de residuos, además de proveer energía a bajo costo, representa una solución conveniente para la eliminación de residuos que sería de otra forma un enorme y persistente problema.

Durante la extensa historia de la utilización de residuos se ha desarrollado una gran variedad de diseños de sistemas de combustión. Estos sistemas incluyen elementos básicos como alimentación manual los cuales son comunes en los primeros aserraderos, hasta los más sofisticados sistema automáticos que se encuentran en las plantas más modernas. Las opciones tecnológicas disponibles incluyen cámaras de combustión multi-fase, quemadores y gasificadores de suspensión así como las parrillas convencionales y sistemas de quemado en cúmulos.

Además de las opciones en la selección del equipo de combustión, hay diferentes tipos de calderas, motores primarios, sistemas de acarreo de combustible y sistemas auxiliares que pueden ser incorporados a un sistema de producción de energía a base de residuos. La selección adecuada de las opciones disponibles es un punto crítico para el desarrollo de un sistema de configuración confiable, rentable y compatible con la capacidad técnica disponible. El proceso de selección involucra la consideración de los factores específicos del lugar como son características y disponibilidad de residuos, características y disponibilidad de agua, otras formas de energía necesarias y la capacidad requerida del sistema. La evaluación económica de alternativas como las labores de manejo vs. costos de automatización y eficiencia del sistema así como de confiabilidad vs. costos de instalación y operación es también parte importante del proceso de selección.

La información que se presenta a continuación tiene la intención de suministrar un resumen de las condiciones y factores que fueron considerados en el desarrollo del diseño conceptual de los sistemas en los cuales se basan los estudios de caso.

#### **3.2 Condiciones Existentes en el Lugar**

Hay una gran cantidad de aspectos que deben ser considerados en el lugar específico para el diseño de un sistema de conversión de energía en un aserradero dado. Sin embargo, las condiciones consideradas en este estudio han sido limitadas a aquellos aspectos representativos de la industria de aserrío hondureña que podrían tener un impacto en el diseño conceptual de los sistemas que podrían ser utilizados por esta industria.

### 3.2.1 Requisitos energéticos

Las necesidades de electricidad para las operaciones en los aserraderos existentes varían significativamente de un lugar a otro. Estas dependen del tipo y grado de re-manufactura que se hace en el aserradero así como a la capacidad nominal del mismo. Para este estudio se asumió que los requisitos de re-manufactura no varían mayormente en los aserraderos de los tamaños considerados y que el promedio de carga eléctrica podía ser determinado como una función de la capacidad de producción. Basados en la información obtenida en dos de los aserraderos visitados, se determinó que el promedio de carga eléctrica para el funcionamiento anual era de aproximadamente 12.8 kW/Mpt para el aserradero más grande (9 Mpt/año) y 29 kW/Mpt para el más pequeño (3 Mpt/año). Los requerimientos energéticos para otros lugares han sido determinados usando una ecuación que relaciona la magnitud de demanda eléctrica específica (kW/Mpt) con la producción maderera anual. Obviamente, este enfoque implica la posibilidad de un error significativo en la producción estimada en cualquiera de los lugares específicos. Sin embargo, este error podría minimizarse si se considera el promedio de toda la industria.

Muy pocos aserraderos de los tamaños considerados en este estudio secan su madera en hornos. La información obtenida durante las visitas a los lugares indica que el secado en horno podría tener un impacto significativo en el valor de la madera producida. La instalación en los aserraderos de sistemas de energía a base de residuos facilitaría la introducción de sistemas de secado en horno ya que se podrían usar residuos en calderas de tamaño adecuado para suministrar el vapor para el secado así como para generación de energía, con la ventaja de que el combustible para ambas aplicaciones es gratis.

El secado de la madera en hornos podría convertirse en un tema importante en un futuro próximo en Honduras ya que el principal mercado de exportación de la madera hondureña es el Mercado Común Europeo que está implementando nuevos reglamentos estipulando que toda la madera importada a Europa deberá estar tratada contra insectos. Las dos opciones para cumplir con estas regulaciones son el secado en hornos o el tratamiento químico. El secado de tablas en hornos no es solo más seguro y ambientalmente benigno que el tratamiento químico sino que también ofrece beneficios adicionales sustanciales para el aserradero como son:

- Reducción en costos de fletes: el secado en horno reduce el peso del producto hasta en una tercera parte con el concomitante ahorro en los fletes.
- Aumento del valor del producto: el secado en horno no tendrá mayor impacto en los precios de madera para la exportación pero si en la que se vende internamente ya que su valor se incrementa en un 25%.
- Aumento de oportunidades para remanufactura en el lugar: las tablas secadas en horno pueden ser mejoradas realizando algunas operaciones de acabado en el mismo aserradero. El acabado ofrece varios beneficios al aserradero: aumenta el valor del producto tanto en el mercado interno como de exportación, disminuye aún más el costo de flete al eliminar hasta un 25% del

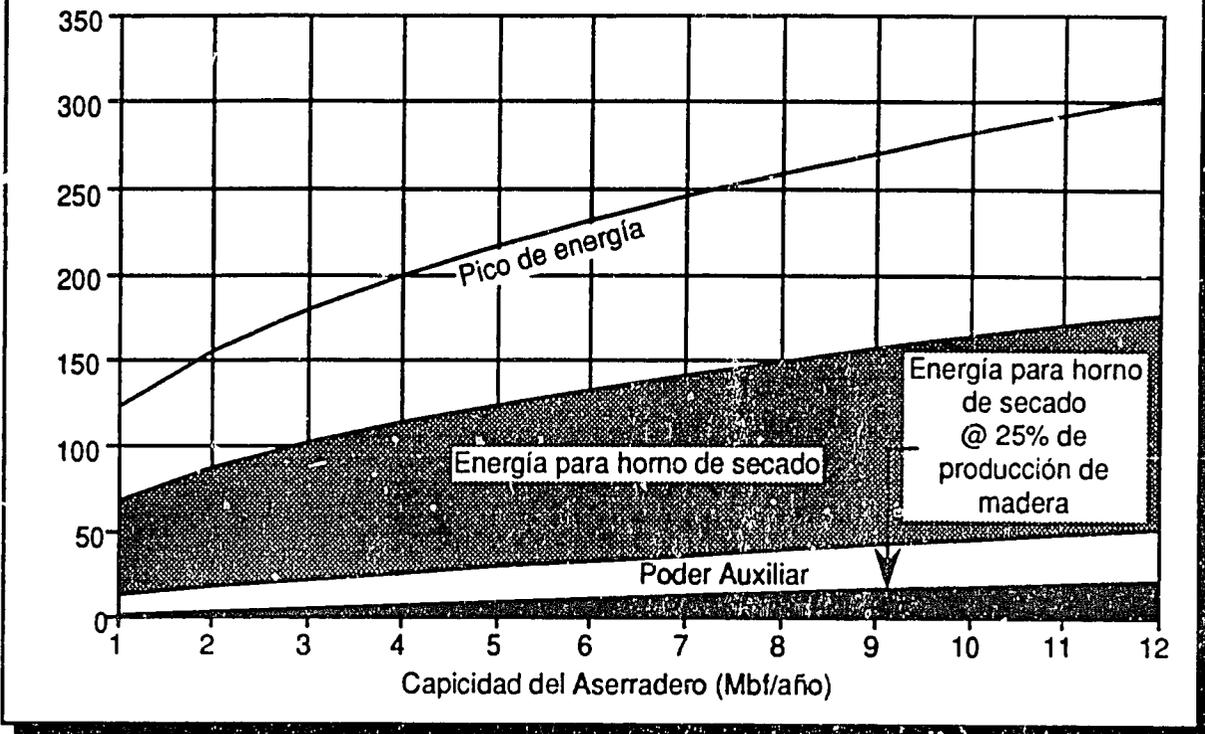
peso y volumen de la madera áspera seca, y el acabado también produce aún más residuos que aumentan la cantidad de combustible disponible para el sistema de energía.

Los beneficios de secado en horno en el funcionamiento de cualquier aserradero son muy específicos para el lugar y van más allá del campo de acción de la valoración de este análisis general de la industria. Hemos diseñado los sistemas de energía de nuestros casos para suministrar suficiente vapor y electricidad para secar el 25% de la producción primaria de madera en un aserradero. Para los sistemas de energía que solo autoabastecen el aserradero, esto significa un pequeño incremento en las inversiones (relativo a si *no se usara* el secado en horno) debido a que se necesita una caldera y un generador/turbina un poco más grande (5% a 10% más). Para los sistemas que producen energía para ventas, no hay aumento en las inversiones, pero estos sistemas producirán una cantidad un poco menor de electricidad debido a que será necesario usar vapor y electricidad para el secado en horno.

Nuestra decisión en cuanto a la cantidad de madera (25%) secada en horno en los aserraderos es un tanto arbitraria. Escogimos este valor en parte porque es lo suficientemente grande para ilustrar su impacto en el diseño de los sistemas de energía pero no al extremo de causar gran impacto en su valor económico. Se ha sugerido que hasta un 70% de la madera en algunos aserraderos hondureños podría ser secada, lo que le traería beneficios significativos. Deben realizarse investigaciones en este sentido como parte de los estudios de factibilidad en todos los sitios específicos. Los componentes de este estudio deberán incluir costos de secado en horno y posiblemente costos de acabado (incluyendo capital y costos de operación para cada uno) así como el incremento potencial en los ingresos resultado del aumento en el valor de los productos y la disminución de costos de los fletes.

Dependiendo de la eficiencia de generación de energía del equipo, los requerimientos de vapor para el horno de secado podrían variar entre un 5% y un 10% la capacidad de la caldera. En otras palabras, si no se instalara el horno de secado, el tamaño de la caldera podría ser reducido en un 5% a 10% en aquellos sistemas que generan energía solo para autosuficiencia, y la exportación de electricidad podría aumentarse en la misma proporción en aquellos sistemas que producen energía para la venta. Ya que no se espera que una reducción de esta magnitud en la capacidad de la caldera ni el valor de la venta de electricidad sean tan beneficiosos como el incremento en el valor de la madera, los sistemas seleccionados tentativamente para ser evaluados en este estudio deberán diseñarse para producir el vapor necesario para secar la madera. Además, la carga promedio estimada de electricidad y los requerimientos de combustible de estos sistemas deberán reflejar el impacto de la actividad de secado. La figura 3.1 indica la variación en la estimación de electricidad requerida para el funcionamiento de un aserradero, de un horno de secado y de los subsidiarios de la central eléctrica vs. capacidad nominal del aserradero. Aunque está fuera del ámbito de este estudio evaluar el impacto económico del secado de la madera para la viabilidad del proyecto, mediante estudios de sitio específicos este aspecto será investigado en detalle.

**Figura 3.1**  
**Requerimientos de Electricidad vs. Capacidad del Aserradero**



### 3.2.2 Características y Disponibilidad de Residuos

La mayor parte de los residuos producidos por un aserradero común son aserrín verde o piezas sólidas de esquinas, costeros y puntas. En la mayoría de los aserraderos generalmente no se descortezan los troncos antes de aserrarlos y casi toda la corteza se elimina junto con los costeros y esquinas. Como se indicó anteriormente, pocos aserraderos de los tamaños bajo estudio, usan hornos para secar su madera, por lo tanto la mayoría de residuos son verdes y se ha estimado en un 45% el porcentaje de su contenido de humedad, a base de peso húmedo. Para los propósitos de este estudio hemos asumido que el valor calórico más alto de los residuos es de 4,975 BUT/lb.

La información obtenida de varios aserraderos indica que el volumen total de residuos, incluyendo la corteza, varía entre un 47% y 52% del volumen total inicial de las trozas, dependiendo de la eficiencia de operación del aserradero y del grado de recuperación de productos secundarios. Para los propósitos de este estudio, se asumió que el promedio general industrial era de aproximadamente 50% de residuos con un 47% de recuperación primaria de tablas. Los volúmenes de residuos y contenido de humedad

pueden variar de un aserradero a otro y cualquier evaluación en un sitio específico requiere un avalúo más exacto de los mismos.

### **3.2.3 Características Y Disponibilidad De Agua**

Todos los aserraderos visitados obtienen el agua necesaria para sus actividades de riachuelos cercanos o de pequeños embalses. La cantidad de agua disponible varía significativamente de un lugar a otro, y es imposible hacer una determinación exacta de la disponibilidad de agua representativa para todo el sector industrial estudiado. Por lo tanto, para asegurar que los sistemas desarrollados para este estudio representan un diseño que pueda ser instalado en cualquier sitio, éstos están diseñados para que su necesidad de consumo de agua sea mínima.

Todos los riachuelos presentan color y turbidez significativa y puede asumirse que algún tipo de instalación o filtración será necesaria si esta agua va a ser tratada en cualquier clase de unidad de intercambio de iones. Sin embargo, los lugares visitados en los que funcionaban calderas no tenían equipo de pre-tratamiento y estaban obteniendo resultados satisfactorios con algún tipo de tratamiento interno. Sobre esta base se puede asumir que las nuevas calderas seleccionadas para funcionar en condiciones similares a aquellas de los sistemas existentes pueden ser operadas sin ningún pre-tratamiento significativo de la caldera para producir agua.

Aunque las suposiciones descritas en los párrafos anteriores puedan ser adecuadas para el establecimiento de diseños de sistemas representativos, éstas no se pueden usar como base para el diseño de un sistema para un sitio específico. Por lo tanto, los estudios detallados de sitios específicos deberán incluir avalúos exactos de la disponibilidad de agua y grado de pretratamiento requerido.

## **3.3 Selección de Equipo**

### **3.3.1 Calderas**

La capacidad de los aserraderos considerados en este estudio varía de approx.1 Mpt/año a approx.10 Mpt/año y el total de combustible producido varía de 7,500 toneladas métricas, peso húmedo, para los aserraderos más pequeños a 25,000 toneladas métricas o más para los aserraderos más grandes. Estas cantidades indican que la capacidad máxima de la caldera será de algo menos que 30,000 libras de generación de vapor por hora. Para este rango de tamaños, la selección más económica es generalmente una unidad con tubo de humo con un máximo de presión de operación menor a 200 libras por pulgada cuadrada (psig.). Por lo tanto se decidió que las evaluaciones económicas preliminares para esta fase de la industria deberían basarse en sistemas diseñados para calderas de este tipo.

El otro tipo de caldera que podría considerarse es un diseño con tubo de agua. Este tipo de caldera ofrece una gama más amplia de condiciones y configuraciones para su funcionamiento; sin embargo, en el rango de tamaños considerados en este estudio, las calderas con tubo de agua son considerablemente más caras que las unidades con tubo de

humos y la eficiencia adicional del sistema que podría ser alcanzada con una mayor presión de vapor tendría que justificar el costo adicional. También debe indicarse que las calderas que se utilizan en los aserraderos en Honduras son del tipo de tubo de humos con presiones de funcionamiento menores o iguales a 200 psig.

### **3.3.2 Sistemas De Combustión**

La presencia de piezas de madera de varios tamaños en el abastecimiento hacen imposible la utilización de sistemas de combustión que incorporen controles automáticos precisos para la alimentación de combustible. En este sentido, el único sistema que puede utilizar este material sin un procesamiento posterior es una chimenea balanceada, o de tiro negativo, que se puede alimentar manualmente con grandes piezas por las puertas de la chimenea. Este tipo de chimenea puede también equiparse con un sistema de conducción que lleve el aserrín y piezas más pequeñas a la chimenea a través de un conducto de alimentación en el techo o parte alta de la pared. El sistema de conducción puede tener una reserva de combustible que permita al operador regular el fuego arrancando y deteniendo el sistema así como ajustando la frecuencia con la cual las piezas más grandes se alimentan a la chimenea. Aunque un sistema de combustión de este tipo es mucho menos eficiente que un sistema automático, es más barato y consistente con la filosofía de sustituir la mano de obra con energía mecánica o eléctrica en los casos en los cuales sea posible. Por lo anterior, los diseños conceptuales de los sistemas evaluados en este estudio incluirán este sistema de combustión manual. Los estudios de sitios específicos deberían incluir una evaluación entre la eficiencia de operación e instalación y/o el costo de manejo para determinar si la viabilidad económica puede ser mejorada con la instalación de un sistema de combustión más eficiente.

### **3.3.3 Motores Primarios**

La selección de un motor principal para el generador está limitada a una máquina de vapor o a una turbina de vapor de una sola fase. Las turbinas de vapor multi-fase no son competitivas para el rango de tamaños considerados en este estudio y son además muy sensitivas para dar un funcionamiento seguro en las instalaciones dentro del ambiente de los aserraderos prevaletiente en Honduras.

Históricamente, las máquinas de vapor se han usado frecuentemente para actividades de este tipo y se utiliza actualmente en los aserraderos hondureños que usan residuos para generación de energía. Las máquinas de vapor tienen la ventaja de ofrecer mayor eficiencia de operación y mejor funcionamiento sin carga; sin embargo, tienen la desventaja de ser más caras que las turbinas de una fase. Además, el tubo de escape de estas máquinas se contamina con aceite lubricante y no es adecuado para volver a usarse dentro de la caldera. Por lo anterior, las máquinas de vapor tienen además la desventaja de aumentar los requerimientos para la producción de agua, lo que no es consistente con la necesidad percibida de diseñar estos sistemas para conservarla.

### 3.3.4 Equipo De Condensación

Después de seleccionar una turbina de una sola fase de extracción como motor principal del generador, se debe determinar también el tipo de equipo de condensación que será usado para recuperar el vapor extraído. Tanto un condensador enfriado por aire como uno de superficie enfriado por agua son adecuados para esta actividad.

Los condensadores enfriados por aire generalmente no son económicos para usar con turbinas que funcionan como extractores. Sin embargo, el funcionamiento a presión alta de la turbina tiene un impacto nocivo importante en la eficiencia general del sistema (es decir, la producción de electricidad proveniente de una cantidad dada de combustible se reduce significativamente). Investigaciones preliminares indican que hay más cantidad de combustible disponible del necesario para producir la energía requerida para el aserradero y la central eléctrica. Por lo tanto, el único factor que puede justificar un incremento en los costos y consumo de agua de un condensador enfriado por agua es el valor de la venta del excedente de energía producida. Se decidió que mediante este estudio se podría establecer una comparación realística entre los sistemas de bajo costo, diseñados para incluir un condensador enfriado por agua y el sistema más caro de generación de energía diseñado con la turbina funcionando como extractor y además con un condensador enfriado por aire. Los sistemas más baratos serán configurados para funcionar con una turbina de presión máxima de escape suficiente para volver el condensado al tanque de almacenamiento de agua sin necesidad de usar las bombas condensadoras. Este distribución elimina una cantidad importante de equipo para el proceso de condensación y da como resultado costos más bajos de instalación. Además, basados en observaciones hechas en calderas existentes en Honduras, se decidió que un tanque para almacenamiento de agua abierto debe ser sustituido por un calentador de agua cerrado. Aunque esto ocasione un incremento en los costos de tratamiento del agua, reduce los costos de instalación y es consistente con las prácticas actuales. Este sistema de configuración se estudió bajo el título de "sistema de bajo capital", y su diseño básico se muestra en forma esquemática en la figura 3.2.

Para instalar un condensador enfriado por agua sería necesario también contar con bombas condensadoras, bombas para agua de enfriar, una torre de enfriamiento y controles de flujo condensado. Este sistema se estudió bajo el título de "sistema eficiente de energía" y su diseño básico se muestra en forma esquemática en la Figura 3.3.

No hay consideraciones técnicas que favorezcan uno u otro de los sistemas de configuración, por esto la selección del diseño del sistema más conveniente deberá basarse en una evaluación económica del valor de la generación de energía vs. costos de instalación y operación de los sistemas.

Se ha elaborado información preliminar sobre el funcionamiento esperado de los sistemas de generación de energía que incorporan tanto la configuración "bajo capital" como "energía eficiente" instalados en todos los aserraderos en Honduras. Estos sistemas fueron establecidos para dos capacidades diferentes: la primera para producir autosuficiencia de energía eléctrica, incluyendo hornos de secar y equipamientos auxiliares del control eléctrico, y la segunda para utilizar todos los residuos disponibles para la

generación de energía con venta de excedentes. Los cálculos sobre el funcionamiento de los aserraderos en Honduras ha sido tabulados en el Anexo 2.

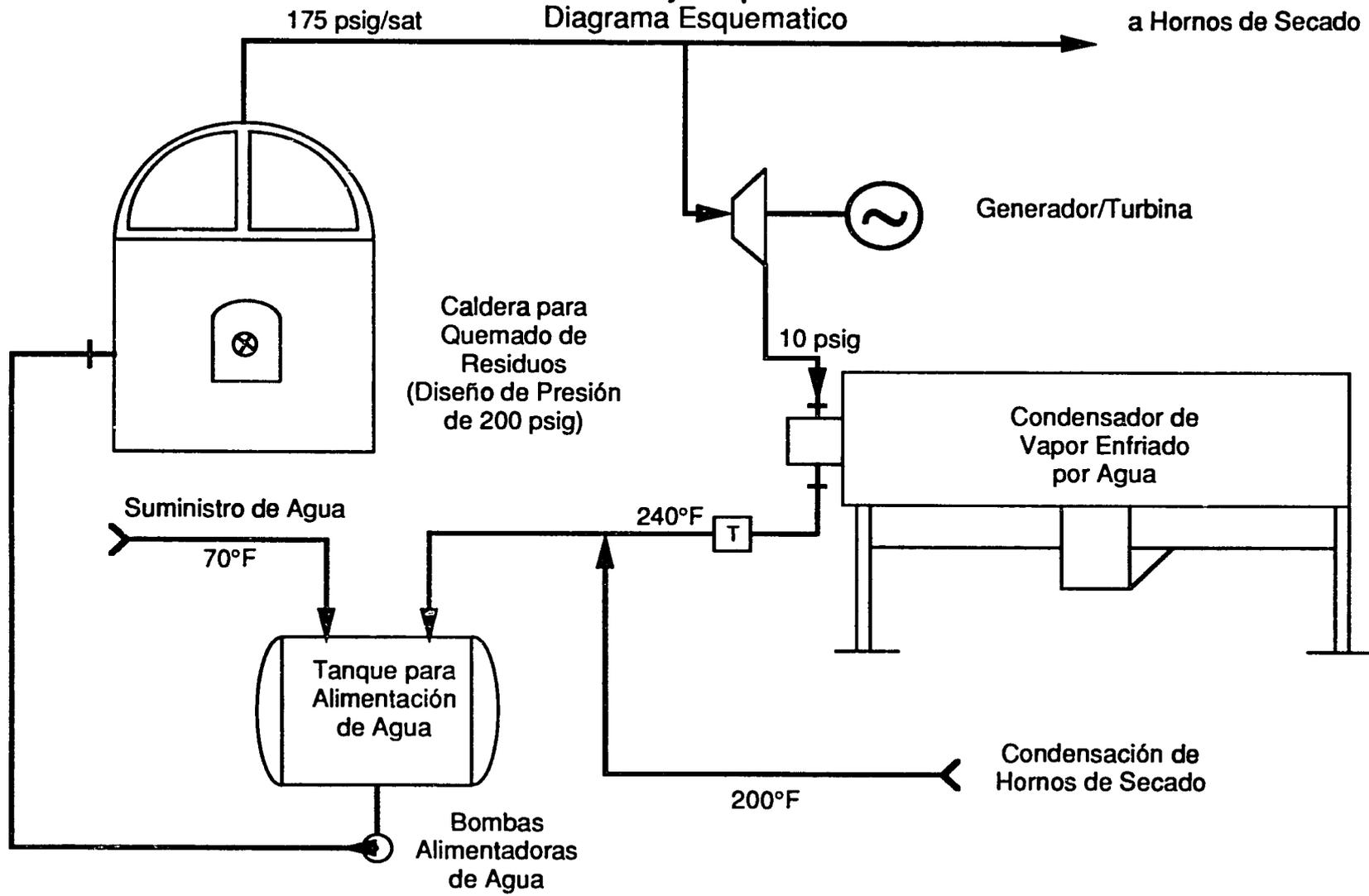
### **3.4 Sistemas de Configuración para los Estudios de Caso**

Hay varias opciones que deben ser evaluadas para determinar la viabilidad económica potencial de los sistemas de energía que utilizan residuos para la industria maderera en Honduras. A pesar de las consideraciones de sitios específicos, la viabilidad relativa de los sistemas diseñados para producir solamente la energía necesaria para un aserradero (autosuficiencia energética) versus los sistemas diseñados para la exportación de energía eléctrica (ventas de energía) puede ser determinada de la información disponible en este estudio. Además, se puede establecer el impacto relativo del sistema de bajo capital versus el sistema de energía.

#### **3.4.1 Autosuficiencia Energética Para El Aserradero**

Hay dos opciones para el diseño de un sistema de autosuficiencia energética que son el diseño de bajo capital y el diseño de energía eficiente. Como se afirmó anteriormente, las investigaciones preliminares indican que todos los aserraderos del tamaño considerado en este estudio producen más residuos de los requeridos para generar la energía que necesitan utilizando el diseño de bajo capital. Siendo este el caso, no hay justificación para un diseño de energía eficiente en los sistemas que solo pretenden suministrar autosuficiencia energética en el aserradero, dado el costo de capital adicional del sistema de energía eficiente. Por lo tanto la viabilidad económica potencial de los sistemas de autosuficiencia energética puede ser demostrada mediante una evaluación económica de los sistemas de bajo capital tanto para aserraderos grandes como pequeños. La información de costos que suministra la base para las evaluaciones económicas se encuentra resumida en el Cuadro 3.1 y se presenta en detalle en el Anexo 2. La Figura 3.4 muestra la relación entre el porcentaje de residuos requeridos para el autoabastecimiento energético del aserradero y su capacidad.

**Figura 3.2**  
**Diseño Esquemático del Sistema**  
**de Bajo Capital**





**Cuadro 3.1**  
**Resumen De Costos De Instalación Y Operación**  
**Para Los Sistemas De Autosuficiencia Energética**

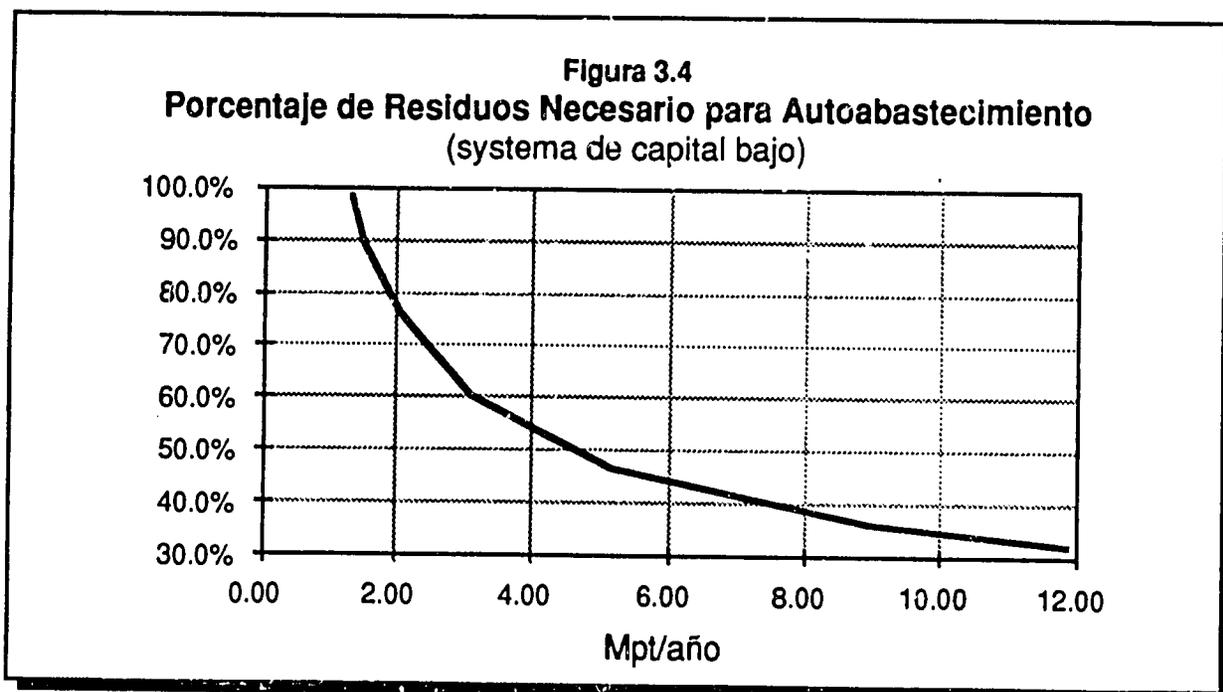
**COSTOS DE INSTALACION**

	Aserraderos Grandes		Aserraderos Pequeños	
Equipo importado	\$US	267,075	\$US	211,500
Equipo fabricado en el país	Lps	100,400	Lps	99,550
Instalación	Lps	243,950	Lps	202,350
Flete, seguros, ingeniería foránea, supervisión ,etc.	\$US	147,289	\$US	117,467
Impuestos de importación y servicios locales	Lps	279,183	Lps	230,174
<b>Total Costos de Instalación*</b>	<b>\$US</b>	<b>532,012</b>	<b>\$US</b>	<b>429,358</b>

**COSTOS ANUALES DE OPERACION Y MANTENIMIENTO (O y M)**

Mano de obra	Lps	65,000	Lps	57,500
Suministros	Lps	20,000	Lps	15,000
Mantenimiento	Lps	35,000	Lps	25,000
<b>Total Costos de O y M</b>	<b>Lps</b>	<b>120,000</b>	<b>Lps</b>	<b>97,500</b>

\*Conversión de dólar a lempira: US\$ = 5.3 Lps



Considerando las aproximaciones de la Figura 3.4 observe los porcentajes aproximados que se presentan a continuación para los aserraderos de tamaños considerados por este estudio:

<b>Tamaño De Aserradero</b>	<b>% Aproximado Requerido Para La Autosuficiencia</b>	<b>% Aproximado De Energía Eléctrica Disponible Para La Venta</b>
1.2 Mpt/año	100	0
" pequeño" (3 Mpt/año)	60	40
" grande" (9 Mpt/año)	37	63

### **3.4.2 Energía Producida Para La Venta**

Dada la suposición de que los sistemas de redes conectadas estarían dentro de una red de distribución que pueda consumir todo el excedente de electricidad producido por la planta generadora, la selección del diseño más apropiado para estos sistemas dependerá únicamente de la evaluación del valor del exceso de electricidad comparado con los costos del sistema instalado. La hipótesis de una producción ilimitada no tiene que ser necesariamente cierta para los sistemas conectados a una micro red, pero la evaluación del potencial de producción de las micro redes está fuera del alcance de este estudio y solo podrá hacerse con base en un sitio específico. Los resultados de este estudio brindarán información sobre el impacto económico del tamaño de la micro red y de los costos en los que se puede incurrir para instalar la red sin arriesgar la viabilidad del proyecto.

La información de costos ha sido elaborada tanto para los diseños de sistemas de redes conectadas de bajo capital y de energía eficiente como para las operaciones de aserraderos grandes y pequeños. Esta información se muestra en el Cuadro 3.2 y 3.3 respectivamente. El detalle estimado de costos se presenta en el Anexo 2.

**Cuadro 3.2.**  
**Resumen De Costos De Instalación Y Operación**  
**Para Los Sistemas De Red Conectada Y Bajo Capital**

**COSTOS DE INSTALACION**

	<b>Aserraderos Grandes</b>		<b>Aserraderos Pequeños</b>	
Equipo importado	\$US	398,250	\$US	226,700
Equipo fabricado en el país	Lps	103,100	Lps	99,800
Instalación	Lps	345,550	Lps	211,050
Flete, seguros, ingeniería foránea, supervisión ,etc.	\$US	217,796	\$US	125,548
Impuestos de importación y servicios locales	Lps	395,842	Lps	243,009
<b>Total Costos de Instalación*</b>	<b>\$US</b>	<b>775,384</b>	<b>\$US</b>	<b>456,750</b>

**COSTOS ANUALES DE OPERACION Y MANTENIMIENTO (O y M)**

Mano de obra	Lps	87,500	Lps	65,000
Suministros	Lps	35,000	Lps	17,000
Mantenimiento	Lps	42,000	Lps	27,000
<b>Total Costos de O y M</b>	<b>Lps</b>	<b>164,500</b>	<b>Lps</b>	<b>109,000</b>

\*Conversión de dólar a lempira: US\$ = 5.3 Lps

**Cuadro 3.3**  
**Resumen De Costos De Instalación Y Operación**  
**Para Los Sistemas De Red Conectada Y Energía Eficiente**

**COSTOS DE INSTALACION**

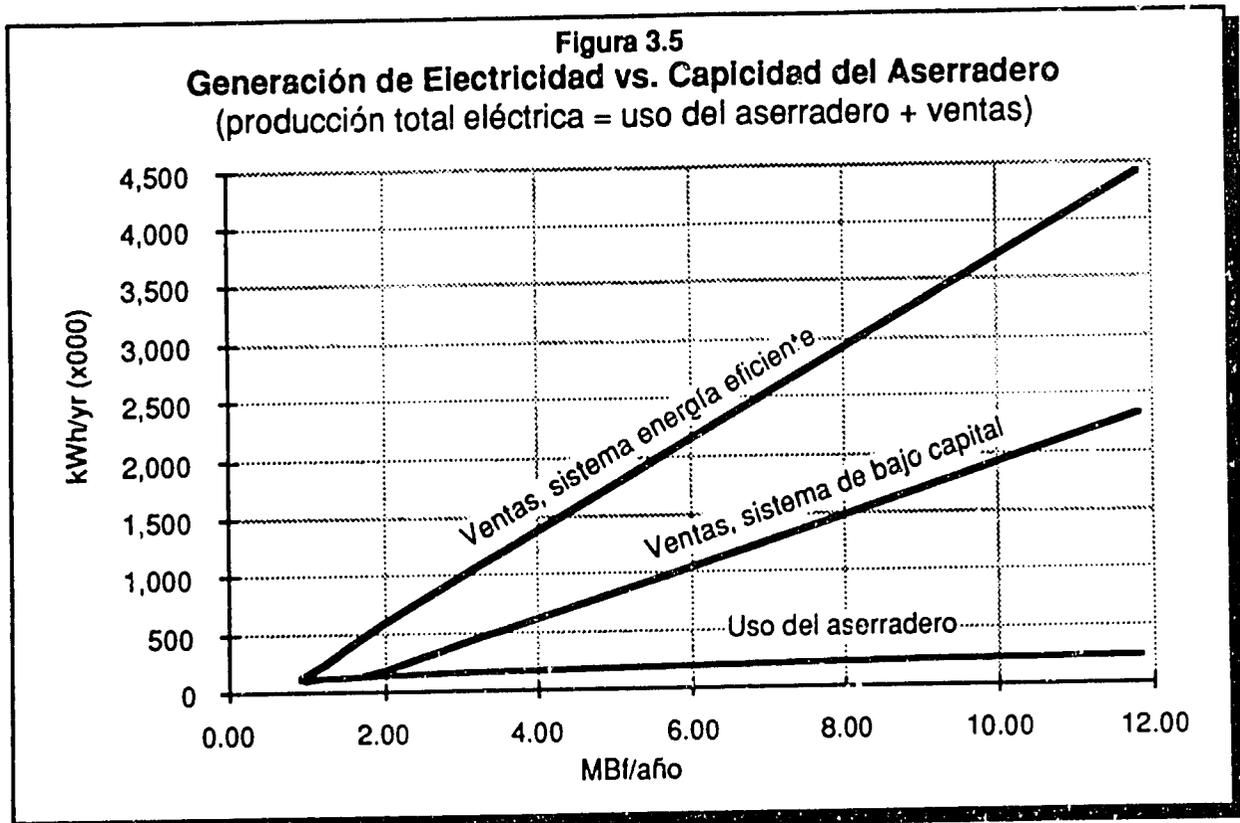
	<b>Aserraderos Grandes</b>		<b>Aserraderos Pequeños</b>	
Equipo importado	\$US	538,150	\$US	303,600
Equipo fabricado en el país	Lps	101,350	Lps	98,750
Instalación	Lps	404,300	Lps	232,700
Flete, seguros, ingeniería foránea, supervisión, etc.	\$US	291,458	\$US	165,735
Impuestos de importación y servicios locales	Lps	507,950	Lps	302,313
<b>Total Costos de Instalación*</b>	<b>\$US</b>	<b>1,020,853</b>	<b>\$US</b>	<b>588,913</b>

**COSTOS ANUALES DE OPERACION Y MANTENIMIENTO (O y M)**

Mano de obra	Lps	87,500	Lps	65,000
Suministros	Lps	28,000	Lps	14,000
Mantenimiento	Lps	52,000	Lps	32,000
<b>Total Costos de O y M</b>	<b>Lps</b>	<b>164,500</b>	<b>Lps</b>	<b>111,000</b>

\*Conversión de dólar a lempira: US\$ = 5.3 Lps

La Figura 3.5 muestra la relación entre la generación de energía eléctrica y la capacidad del aserradero, tanto para el sistema de bajo capital como para el de energía eficiente. Esta figura ilustra los aumentos dramáticos en las salidas entre los sistemas de bajo capital y energía eficiente.



### 3.5 Densificación del Excedente de Residuos

La densificación de residuos es una tecnología muy conocida y extensamente usada en la región noroeste de los Estados Unidos y el norte de Europa, tanto por los mercados de calefacción casera como para aplicaciones industriales. La densificación de residuos generalmente involucra la manufactura de budoques o briquetes mediante un proceso de expulsión que requiere de altas presiones y temperaturas (comunmente resultado de un proceso de expulsión mecánico). En la mayoría de los casos, no se necesitan agentes de empastar. Muchos combustibles densificados pueden hacerse en carbón el cual aumenta la eficiencia de combustión y reduce los costos de transporte pero también consume una gran cantidad de la energía de calentamiento del combustible durante el proceso de carbonización. Los combustibles densificados pueden hacerse de aserrín o de una mezcla

de astillas y aserrín. Los tamaños de los budoques o briquetes generalmente oscilan entre 0.25" y más de 3" de diámetro.

La tecnología de densificación es ciertamente una opción que debe ser considerada por los aserraderos que no tienen acceso a una red de electrificación para vender su excedente energético y puede representar una inversión más atractiva para algunos aserraderos que tienen acceso a una red. Los rendimientos económicos de invertir en un equipo de densificación dependen de numerosas consideraciones y deben ser evaluados caso por caso.

El aserradero Yodeco ubicado en Yoro está instalando actualmente un equipo para densificación de madera y empezará a producir briquetes en mayo o junio de este año. Estudios de sitios específicos en Honduras deben considerar los resultados del proyecto en Yodeco para evaluar la factibilidad de la densificación.

### 3.6 Resumen

No existen restricciones técnicas significativas para la instalación de sistemas de energía que utilizan los residuos de los aserraderos en Honduras para la producción de electricidad para autosuficiencia y venta. La tecnología más apropiada para estas actividades es la utilización de calderas del tipo tubo de humo y generadores con turbinas de vapor de una fase en los sistemas que han sido diseñados sin la necesidad de preparación adicional de combustible y para funcionar sin accesorios o sistemas de control sofisticados. Esta tecnología es parecida a la que se usaba en los aserraderos norteamericanos a inicios de este siglo, y hay mucha información disponible sobre los parámetros de diseño que deben ser considerados.

Si los sistemas de generación de energía contemplados en este estudio produjeran solo la electricidad necesaria para hacer funcionar los aserraderos, se podrían ahorrar aproximadamente 10 millones de kWh por año de la electricidad que se produce actualmente en la red o por medio de generadores de diesel. Si se usan todos los residuos disponibles en los sistemas que incorporan el diseño de "energía eficiente", aproximadamente 53.7 millones de kWh de electricidad podrían producirse para ventas nacionales, locales o a las micro-redes.

El uso de los sistemas de energía que utilizan residuos para hornos de secado representa un beneficio adicional significativo para los aserraderos hondureños. Los sistemas de estudios de caso discutidos en este informe suministran suficiente vapor y electricidad para secar el 25 por ciento de la producción primaria de tablas. Se ha indicado además que en algunos aserraderos sería posible secar hasta un 70% de la madera resultando en un beneficio significativo. Se deben realizar más investigaciones sobre este punto en todos los estudios de factibilidad en los sitios específicos.

El Cuadro 3.4 presenta un resumen de las características de funcionamiento, incluyendo los costos de operación y mantenimiento de las instalaciones programadas para los seis sistemas de estudios de caso. Debe notarse que los sistemas diseñados para la venta de energía podrían generar aproximadamente el 70% de la electricidad para la venta durante los períodos pico de demanda (13 horas/día, como lo estableció la ENEE); el

balance de la electricidad para la venta sería producido durante los períodos de demanda baja. Si los sistemas fueran diseñados y operados para generar un flujo constante, el tamaño del generador de turbina podría ser reducido, disminuyendo así los costos de equipo. El potencial de electricidad para la venta en forma constante de los aserraderos representativos grandes y pequeños que usan las tecnologías de "energía eficiente" descritas en este estudio, sería de aproximadamente 455 kWh y 140 kWh por hora respectivamente (@ 300 días al año).

La determinación de producción del generador (constante vs. niveles variables de energía de los períodos de demanda altos y bajos de la red), que a su vez afecta el diseño del sistema y los costos de capital, deberá determinarse en base a un análisis económico de los ingresos por las ventas durante los períodos altos y bajos y los costos de respectivos sistemas en el sitio específico.

En el caso de los aserraderos hondureños, la densificación del excedente de residuos para la venta a mercados urbanos e industriales deberá considerarse particularmente en aquellos que no tienen acceso a una red para vender su excedente eléctrico. Las inversiones en dichos equipos deberán analizarse caso por caso. El aserradero Yodeco ubicado en Yoro está instalando actualmente un equipo para densificación de madera. Los resultados de este proyecto deberán ser de interés para los otros aserraderos hondureños.

**Cuadro 3.4**  
**Características de Configuración de los Sistemas de Estudios de Casos**

<i>Características del Aserradero</i>	notas	Aserradero Grande			Aserradero Pequeño		
		<i>bajo capital auto-suficiencia</i>	<i>bajo capital red conectada</i>	<i>energía eficiente red conectada</i>	<i>bajo capital auto-suficiencia</i>	<i>bajo capital red conectada</i>	<i>energía eficiente red conectada</i>
Producción Anual de Tablas	a	9	9	9	3	3	3
<b><i>Generación de Electricidad</i></b>							
Promedio de Carga para del Aserradero	b	114	114	114	79	79	79
Promedio de Carga para el Horno de Secado	c	17	17	17	6	6	6
Capacidad del Generador	d	273	493	812	180	190	311
Promedio de Producción del Generador, Venta al Período Pico, Aserradero Funcionando	e	150	448	739	99	173	283
Promedio de Producción del Generador, Venta al Período Pico, Aserradero No Funcionando	f	28	326	614	14	88	196
Promedio de Producción del Generador, Venta al Período Bajo, Aserradero No Funcionando	g	28	186	342	14	53	112
Promedio de Producción del Generador, Venta al Período Constante, Aserradero Funcionando	h	0	385	606	0	157	238
Promedio de Producción del Generador, Venta al Período Constante, Aserradero No Funcionando	i	0	271	492	0	78	159
kW a la Red, Ventas al Período Pico	j	0	298	580	0	74	178
kW a la Red, Ventas al Período Bajo	k	0	158	308	0	39	94
kW a la Red, Ventas al Período Constante	l	0	234	455	0	58	140
Total Ventas de Energía	m	0	1,684	3,277	0	417	1,005
<b><i>Uso de Combustible</i></b>							
Desechos Producidos por Año	n	22,408	22,408	22,408	7,645	7,645	7,645
Desechos Anuales para la Caldera	n	8,084	22,408	22,408	4,638	7,645	7,645
Desechos Anuales No Usados	n	14,324	0	0	3,007	0	0
<b><i>Costos</i></b>							
Costo Total de Instalación	o	\$532,000	\$775,000	\$1,021,000	\$429,000	\$457,000	\$589,000
Costo Anual de Operaciones	p	120,000	164,500	167,500	97,500	109,000	111,000

17

**nota al Cuadro 3.4**

- a Mpt
- b kW; ver 3.2.1
- c kW; carga eléctrica solamente
- d kW; incluye reserva para carga máxima del aserradero, 82% por encima del promedio para sistemas de autosuficiencia (observado a varios aserraderos en Honduras), y 10% por encima del promedio de sistemas conectadas al red nacional (suponiendo que las variaciones en demanda del aserradero se puede acomodar por ajustes de ventas)
- e kW; demanda promedial de aserraderos + promedio de horno secador + auxiliares al central electrica + ventas al periodo pico
- f kW; promedio de horno secador + auxiliares al central electrica + ventas al periodo pico
- g kW; promedio de horno secador + auxiliares al central electrica + ventas al periodo pico
- h kW; demanda promedial de aserraderos + promedio de horno secador + auxiliares al central electrica + ventas (constante para 24 horas)
- i kW; promedio de horno secador + auxiliares al central (constante para 24 horas)
- j kW; para 13 horas por día
- k kW; para 11 horas por día
- l kW; para 24 horas por día
- m en MkW por
- n en toneladas métricas
- o incluye la consolidación de costos en US\$ y Lps, @ US\$1 = 5.3Lps
- p en Lps por año

**notas adicionales:**

ventas al red: 24 horas por día, 300 días el año  
período pico es 13 horas por día; período bajo es 11 horas por día  
ventas de período pico basada en la proporción pico/bajo de ENEE, el pico 88% más que el bajo

112

## 4. CONSIDERACIONES ECONOMICAS Y FINANCIERAS

### 4.1 Comentarios Generales

La industria maderera de Honduras es, después de la agricultura, la más importante fuente generadora de divisas para el país se considerada también como un sector riesgoso para nuevas inversiones. Las razones son complejas y se han discutido en otros informes (Chronowski 1985; UNDP 1985). Los recursos madereros son administrados por COHDEFOR para asegurar un suministro más o menos constante de materia prima para los aserraderos durante los próximos quince años. Además, muy poco se está haciendo para asegurar o dar asistencia al proceso de reforestación y el sistema gubernamental actual brinda incentivos contra la plantación de nuevos árboles. Muchos aserraderos no pueden trabajar a su capacidad máxima de producción debido a las fuertes regulaciones en cuanto al suministro de materia prima. El panorama a largo plazo de esta industria es muy incierto. No obstante, *la factibilidad económica de inversión en los sistemas de energía que utilizan residuos para generar la electricidad necesaria para los aserraderos hondureños con potencial para la venta de electricidad parece atractivo ya que las tasas de ingresos son aceptables y los períodos de retorno son buenos durante el período asegurado de suministro razonable de madera.*

La mayoría de los aserraderos hondureños están localizados en áreas rurales remotas. Cuando éstos fueron instalados no había ningún servicio eléctrico por lo que toda la energía necesaria para hacer funcionar el aserradero se producía en el mismo lugar. La alternativa de costo de capital más baja y la que escogieron la mayoría de los dueños de aserraderos fue el uso de generadores con diesel. Los aserraderos están diseñados para necesitar el mínimo de electricidad, así la cantidad de combustible que tiene que ser llevada en tanques cisterna no es excesiva. Las máquinas de diesel son relativamente fáciles de operar y en la mayoría de los lugares hay varias de ellas para aumentar la confiabilidad y rentabilidad del sistema eléctrico.

Desde hace bastante tiempo el Gobierno de Honduras tiene la política de subsidiar el precio del diesel para todos los sectores económicos. Durante la visita del equipo a Honduras (Setiembre 1990), el precio del diesel era de 3.99 Lps por galón (US\$0.75/gal) comparado con 6.25 Lps por galón de gasolina<sup>5</sup> regular(US\$1.18/gal). El subsidio cubre todo el diesel que se vende en el país, incluyendo el que compran para los aserraderos. Esto hace que los costos de energía para los aserraderos se mantengan abajo de los niveles de mercado. El subsidio al diesel tiene importantes implicaciones para las decisiones de instalar sistemas de energía que utilizan residuos en los aserraderos, ya que el costo de energía derivado del diesel es más barato que el de los mercados mundiales.

---

<sup>5</sup>El precio actual del diesel (Marzo 1991) en Honduras es de 8.63 Lps/gal en tanto que el precio de la gasolina regular es de 6.94 Lps/gal. Parece ser que el nivel de subsidio al diesel ha disminuido y la política gubernamental es estabilizar los costos de energía. El análisis realizado en este estudio toma en cuenta el precio del diesel en marzo 1991.

## 4.2 Análisis de Estudios de Caso

Se llevó a cabo un análisis económico preliminar usando un modelo de flujo de dinero proforma a diez años para cada una de las configuraciones de los sistemas de energía para los seis estudios de caso representativos como fue descrito en el Cuadro 3.4 y las suposiciones financieras comunes a los seis casos mostradas en el Cuadro 4.1. El Cuadro 4.2 muestra los resultados de los análisis financieros de los seis sistemas representativos. Los detalles de las proformas completas para cada una de las configuraciones de los seis sistemas se encuentran en el Anexo 4.

### Cuadro 4.1. Suposiciones Generales Usadas Para El Análisis Financiero

Horas de Operación Anual del Sistema de Energía: incluye todas las horas de funcionamiento de la caldera	24 horas/día, 300 días/año
Horas de Operación Anual del Aserradero: total horas representativas de operación de aserraderos en Honduras	8 horas/día, 250 días/año
Precio de Venta de la Electricidad: = basado en Lps/kWh, costo cobrado por la ENEE en 9/90 mas un 20% de inflación anual sobre un período de 15 meses para dar el precio en 1992	0.31 Lps/kWh, 1992 todas las horas
Precio del Diesel: = 6.94 Lps/galón en 1991; incluido 20% de inflación hasta 1992	8.33 Lps/gal, 1992
Diesel O & M y Depreciación: estimación conservadora basada en dos máquinas que usan diesel, 250 kW de capacidad total	75,000 Lps/año-aserra pequeño
estimación conservadora basada en dos máquinas que usan diesel, 400 kW grande de capacidad total	85,000 Lps/año-aserradero
Tasa de Cambio de la Moneda: Tipo de cambio oficial (3/91)	5.3 Lps/US\$, 1991
Inflación General Hondureña: Suposición consistente con la opinión del oficial en economía de la USAID/Honduras	20%/año, 1991-2002
Tasa de Inflación en los Combustibles Se supone que es igual a la tasa de inflación general	20%/año, 1991-2002
Tasa de devaluación de la moneda Suposición consistente con la opinión del oficial en economía de la USAID/Honduras	10%/año, 1991-2002
Deuda Total: Suposición de acuerdo a la estructura capital financiera	80% de costos totales de
Términos de la deuda: Suposición basada en discusiones con año de gracia prestamistas y agentes	5 años de amortización, 1
Tasa Deuda del Lempira: Suposición consistente con la opinión del oficial en economía de la USAID/Honduras	28%
Tasa Deuda del dólar: Suposición basada en discusiones con prestamistas y agentes	12%

Período de Construcción del Proyecto	12 meses
Suposición basada en el diseño de ingeniería de la sección 3	
Tasa de Descuento:	15%
Suposición basada en cálculos sobre el valor actual neto	

Nótese que los análisis presentados en este informe panorámico de la industria son preliminares. A pesar de que se consideran satisfactorios los indicadores de las TIR, los estudios de caso requieren investigaciones más generales las suposiciones usadas para obtener estos cálculos. En los casos en los cuales se tuvo que usar información incompleta para realizar los análisis, nuestros estimativos son conservadores.

Por ejemplo, nuestros estimativos en cuanto a costos de capital pueden ser muy elevados, porque asumimos que la mayoría de maquinaria tendrá que ser importada nueva. De hecho, alguna de la maquinaria podría ser de segunda mano o comprada dentro del país a precios razonables. Otro ejemplo de nuestra tendencia conservadora es la suposición de que todos los sistemas están diseñados para suministrar vapor para secar el 25% de la producción de madera del aserradero; sin embargo, no estamos atribuyendo a los sistemas ningún beneficio financiero asociado al incremento en el precio de los productos producidos con madera seca (ni incorporando los costos asociados a los sistemas de secado en horno). En general, estos análisis preliminares son muy conservadores y los estudios de factibilidad en sitios específicos deberán demostrar escenarios aun más atractivos para las inversiones.

#### **4.2.1 Bajo Costo De Capital, Autosuficiencia De Energía En Los Aserraderos**

Hemos realizado análisis financieros indicativos para los sistemas de autosuficiencia energética de los aserraderos grandes y pequeños en sitios representativos, basados en el bajo costo de capital, diseño de caso de baja eficiencia y las suposiciones generales financieras. Las tasas internas de retorno (TIR) calculadas para las configuraciones de los sistemas grandes y pequeños son del 21.7% y 16.7%, respectivamente con períodos simples de pago de 6.2 y 5.7 años. Los sistemas de autosuficiencia energética del caso de base muestran de esa forma rendimientos financieros que los hacen candidatos aceptables para la inversión. Algunas mejoras en varias áreas, asociadas especialmente con una reducción de capital, como lo es por ejemplo la compra de equipo usado, podría hacer que estos sistemas fueran inversiones aún más atractivas. Los sistemas más grandes tienen economías a escala significativas, en comparación con los sistemas más pequeños, factor que se da en todas las configuraciones estudiadas. Sin embargo, para las configuraciones de sistemas de autosuficiencia energética, los sistemas más grandes disponen de un porcentaje menor del total de residuos del aserradero que los sistemas más pequeños, lo cual ofrece una solución menos adecuada para el problema de eliminación de estos residuos. Para los sistemas de autosuficiencia energética, la densificación podría ser una alternativa atractiva para la eliminación del excedente de residuos.

**Cuadro 4.2**  
**Análisis de Resultado de la Configuración de Sistemas**  
**de los Seis Estudios de Caso**

		Aserradero Grande			Aserradero Pequeno		
		<i>bajo capital auto- suficiencia</i>	<i>bajo capital red conectada</i>	<i>energia eficiente red conectada</i>	<i>bajo capital auto- suficiencia</i>	<i>bajo capital red conectada</i>	<i>energia eficiente red conectada</i>
Total Proyecto NPV* (Lps)		3,919	9,576	15,548	2,752	4,145	6,331
Total Proyecto NPV* (US\$)		739	1,807	2,934	519	782	1,194
Total Costos de Capital**	(Lps. x000)	3,010	4,330	5,702	2,406	2,552	3,291
Total Costos de Capital**	(US\$ x000)	568	817	1,076	454	481	621
Tasa Interna de Retorno (TIR) de Inversion de Derecho	(%)	21.7%	53.4%	75.3%	16.7%	32.2%	42.6%
Ganancia de Inversion	(años)	5.7	4.0	3.4	6.2	5.0	4.4

\* NPV calculados @ 15% descuento

\*\*Costo de capital incluye costo total de instalación de Cuadro 3.4, más financiamiento supuesto y costos miscelaneas (detalles en Anexo 4)

16

## **4.2.2 Bajo Costo De Capital, Ventas De Energía**

Los sistemas de energía que utilizan la misma tecnología como en el caso de configuraciones de autosuficiencia energética para el aserradero pero que se ajustan para consumir todo el suministro disponible de residuos, pueden producir electricidad tanto para el aserradero como para la venta a otros usuarios. Los sistemas de energía que pueden generar electricidad y vender el excedente tienen diversas ventajas económicas sobre las instalaciones que solo están diseñadas para producir autosuficiencia energética. Los ingresos percibidos por la venta de electricidad compensan los altos costos de capital y de operación de los sistemas y brindan el beneficio adicional de eliminar todos los residuos.

Los resultados de los análisis de los sistemas grandes y pequeños en las configuraciones de bajo costo de capital y venta de energía muestran un TIR de 53.4% y 32.2% respectivamente. Los períodos de pago simples son de 4.0 y 5.0 años. Estos sistemas alcanzan fácilmente los criterios normales de inversión mínima y representan inversiones potencialmente muy atractivas para aquellos aserraderos que tengan planeado funcionar hasta finales de esta década.

## **4.2.3 Diseño De Energía Eficiente, *Venta De Energía***

Los aserraderos que tienen acceso a mercados adecuados para la venta de electricidad pueden considerar la alternativa de invertir en equipo más eficiente pero a la vez más costoso al de la tecnología de bajo costo de capital considerada previamente. La tecnología de energía eficiente considerada en este estudio produce casi el doble de electricidad de la misma cantidad de residuos producida en el caso de la tecnología de bajo costo de capital. Aunque los costos de capital para este sistema son más altos, los costos anuales de operación y técnicas requeridas son similares y el costo adicional de capital es más que compensado con la obtención de mayores ingresos.

Los ingresos financieros proyectados para estos sistemas son extremadamente atractivos, con una Tasa Interna de Retorno que oscila entre más de un 40% para el sistema más pequeño y sobre el 75% para el sistema más grande. Los períodos de pago simple son de aproximadamente 3.4 y 4.4 años para los sistemas grandes y pequeños respectivamente. Estos resultados son también muy positivos ya que dichas configuraciones podrían maximizar el potencial de venta externa de electricidad. Lo anterior resultaría en contribuciones sustanciales al panorama de la electrificación nacional por parte de la industria maderera; un concepto que ha despertado gran interés por parte de la ENEE.

## **4.3 Análisis de Sensibilidad**

Hemos realizado una serie de estudios de sensibilidad sobre los análisis económicos discutidos anteriormente. Nuestra tentativa es la de examinar cada una de las suposiciones y variables principales que conforman las configuraciones de caso base para medir la sensibilidad y robustez de los resultados. El propósito de los análisis de sensibilidad es

determinar si realmente es necesario hacer cambios en las variables de caso base, con el fin de que el TIR del proyecto alcance el 15%, considerado como el porcentaje mínimo aceptable para que la inversión sea exitosa. Se seleccionaron cinco variables para el análisis:

- costo de capital del proyecto
- costos de operación del proyecto
- tasa de inflación global en Honduras (en lempiras)
- tasa de devaluación de la moneda (Lps: US\$)
- tasa de inflación en el precio de la energía en Honduras (% anual)

El Cuadro 4.3 resume los resultados de los análisis de sensibilidad de estas cinco variables sobre los seis sistemas de configuración de los caso base. La primera fila de datos repite los TIR de que se muestran en los caso base del Cuadro 4.2. La primera columna de datos muestra los valores de caso base de las variables de sensibilidad. El cuerpo del cuadro muestra los valores de las variables que hacen que los TIR del proyecto bajen al 15%, manteniendo en cada caso todas las otras variables a niveles de caso base.

Los rendimientos financieros son más sensibles a los aumentos en los costos de capital que a los aumentos en los costos de operación. Por ejemplo, el aserradero grande, con la configuración de bajo capital y autosuficiencia podría absorber un incremento en el costo de capital del 19% antes de caer a un TIR de 15%, pero un incremento del 36% en los costos de operación sería necesario para ocasionar la misma disminución del TIR. Las configuraciones de autosuficiencia, particularmente en el punto más abajo del rango de tamaños estudiados son muy sensibles a los cambios en estas variables. Al contrario todas las configuraciones que incluyen la venta de energía podrían absorber incrementos grandes en los costos de capital y de operación antes de que los TIR bajen al 15%.

En las suposiciones de caso base que se muestran en el Cuadro 4.1 se asume que la inflación general en Honduras es de un 20% por año, con una inflación en la energía al mismo nivel y la devaluación del lempira con relación al dólar de un 10% anual. Predecir estas variables para el futuro es extremadamente difícil y los resultados financieros son muy sensibles a estas predicciones. La alta tasa de inflación en Honduras, de momento mejora el rendimiento financiero de las inversiones en el sector energético al aumentar las rentas futuras y los ahorros. La inflación en Honduras ha sido relativamente parecida al del resto de países latinoamericanos aunque en 1990 alcanzó el 35% luego de haberse implementado importantes reformas económicas y financieras. La mayoría de analistas no creen que el gobierno sea capaz de mantener la inflación anual por debajo del 20% en un futuro cercano, teniendo un 15% como lo mejor que se podría alcanzar. Las configuraciones del sistema que incluye la venta de energía permanecen atractivas aún si las tasas de inflación interna bajan a un 10%.

La tasa de devaluación del Lempira con respecto al dólar es también una variable financiera importante y aún más difícil de predecir que la tasa de inflación global. Hasta marzo 1990, el tipo de cambio había permanecido fijo por un período de tiempo largo en

**Cuadro 4.3**  
**Análisis de Sensibilidad: Cambios Necesarios en los Variables para Reducir**  
**la Tasa Interna de Retorno (TIR) a 15%**

	<i>base</i>	<u>Aserradero Grande</u>			<u>Aserradero Pequeno</u>		
		<i>bajo capital auto-suficiencia</i>	<i>bajo capital red conectada</i>	<i>energia eficiente red conectada</i>	<i>bajo capital auto-suficiencia</i>	<i>bajo capital red conectada</i>	<i>energia eficiente red conectada</i>
Caso basico de TIR		21.7%	53.4%	75.3%	16.7%	32.2%	42.6%
Costo de capital	100.0%	119.0%	203.0%	250.0%	105.0%	149.0%	176.0%
Costa de operaciones	100.0%	136.0%	299.0%	478.0%	109.0%	188.0%	274.0%
Inflación promedial	20.0%	15.6%	2.8%	n/a	18.8%	10.1%	5.5%
Devaluación	10.0%	17.7%	38.0%	45.7%	12.1%	26.7%	32.8%
Inflación de energía	20.0%	17.2%	7.5%	4.9%	19.2%	13.7%	10.7%

149

2.00 Lps por 1.00 US\$. La política actual parece ser la de dejar que el cambio del lempira cierre a su precio en el mercado, aunque todavía existe algún grado de control a este respecto. Asumiendo un 20% como tasa de inflación en Honduras, y un 5% como tasa de inflación con respecto al dolar, una tasa exacta de devaluación sería un 15%. Más aún, la mayoría de analistas prevén que la tasa de devaluación será más baja aunque nosotros hemos escogido un 10% para nuestro caso base. Para las configuraciones de sistemas con venta de energía, solo con tasas de devaluación que excedan la tasa de inflación general asumida (20%) habría impactos negativos serios sobre estas inversiones.

La tasa de inflación de los precios de energía en Honduras puede ser muy diferente a la tasa de inflación global general, aunque para nuestro caso base hemos asumido que es la misma. Los precios del diesel aumentaron en cerca de un 75% durante el último trimestre de 1990 en respuesta a la situación del Golfo Pérsico. Con la reciente y exitosa reducción de precios y estabilización de los mismos a nivel mundial, el gobierno hondureño anunció la política de utilizar impuestos especiales para estabilizar los precios de los combustibles al nivel que tenían en marzo, 1991. Todos estos factores forman un riesgo sustancial de que los precios del combustible en Honduras puedan aumentar a tasas por debajo de la inflación general, por lo menos en el corto plazo.

#### **4.4 Otras Consideraciones Financieras**

Al cerrar recientemente sus operaciones la planta Corfino, todos los aserraderos en Honduras pertenecen a capitales privados. Aunque los recursos gubernamentales no son necesarios para invertir en los sistemas de energía que utilizan madera, su apoyo a esta iniciativa se considera muy importante, y es probablemente esencial para que los aserraderos puedan vender el excedente eléctrico a la ENEE. La actitud de la ENEE hasta ahora ha sido muy alentadora y han expresado interés en comprar todo el excedente eléctrico que genere el sector forestal y maderero. Aún más, la ENEE apoyaría el concepto de establecimiento de cooperativas de electrificación rural que podrían jugar un papel muy importante en el establecimiento de las demandas del excedente eléctrico disponible de los aserraderos en lugares muy lejanos sin acceso a la red y pueblos cercanos al mismo. Aunque en este estudio no se han investigado los acuerdos para la venta de electricidad entre los productores privados y la ENEE, los detalles de los mismos tienen que establecerse antes de realizar la inversión de compra de equipo para producir excedente eléctrico para la venta nacional, local y a las micro-redes.

La disponibilidad de capital para la inversión es un factor crucial para los dueños de aserraderos en Honduras. Las tasas de interés en los bancos hondureños para los préstamos particulares necesarios para comprar el equipo varían entre un 15% y un 20%, pero actualmente el crédito es limitado y difícil de obtener. La reciente liberación de las políticas gubernamentales con respecto a las tasas de interés podría hacer que los préstamos sean más accesibles, aunque los intereses han subido a más del 20% y se espera que alcancen el 30%. Algunas posibilidades de conseguir recursos externos (es decir internacionales) incluyen solicitar préstamos a las agencias bilaterales de ayuda (ya sea directamente o mediante los bancos locales), a agencias multilaterales como el Banco

Interamericano de Desarrollo (a través de bancos locales) y otras opciones privadas como las firmas de capital empresarial. Con respecto a las fuentes bilaterales, la USAID dentro del Proyecto PDF contempla en su presupuesto el apoyo a las inversiones de capital específicamente para mejoras de operación en los aserraderos hondureños, que bien podría incluir los sistemas de energía que utilizan residuos. Estos fondos podrían obtenerse a través de los bancos locales; sin embargo, durante el tiempo que duró este estudio, no se ha completado el establecimiento de los mecanismos necesarios para apoyar esta inversión. Con relación a las fuentes privadas externas, la única consideración sería la repatriación del capital. Aquellos aserraderos que realizan actividades de exportación con acceso a monedas estables podrían atraer fácilmente dicho capital. Las garantías gubernamentales en este aspecto serían de gran ayuda.

#### 4.5 Resumen

Todos los aserraderos hondureños que exceden una producción anual de 1 millón de pies cuadrados de madera producen también la cantidad necesaria de residuos para generar el 100% de sus requerimientos energéticos. Entre más grande sea el aserradero mayor será la cantidad de residuos disponible, tanto en términos absolutos (total de toneladas) como en términos relativos (porcentaje del total de residuos). Estos residuos podrían ser utilizados para producir excedente de energía, asumiendo que exista un mercado para su venta. Las ventas de electricidad aumentan significativamente el rendimiento económico de una inversión en sistemas de energía que utilizan residuos y además promueven el uso de una tecnología de conversión de energía más eficiente con grandes beneficios en términos de producción de energía para uso interno y disminución de la contaminación.

Si se usan los estimativos conservadores del caso base y los sistemas de autosuficiencia energética, por sí solos, resultan financieramente atractivos ya que alcanzan o sobrepasan los niveles aceptables de rendimiento financiero. Cuando se suman a estos los beneficios adicionales derivados de los sistemas de autosuficiencia energética considerados tanto en su capacidad de soportar hornos de secado como de manufacturar más productos secundarios, éstos resultan aún más atractivos en el contexto global de las actividades de aserrío.

Aquellos sistemas con posibilidades de vender energía, son financieramente aun más atractivos, particularmente si se invierte en capital adicional para aumentar al máximo la generación eficiente de energía. Los aserraderos grandes tienen la ventaja de obtener ahorros considerables a escala en comparación con los aserraderos más pequeños, dentro de los rangos de tamaño considerados en este estudio, sin tomar en cuenta la configuración del sistema.

Para los estudios de caso de los sistemas grandes y pequeños de *energía eficiente y red conectada*, las tasas internas de retorno exceden el 70% y 40% respectivamente, con períodos simples de pago de 4.0 a 5.0 años. Para los estudios de caso de sistemas grandes y pequeños de *bajo capital y autoabastecimiento*, las tasas internas de retorno son de 21.7% y 16.7% respectivamente con períodos simples de pago de 5.7 a 6.2 años.

## **5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

La instalación de los sistemas de producción de energía que utilizan residuos madereros en los aserraderos hondureños ofrece muchos beneficios importantes al país, entre los que están: aumento de la independiencia energética nacional, aumento de las oportunidades de empleo e ingresos en las áreas rurales, y disminución de la degradación ambiental asociada con los residuos del aserrío. Los resultados de esta valoración preliminar resaltan tres aspectos importantes:

- No existen restricciones técnicas significativas para el uso de los sistemas de energía a base de madera en Honduras.
- Las inversiones en los sistemas que utilizan residuos de maderas alcanzan o sobrepasan los criterios de rendimiento razonables de inversión, especialmente en los aserraderos más grandes y aquellos que tienen mercados para la venta de excedentes de productos energéticos.
- Los sistemas de energía que utilizan residuos tienen el potencial de contribuir significativamente al suministro de energía del país, y a reducir sustancialmente los problemas de eliminación de residuos.

### **5.1 Potencial Energético de la Industria Forestal Hondureña**

Si todos los aserraderos hondureños dentro del rango de tamaños considerados para este estudio, produjeran la energía necesaria solamente para autoabastecerse, mediante los sistemas de producción de energía a base de residuos de madereras los ahorros energéticos potenciales para el país sobrepasarían el millón de galones de diesel por año. Estos sistemas podrían suministrar cerca de 10 millones de kWh/año de electricidad a la industria de aserrío además del vapor necesario para secar aproximadamente el 25 por ciento de la producción nacional de madera, resultando en productos de mayor valor económico.

Los sistemas de autosuficiencia energética, sin embargo, solo ofrecen una solución parcial al problema de la eliminación de residuos en Honduras. Si todos los aserraderos construyeran la infraestructura para los sistemas de autosuficiencia energética, todavía habría un excedente de residuos a nivel nacional de más de 150,000 toneladas por año (en los aserraderos grandes se utilizaría menos de la mitad de los residuos para el autoabastecimiento de energía).

Hemos calculado la cantidad teórica de excedente de energía que podría producirse con los residuos de los aserraderos en Honduras, pero es difícil estimar la cantidad actual de excedente eléctrico para la venta debido a la necesidad de acceso a la red nacional o a otros mercados que comprarían este excedente. Para el grupo de aserraderos bajo estudio, la utilización de la configuración de diseño de bajo costo de capital permitiría producir más de 20 millones de kWh de energía para la venta (además de los approx. 10 millones de kWh de energía producidos para consumo del aserradero), en tanto que la utilización de la

configuración de diseño de energía eficiente permitiría producir cerca de 53.7 millones kWh de energía para la venta (además de la producida para autosuficiencia).

Debe anotarse que nuestros cálculos de excedente potencial de energía disponible de los aserraderos hondureños no refleja el potencial de producción de energía de los residuos forestales. Los beneficios sociales, silviculturales y económicos que podrían derivarse de la recolección y combustión de residuos forestales en Honduras merecen investigaciones.

## **5.2 Consideraciones Técnicas**

No existen restricciones técnicas significativas para la instalación de sistemas de energía que utilizan los residuos de aserraderos en Honduras para autoabastecimiento de electricidad y venta del excedente. La tecnología más práctica para estas aplicaciones es la utilización de calderas con tubo de humo y generadores de turbinas de vapor de una fase en sistemas que no necesitan preparación adicional de combustible y que pueden funcionar sin aditamentos o sistemas de controls sofisticados. Esta tecnología es similar a la que se usaba en los aserraderos norteamericanos a principios de este siglo y existe amplia información disponible sobre los parámetros de diseño que debe ser considerada. De hecho, esta tecnología ya está siendo utilizada en algunos lugares en Honduras.

La alternativa más barata para producir autosuficiencia energética es la de bajo capital que se indica en la Figura 3.2. Para una producción máxima de energía, con el propósito de vender el excedente, el sistema recomendado es el de producción eficiente de energía mostrado en la Figura 3.3. Debe anotarse que hay equipo disponible que ofrece más del doble de eficiencia, en términos de producción de kilovatios de energía por unidad de combustible (residuos madereros), que el sistema al cual nos referimos en este estudio como "energía eficiente". Dichos sistemas son mucho más caros pero podrían ser considerados para los análisis de sitio específico de aserraderos grandes que tienen el potencial de vender todo el excedente eléctrico que produzcan.

El uso de los sistemas de producción de energía que utilizan residuos madereros para el secado en horno representa un beneficio adicional significativo para los aserraderos hondureños. Hemos diseñado nuestros sistemas de producción de energía para los estudios de caso capaces de suministrar suficiente vapor y electricidad para secar el 25% de la producción primaria de tablas del aserradero. Se ha indicado que sería posible, para algunos aserraderos hondureños, secar hasta un 70% de la madera obteniendo un beneficio importante. Se deberán realizar investigaciones sobre este aspecto en todos los estudios de factibilidad de sitios específicos. Algunos componentes de este estudio incluyen costos del secado y posiblemente costos de acabado (incluyendo costos de capital y operación para cada uno), así como el aumento potencial en los ingresos resultado del incremento en el precio de los productos y reducción de los fletes.

Una alternativa a la producción de vapor y/o electricidad del excedente de residuos en los aserraderos es su densificación en bodeques o briquetes para la venta a las industrias que requieren de una cantidad intensiva de energía para funcionar o para uso doméstico y calefacción. Los combustibles densificados son mucho más económicos de transportar y

pueden usarse fácilmente como fuente de combustible. Como se anotó en el punto 1.4.2, el aserradero Yodeco en Yoro tiene planes para densificar algunos excedentes de sus residuos e iniciar el proceso de identificación de mercados para ese combustible. La densificación del excedente de residuos puede ser económicamente atractivo para los aserraderos hondureños que no tienen acceso a las redes locales, nacionales o micro-redes. La energía adicional disponible de los sistemas de energía que utilizan residuos madereros como se ha descrito en este estudio podría promover alternativas de uso de este excedente, como la densificación.

### 5.3 Consideraciones Financieras

Las inversiones en los sistemas de producción de energía a base de madera alcanzan o sobrepasan los niveles de rendimiento financiero aceptables. Aquellos sistemas que pueden vender el excedente eléctrico a las redes nacionales, locales o micro redes muestran rentas mayores que las de los sistemas diseñados solo para el autoabastecimiento. Los sistemas más grandes ofrecen retribuciones financieras mayores que los sistemas más pequeños. Dichas inversiones son también atractivas para mejorar en las operaciones generales del aserradero, si estas se combinan con las operaciones de secado de la madera y/o aumento en la manufactura de productos secundarios. Más aún, no hemos analizado aquí las retribuciones potenciales positivas derivadas de la densificación y venta del excedente de residuos ni tampoco hemos incorporado los costos asociados con los requerimientos futuros de eliminación de los mismos.

Las inversiones en sistemas de generación eficiente son aún más atractivas si todo el excedente de energía pudiera venderse a precios que se aproximen a los 0.31 Lps. por kilovatio-hora (US\$0.052/kWh). (Nota: aunque esta tarifa podría ser un poco más alta para los períodos pico, se considera que el precio base es bajo, comparado con las tarifas internacionales. Esta tarifa se basa en los costos actuales de generación de energía de la ENEE que son casi enteramente de energía hidroeléctrica y no muestran mucha sensibilidad a la época del año u hora del día. Se espera que el pico de demanda máxima de energía de la ENEE exceda su capacidad en 1992 o 1993. El pico de generación de energía no será más en la hidroelectricidad que tiene un costo menor. El sustituto usado por la ENEE para generar energía desde la segunda mitad de la década es una planta de 50 MW a base de aceite, la cual tiene proyectado mejorar la compañía. No hemos incluido en nuestros análisis ninguna consideración sobre los probables incrementos en los ingresos correspondientes a la disponibilidad de venta de energía durante los períodos pico de producción a la compañía).

Las tasas internas de retorno para los estudios de caso de *red conectada de energía eficiente* grandes y pequeños exceden el 70% y 40% respectivamente con períodos de pago simple de 3.4 y 4.4 años (asumiendo un año de gracia en los préstamos). Para los estudios de caso grandes y pequeños de *bajo capital y red conectada* las tasas internas de retorno son 53.4% y 32.2% respectivamente con períodos de pago simple de 4.0 y 5.0 años. Para los estudios de caso grandes y pequeños de *bajo capital y autosuficiencia* las tasas internas de retorno son 21.7% y 16.7% respectivamente, con períodos de pago simple de 5.7 y 6.2 años.

## 5.4 Conclusiones Generales

Este estudio revela la factibilidad técnica y financiera general de los sistemas de producción de energía a base de residuos de madera en Honduras. Los resultados son suficientemente atractivos para garantizar la consecución de actividades de seguimiento que investigarán las oportunidades en sitios específicos y estimularán las inversiones en estos sistemas en todo el país. Algunas de las actividades de seguimiento serían:

### **a) Análisis de sitio específico de un aserradero hondureño con acceso a la red**

Un estudio de factibilidad de sitio específico podría realizarse en un aserradero hondureño con acceso a una red existente. El estudio abarcaría un análisis detallado de la factibilidad técnica y económica del sistema de producción de energía a base de residuos diseñado para la producción máxima de energía y venta del excedente eléctrico a la red. Dicho estudio podría también hacer una comparación de la factibilidad de densificar el excedente de residuos con la venta del excedente eléctrico a la red.

### **b) Análisis de sitio específico de un aserradero hondureño sin acceso a la red**

Un estudio de factibilidad de sitio específico podría llevarse a cabo en un aserradero hondureño sin acceso a una red existente. Este estudio incluiría un análisis detallado de la factibilidad técnica y económica del sistema de producción de energía diseñado para generar solo la electricidad necesaria para autoabastecerse. Dicho estudio podría también estudiar la posibilidad de densificar el excedente de residuos como parte del sistema.

### **c) Análisis de sitio específico de un aserradero sin acceso actual a la red pero con la posibilidad de establecer un mercado local o micro-red**

Una forma sería la identificación de una situación en Honduras de aserraderos localizados en lugares remotos sin acceso a la red existente pero que se encuentran cerca de pueblos que no tienen servicio eléctrico. Si estos pueblos son lo suficientemente grandes y tienen la capacidad para comprar la energía, entonces sería posible juntar el suministro potencial con la demanda, por ejemplo para que el pueblo pueda tener su propia red y el aserradero(s) pueda generar excedente eléctrico para venderse a esa red. Un proyecto así tendría numerosos beneficios, entre ellos, la electrificación rural, incremento en las utilidades del aserradero(s), y eliminación del excedente de residuos del aserradero.

Una posibilidad para un proyecto así identificada por el grupo de estudio fue el pueblo de La Unión, en Olancho. Hay dos aserraderos cerca de La Unión: San José (8.9 Mpt, 1989; a unos 8 kilómetros) y Honduply (un aserradero relativamente nuevo con una producción esperada de aproximadamente 3.0 Mpt/año, a 3 kilómetros). Sin embargo, luego de consultas con personeros del Proyecto CARES (ver 1.4.2) se determinó que este

pueblo no tiene suficiente población para comprar la electricidad y que no se justificaba seguir con esta idea por el momento. Aún así, el concepto todavía queda vigente, y los esfuerzos deben continuar con el fin de identificar otros lugares que tengan la posibilidad de juntar el potencial de suministro de energía con la demanda potencial de electricidad.

**d) Análisis de sitio específico de una estación *independiente* de producción de energía que use los residuos de aserraderos (y posiblemente residuos forestales) como combustible**

En este tipo de proyecto, la planta generadora compraría los residuos de varios aserraderos y vendería la electricidad a la red. Alternativamente, alguna parte de la electricidad y/o vapor disponible podría también venderse a aserraderos o a otras industrias adyacentes. Debido a los altos costos para el transporte de los residuos, un proyecto como este deberá estar localizado cerca de un grupo de aserraderos.

La posibilidad para tal iniciativa se encuentra en el área de Talanga/Guaimaca, localizada entre 40 y 70 kilómetros al este de Tegucigalpa. Hay varios aserraderos en esta área que se encuentran localizados con carreteras pavimentadas en terrenos relativamente planos y rectos. Además de esto el lugar tiene total acceso a la red nacional.

Hay muchas plantas generadoras de energía independientes en los Estados Unidos y otros países desarrollados que usan residuos forestales para generar electricidad que venden a las redes nacionales. Sin embargo, el Proyecto BEST no ha identificado dichas facilidades en los países en vía de desarrollo. Por lo tanto, un proyecto como este en Honduras sería el primero de su tipo para generar energía a base de residuos madereros y para vender una cantidad significativa de electricidad a una red nacional en un país en vía de desarrollo.

## **5.5 Recomendaciones**

Los resultados de este estudio de perspectiva industrial fueron revisados y discutidos con representantes de COHDEFOR, ENEE y USAID en el mes de marzo de 1991. Durante las discusiones se acordó que, con base en este estudio, el proyecto BEST realizaría estudios de factibilidad en sitios específicos con relación a las inversiones en los sistemas de producción de energía a base de residuos en Honduras. Se identificaron dos actividades:

- Investigar, en detalle, la factibilidad de invertir en un sistema de producción de energía a base de residuos en un sitio específico. El sitio deberá ser representativo de los otros aserraderos hondureños para que los resultados, que estarán disponibles para el público, puedan ser usados por otros aserraderos para analizar su propio potencial de generación de energía. El objetivo general es estimular las inversiones en los sistemas de producción de energía a base de madera en todo el país. Ya que este estudio muestra que la inversión en los sistemas de energía es económicamente más atractiva para los

aserraderos grandes que para los pequeños, la investigación en un aserradero pequeño sería efectiva como un estudio representativo. El sitio escogido para este estudio, basado en su configuración y tamaño representativos y en el interés mostrado por su dueño, es el de Teupasenti en El Paraíso.

- Investigar la factibilidad de una planta de generación independiente usando los residuos forestales de varios aserraderos. Un proyecto así podría generar una gran cantidad de electricidad para venderse a la ENEE, así como una opción para eliminar grandes cantidades de dichos residuos. El área escogida para este estudio es la de Talanga/Guaimaca. El estudio incluirá la identificación de un sitio anfitrión (posiblemente en o adyacente a una facilidad existente o como un sistema separado).

Se espera que ambos estudios se inicien en mayo o junio de 1991. El equipo de estudio de BEST para las actividades de sitios específicos continuará para coordinar todas las actividades con -- y buscar el apoyo de -- COHDEFOR, ENEE, y USAID/Honduras.

## 6. BIBLIOGRAFIA

- Anon. 1984. Aserradero El Rincon, Utilizacion de los Residuos de Madera del Aserradero El Rincon con Fines Energeticos. 9pp.
- Anon. 1981. Determinacion del volumen de residuos de madera en cortas de *Pinus oocarpa* con destino a aserrio. 11pp.
- Anon. n.d. Species descriptions, *Pinus caribaea*, Caribbean pine, and *P. oocarpa*, Ocote pine. Includes specific gravity.
- Baker, A. J. 1983. New findings on wood fuel values. *American Forests* 2/83:45-47, 51-52. (Pap)
- Beckwith, C. L. & M. Godfrey. 1990. CARE INTERNACIONAL en Honduras, Agricultura y Recursos Naturales (ARN) Estrategia 1990-1995. 6pp.
- Chronowski, R. A. 1985. Honduras-Energy Assessment Mission, UNDP/World Bank Fuelwood and Forestry Sector report. 44pp.
- COHDEFOR (Corp. Hondureno de Desarrollo Forestal). 1990. Anuario Estadistico, Seccion Industrias Forestales, Departamento Forestal 1989. 43pp.
- COHDEFOR. 1988. Plan de manejo forestal, Area No. 1 La Union. 110pp; 6 Anexos. (excerpts; original loaned from Danilo Escoto, COHDEFOR)
- Curtis, A. B., Jr. 1976. How to calculate wood fuel values. *Forest Industries* 12/86:44-45.
- DESFIL (Development Strategies for Fragile Lands). 1989. Perfil Ambiental de Honduras 1989. 346pp. (excerpts; original loaned from John White, PDF)
- ENEE. 1988. Datos Estadisticos de la Empresa Nacional de Energia Electrica, 1987. Honduras, C.A. (Enclosed are Boletin Estadistico Junio 1990, and Proyeccion de Ventas Tegucigalpa, Escenario Base (GWH))
- FAO (Food & Agriculture Organization of the UN). 1987. FAO Report 6476-HO, Honduras: Issues and Options in the Energy Sector.
- FAO. 1968. Survey of pine forests, Honduras. FAO rpt: FAO/SF: 26 - HON 50. 80pp (excerpts; original loaned from John White, PDF)
- FIAFSA (Forestal Industrial Agua Fria, SA). 1984. Estudio para una Central de Energia a Vapor, Potencia 2500 kw Utilizando Residuos de Madera. 12pp.
- Groothausen, Cornelio. 1989. Tablas de rendimiento para *Pinus oocarpa* en la region forestal de Comayagua, Honduras, C.A. Centro Nacional de Investigacion Forestal Aplicada (CENIFA), Escuela Nacional de Ciencias Forestales (ESNACIFOR), Apdo 2, Siguatepeque, HON. 11pp.
- Harwood, J. H. 1981. Lenha e restos de madeiras como fonte de energia na Amazonia. *Acta Amazonica* 11:3:553-559.
- Howes, K M W, & R A Rummery, eds. 1979. The impact of changes in energy costs on the rural sector of the Australian economy. Proc Workshop by CSIRO, Western Australia Dpt of Agri, & Murdoch Univ; Bunbury, W.A., Oct 1979. 302 pp

- Hunt, John. 1989. Assessment of the Empresa Nacional de Energia Electrica Bulk Power Supply System. USAID/H
- Instituto Geografico Nacional. 1966. Mapa general, Republica de Honduras. 1:1 000 000.
- Landsberg, H H, Chairm. 1979. Energy: the next twenty years. Ford Foundation & Resources for the Future study group. Harper & Row, Cambridge, MA. 628 pp.
- Tenore, F. M., & L. Cosenza. 1980. Feasibility Study of Power Generation from Wood Waste, ENEE. 2 vols. (Charles T. Main report)
- USAID/HON. 1988. USAID y Honduras, Asociados para el desarrollo 1942-1988. 18pp.
- USDA. 1980. Cutting energy costs. The 1980 Yearbook of Agriculture. USDA, WDC. 397 pp.
- Weinberg, C. J., & R. H. Williams. Energy from the Sun. Scientific American 9/90:146-155.
- World Bank. 1980. Energy in the developing countries. World Bank, WDC. 92 pp.

**Anexo 1**  
**Producción de Tablas y Residuos en los Aserraderos Hondureños**

Sawmill	District	Annual Production 1989		Highest Production in a Single Year 1984 - 1989	
		Lumber (a)	Wastes (b)	Lumber (a)	Wastes (b)
Corfino	Colon	17.7	26,547	21.6	32,458
Sansone No. 3	Francisco Morazan	11.8	17,732	14.5	21,789
Yodeco	Yoro	11.9	17,822	12.9	19,385
San Jose	Olancho	8.9	13,389	10.4	15,628
Santa Fe	Francisco Morazan	8.5	12,773	10.1	15,177
El Progreso No.2	El Paraiso	3.8	5,755	6.3	9,467
Sansone No.2	Comayagua	5.3	7,904	6.0	9,016
Santa Ana No. 2	Olancho	5.1	7,664	5.1	7,664
San Diego	El Paraiso	3.1	4,613	4.9	7,363
Lumberton	Francisco Morazan	2.3	3,456	4.4	6,612
Arcieri	Francisco Morazan	3.2	4,809	3.8	5,710
Sansone No. 1	Francisco Morazan	1.5	2,254	3.7	5,560
Maderas del Wampú	Olancho	3.2	4,734	3.6	5,410
Santa Elena	Intibuca	2.4	3,637	3.5	5,259
Infozero	Olancho	2.0	2,945	3.1	4,658
La Laguna	Olancho	2.4	3,622	3.1	4,658
Buena Vista	El Paraiso	2.8	4,223	3.0	4,508
Teupasenti	El Paraiso	3.0	4,568	3.0	4,508
Bijao	Olancho	2.3	3,516	3.0	4,508
Santa Maria	Francisco Morazan	1.1	1,653	2.9	4,358
San Francisco	Olancho	2.5	3,742	2.9	4,358
Catacamas	Olancho	2.7	3,997	2.8	4,208
San Antonio	El Paraiso	2.3	3,411	2.7	4,057
San Pedro	Lempira	1.8	2,690	2.7	4,057
Portillo	Yoro	1.6	2,389	2.6	3,907
Santa Maria	Comayagua	2.1	3,201	2.5	3,757
Noriega #1	Santa Barbara	2.2	3,291	2.5	3,757
Hibueras	Yoro	1.7	2,555	2.4	3,606
Carolina	Yoro	2.2	3,291	2.2	3,306
Naco	Cortes	1.6	2,389	2.1	3,156
Esmeralda No. 1	Francisco Morazan	2.0	3,005	2.1	3,156
Jesus Bna, Esperanza2	Olancho	2.1	3,126	2.1	3,156
Guaymas	Yoro	2.1	3,201	2.1	3,156
Jesus Bna, Esperanza	Francisco Morazan	1.4	2,104	2.0	3,005
IAI Massu	Comayagua	1.9	2,872	1.9	2,855
Suyapa	Francisco Morazan	0.9	1,398	1.9	2,855
Intibucano	Intibuca	1.6	2,374	1.8	2,705
Patricia	Yoro	1.8	2,705	1.8	2,705
Merendon	Yoro	0.0	69	1.8	2,705
Cecilia	Francisco Morazan	1.0	1,473	1.7	2,555
Embalse del Cahon	Cortes	0.4	654	1.6	2,404
Lardizabal	Francisco Morazan	1.3	1,954	1.6	2,404

61

Corralitos	Francisco Morazan	1.4	2,104	1.5	2,254
Quiraguara No.1	Intibuca	1.3	1,908	1.5	2,254
El Platanar	Olancho	1.5	2,224	1.5	2,254
Noriega No. 2	Olancho	1.5	2,204	1.5	2,204
Chang No. 1	Francisco Morazan	0.6	870	1.4	2,104
Siria	Francisco Morazan	0.7	1,020	1.4	2,104
Escambray #3	Santa Barbara	1.3	1,923	1.4	2,104
Avelar	Comayagua	0.9	1,286	1.3	1,954
Rio Amarillo	Copan	0.9	1,291	1.3	1,954
Rosales	Yoro	0.1	143	1.3	1,954
La Antorcha	Yoro	1.2	1,833	1.3	1,954
Beatriz	El Paraiso	1.2	1,833	1.2	1,803
Guadalupe	Lempira	0.9	1,358	1.2	1,803
Alvarado	Lempira	0.8	1,162	1.2	1,803
Sacamine	Lempira	1.0	1,501	1.1	1,653
Tekamblum	Ocotepeque	0.4	615	1.1	1,653
Morazan	Cortes	0.5	730	1.0	1,503
El Carrizal	Intibuca	1.0	1,573	1.0	1,503
San Juan	Intibuca	0.5	721	1.0	1,503
Ána	Santa Barbara	0.8	1,250	1.0	1,503
Promagua	Yoro	0.3	481	1.0	1,503
La Confianza	Santa Barbara	0.8	1,129	0.9	1,352
Zuniga	Yoro	0.7	1,067	0.8	1,202
Santa Isabel	El Paraiso	0.7	1,007	0.7	1,052
San Francisco	Intibuca	0.6	887	0.7	1,052
El Esfuerzo	Lempira	0.3	524	0.7	1,052
IAI Santa Marta	Santa Barbara	0.6	845	0.7	1,052
Maya	Copan	0.6	861	0.6	902
IMAHSA	La Paz	0.5	820	0.5	751
El Mochito	Santa Barbara	0.3	451	0.5	751
San Francisco	Copan	0.0	74	0.3	451
Los Alamos	El Paraiso	0.0	71	0.3	451
ESNACIFOR	Comayagua	0.0	68	0.2	301
El Zamorano	Francisco Morazan	0.1	219	0.2	301
Las Mercedes	Lempira	0.2	252	0.2	301
Honduply	Olancho	0.2	286	0.2	286
IAI Corpimex	Olancho	0.1	161	0.1	161

(a) million boardfeet/year (all lumber production data are from production reports compiled by COHDEFOR)

(b) bone dry tonnes/year (calculations based on waste volume = 50% of log volume)



**ANNEXO 2, PARTE A**  
**Rendimiento Esperado del Aserradero con el Sistema Diseñado para la AutoSuficiencia**  
*De Bajo Capital*

(producción de desechos basada en el 50% del volumen de las trozas y un 47% de recuperación)

INFORMACION DE PRODUCCION		INFORMACION DEL SISTEMA ELECTRICO				INFORMACION SOBRE LA CALDERA						
Annual Lumber Production (mmB/yr)	Annual Wastes Produced (tonnes)	Average Sawmill Load (t/w)	Average Dry Kiln Electrical Load (t/w)	Total Average Electrical Load (t/w)	Required Generator Capacity (t/w)	Average Dry Kiln Steam Required (lb/hr)	Average Steam to T/G w/ Sawmill (Peak Period) (lb/hr)	Average Steam to T/G w/o Sawmill (Peak Period) (lb/hr)	Required Boiler Capacity (t/w)	Annual Fuel Burned (tonnes)	Excess Wastes (tonnes)	
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	
<b>FRANCISCO MORAZAN</b>												
Sansone No 3	11.80	29,877	125	22	169	307	1,638	9,953	4,530	15,551	9,518	20,181
Sansone No 1	1.50	3,772	62	3	78	139	208	4,499	1,786	7,029	3,377	395
Santa Fe	8.50	21,377	112	16	147	268	1,181	8,688	3,837	13,574	7,872	13,505
Santa Marta	1.10	2,706	56	2	66	124	153	4,027	1,582	6,292	2,964	-108
Lumberton	2.30	5,784	72	4	89	162	319	5,254	2,124	8,210	4,078	1,708
Cecilia	0.98	2,465	54	2	66	119	136	3,866	1,513	6,040	2,827	-363
Arcien	3.20	8,048	81	6	101	183	444	5,939	2,442	9,280	4,752	3,298
Esmeralda No 1	2.00	5,030	69	4	85	154	278	4,993	2,005	7,801	3,828	1,201
Suyape	0.63	2,339	53	2	64	117	129	3,795	1,483	5,929	2,768	-429
Jesus Bna, Esperanza	1.40	3,521	61	3	74	135	194	4,389	1,738	6,858	3,279	242
Corralitos	1.40	3,521	61	3	74	135	194	4,389	1,738	6,858	3,279	242
Lerdizabal	1.30	3,269	60	2	72	132	181	4,274	1,888	6,678	3,178	91
Siria	0.68	1,708	48	1	58	105	94	3,398	1,318	5,309	2,441	-733
Chang No 1	0.58	1,456	45	1	54	99	80	3,214	1,242	5,022	2,294	-838
San Jose	0.02	53	15	0	18	32	3	1,039	390	1,824	702	-649
El Zamorano	0.15	387	29	0	34	62	20	2,002	759	3,127	1,377	-1,010
<b>OLANCHO</b>												
San Jose	8.91	22,408	114	17	150	273	1,238	8,856	3,929	13,838	8,084	14,324
Santa Ana No. 2	5.10	12,826	94	10	120	219	708	7,093	3,006	11,083	5,984	8,843
San Francisco	2.49	6,262	74	5	92	167	346	5,410	2,186	8,453	4,227	2,036
La Laguna	2.41	6,081	73	5	91	165	335	5,345	2,166	8,352	4,164	1,897
Maderas del Wampu	3.15	7,922	80	6	100	182	438	5,904	2,426	9,225	4,717	3,208
Bijao	2.34	5,885	73	4	90	163	325	5,288	2,139	8,262	4,108	1,777
Catacamas	2.88	6,690	78	5	94	171	369	5,544	2,257	8,862	4,357	2,333
El Pletinar	1.48	3,722	62	3	78	138	206	4,477	1,777	6,696	3,358	364
Jesus Bna, Esperanza 2	2.08	5,231	70	4	86	156	289	5,064	2,038	7,913	3,898	1,335
Infocero	1.98	4,929	68	4	84	153	272	4,956	1,999	7,744	3,794	1,135
Nonaga No. 2	1.47	3,689	62	3	78	138	204	4,463	1,771	6,974	3,345	344
Honduply	0.19	478	31	0	37	67	26	2,190	832	3,421	1,513	-1,036
IAI Corpimar	0.11	269	26	0	31	55	15	1,801	681	2,814	1,233	-964
IAI IMAO	0.01	35	13	0	15	28	2	907	340	1,417	611	-578
<b>YOFO</b>												
Yodoco	11.88	29,827	125	22	169	307	1,647	9,974	4,551	15,584	9,544	20,283
Hibueras	1.70	4,275	65	3	80	145	236	4,707	1,878	7,354	3,564	711
Rosales	0.10	239	25	0	29	53	13	1,730	653	2,703	1,182	-943
Caroline	2.19	5,508	71	4	87	159	304	5,181	2,082	8,084	3,987	1,521
Patricia	1.80	4,527	66	3	81	148	250	4,805	1,921	7,508	3,655	872
Marendon	0.05	118	19	0	22	42	6	1,353	509	2,115	918	-803
La Antorcha	1.22	3,068	58	2	71	129	169	4,178	1,647	6,528	3,095	-26
Guaymas	2.13	5,357	70	4	87	157	296	5,109	2,058	7,982	3,938	1,419
Portillo	1.59	3,999	64	3	78	142	221	4,594	1,828	7,178	3,463	536
Zuriga	0.71	1,788	49	1	58	106	99	3,451	1,340	5,382	2,484	-899
Promague	0.32	805	37	1	44	61	44	2,618	1,001	4,060	1,832	-1,027
<b>SANTA BARBARA</b>												
Escambray #3	1.28	3,219	59	2	72	131	178	4,250	1,676	6,641	3,157	62
El Mochto	0.30	754	36	1	43	79	42	2,560	978	4,000	1,788	-1,034
Nonaga #1	2.19	5,508	71	4	87	159	304	5,181	2,082	8,084	3,987	1,521
Ane	0.83	2,092	51	2	62	112	118	3,649	1,422	5,701	2,646	-554
La Confianza	0.75	1,889	50	1	60	108	104	3,520	1,368	5,500	2,540	-651
IAI Santa Marta	0.56	1,413	45	1	54	98	78	3,181	1,228	4,970	2,267	-854

SELF-SUFFICIENCY LOW CAPITAL	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
<b>CORTES</b>												
Neco	1.59	3,990	64	3	78	142						
Embalse del Cahon	0.44	1,094	41	1	40	90	221	4,594	1,828	7,178	3,463	536
Montzen	0.49	1,222	43	1	51	93	60	2,910	1,118	4,547	2,055	-981
							68	3,024	1,165	4,725	2,144	-922
<b>EL PARAISO</b>												
San Martin	0.02	43	14	0	18	30	2	968	363	1,512	653	-810
Los Alamos	0.05	118	20	0	23	42	7	1,363	513	2,130	925	-807
Beatriz	1.22	3,068	58	2	71	129	189	3,178	1,647	8,528	3,095	-26
Buena Vista	2.81	7,067	77	5	98	174	390	5,858	2,310	8,840	4,470	2,597
San Diego	3.07	7,721	79	6	99	180	426	5,847	2,399	9,137	4,659	3,081
El Progreso No 2	3.83	9,632	86	7	108	198	532	6,355	2,642	9,930	5,183	4,449
Tepeasant	3.04	7,645	79	6	99	180	422	5,826	2,389	9,103	4,636	3,008
San Antonio	2.27	5,709	72	4	89	161	315	5,229	2,113	8,171	4,052	1,657
Santa Isabel	0.67	1,685	48	1	57	104	93	3,382	1,311	5,284	2,428	-743
<b>COMAYAGUA</b>												
Sancti No 2	5.26	13,229	95	10	122	221	731	7,179	3,049	11,218	6,080	7,149
Santa Maria	2.13	5,357	70	4	87	157	296	5,109	2,058	7,982	3,938	1,419
LA PAZ	1.91	4,808	68	4	83	151	265	4,910	1,989	7,873	3,752	1,054
ESNAJOPOR	0.05	113	19	0	23	41	8	1,343	505	2,099	911	-798
Avetel	0.86	2,153	52	2	62	114	119	3,685	1,437	5,758	2,677	-924
<b>INTIBUCA</b>												
Santa Elena	2.42	6,088	73	5	91	165	338	5,354	2,170	8,385	4,172	1,914
INTRUCANO	1.58	3,974	64	3	78	141	219	4,584	1,823	7,162	3,453	520
Quirigua No. 1	1.27	3,194	59	2	72	131	176	4,238	1,673	6,823	3,147	47
El Camizal	1.05	2,833	55	2	67	122	145	3,957	1,582	6,183	2,905	-272
San Francisco	0.59	1,484	46	1	55	100	62	3,235	1,251	5,065	2,311	-827
San Juan	0.48	1,207	43	1	51	93	67	3,011	1,159	4,705	2,134	-927
<b>LA PAZ</b>												
Imahes	0.55	1,373	45	1	53	97	76	3,149	1,215	4,920	2,242	-869
<b>OCOTEPEQUE</b>												
Tekumbum	0.41	1,029	40	1	48	88	57	2,649	1,094	4,451	2,008	-979
<b>COPAN</b>												
San Francisco	0.05	123	20	0	23	43	7	1,383	520	2,180	959	-815
Rio Amarillo	0.86	2,180	52	2	63	114	119	3,890	1,439	5,785	2,680	-520
Maya	0.57	1,441	45	1	54	99	80	3,202	1,237	5,004	2,264	-843
<b>LEMPIRA</b>												
El Esfuerzo	0.35	878	38	1	46	83	48	2,697	1,033	4,214	1,892	-1,014
San Pedro	1.79	4,502	68	3	81	148	249	4,795	1,917	7,493	3,648	856
Guadalupe	0.90	2,274	53	2	64	118	126	3,757	1,467	5,870	2,736	-482
Sacamine	1.00	2,512	55	2	66	120	139	3,892	1,524	6,081	2,849	-337
Alvarado	0.77	1,944	50	1	60	110	107	3,556	1,383	5,556	2,569	-625
Las Mercedes	0.17	423	30	0	36	65	23	2,100	797	3,281	1,448	-1,025
<b>COLON</b>												
Corfno	17.87	44,429	143	33	201	365	2,454	11,853	5,856	18,521	12,204	32,226
<b>GRACIAS A DIOS</b>												
Dunama	12.50	31,442	127	23	173	314	1,736	10,109	4,680	15,936	9,850	21,582
<b>TOTAL WASTE PRODUCTION / YR = 443,715</b>												
<b>TOTAL EXCESS WASTE PRODUCTION / YR = 157,154</b>												

**ANEXO 2, PARTE B**  
**Rendimiento Esperado del Aserradero con el Sistema Diseñado para la AutoSufficiencia**  
**De Energía Eficiente**

(producción de residuos basada en el %50 del volumen de las trozas y un 47% de recuperación)

INFORMACION DE PRODUCCION		INFORMACION DEL SISTEMA ELECTRICO				INFORMACION SOBRE LA CALDERA						
Producción Anual de Tablas (mm <sup>3</sup> /año)	Producción Anual de Residuos (toneladas)	Promedio de Carga del Aserradero (kW)	Promedio de Carga Eléctrica del Horno de Secado (kW)	Total de Carga Eléctrica Promedio (kW)	Capacidad Requerida del Generador (kW)	Promedio Horno Secado Vapor (lb/hora)	Promedio Vapor al TG Con Aserr Periodo (lb/hora)	Promedio Vapor al TG Sin Aserr Pico Periodo (lb/hora)	Capacidad de la Caldera (lb/hora)	Combustible de Sechos Anual (Ton)	Exceso (Ton)	
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	
<b>FRANCISCO MORAZAN</b>												
Sanzona No 3	11.80	29,877	125	22	178	324	1,630	5,558	2,813	9,745	8,813	22,864
Sanzona No 1	1.50	3,772	62	3	81	147	208	2,527	1,051	4,430	2,268	1,507
Santa Fe	8.50	21,377	112	16	156	283	1,181	4,859	2,220	8,518	5,565	15,812
Santa María	1.10	2,768	56	2	72	132	153	2,263	833	3,987	1,977	790
Lumberton	2.30	5,784	72	4	94	172	319	2,949	1,246	5,171	2,783	3,022
Cecilia	0.88	2,465	54	2	70	127	138	2,172	893	3,808	1,881	583
Arcier	3.20	8,048	81	6	107	194	444	3,331	1,429	5,840	3,250	4,798
Esmeralda No. 1	2.00	5,030	69	4	90	163	278	2,803	1,178	4,914	2,586	2,444
Suyapa	0.83	2,338	53	2	88	124	129	2,133	875	3,739	1,840	498
Jesus Bna, Esperanza	1.40	3,521	61	3	79	144	194	2,485	1,023	4,322	2,197	1,324
Corralitos	1.40	3,521	61	3	79	144	194	2,485	1,023	4,322	2,197	1,324
Lanzabal	1.30	3,288	60	2	77	140	181	2,401	984	4,209	2,128	1,144
Sirla	0.88	1,708	48	1	61	111	94	1,910	778	3,349	1,815	83
Chang No. 1	0.58	1,456	45	1	58	105	80	1,807	734	3,168	1,514	-58
San Jose	0.02	53	15	0	19	34	3	585	232	1,025	454	-401
El Zamorano	0.15	387	29	0	38	66	20	1,128	450	1,974	897	-530
<b>OLANCHO</b>												
San Jose	8.81	22,408	114	17	159	288	1,238	4,952	2,271	8,602	5,725	18,884
Santa Ana No 2	5.10	12,826	94	10	127	231	708	3,974	1,750	6,967	4,153	8,674
San Francisco	2.49	6,262	74	5	97	177	348	3,036	1,287	5,323	2,870	3,382
La Laguna	2.41	6,081	73	5	96	175	335	3,000	1,270	5,260	2,825	3,238
Maderas del Wampu	3.15	7,922	80	6	108	193	438	3,312	1,420	5,806	3,224	4,898
Bijao	2.34	5,885	73	4	95	173	325	2,968	1,255	5,203	2,788	3,008
Catcamas	2.68	6,890	78	5	100	181	389	3,111	1,323	5,454	2,964	3,728
El Platinar	1.48	3,722	62	3	81	146	206	2,515	1,048	4,409	2,252	1,470
Jesus Bna, Esperanza 2	2.08	5,231	70	4	91	168	289	2,843	1,197	4,985	2,634	2,597
Infocero	1.96	4,929	68	4	89	162	272	2,782	1,168	4,878	2,581	2,368
Noriega No. 2	1.47	3,688	62	3	80	146	204	2,507	1,042	4,395	2,243	1,446
Honduply	0.19	478	31	0	39	72	28	1,232	493	2,160	988	-510
IAI Corpimar	0.11	289	26	0	32	59	15	1,013	404	1,777	802	-533
IAI IMAO	0.01	35	13	0	16	30	2	510	202	895	395	-380
<b>YORO</b>												
Yodico	11.88	29,827	125	22	178	324	1,847	5,570	2,620	9,786	8,835	22,993
Hibueras	1.70	4,275	65	3	85	154	238	2,643	1,104	4,634	2,398	1,877
Rosales	0.10	239	25	0	31	57	13	973	388	1,708	769	-530
Carolina	2.19	5,508	71	4	93	180	304	2,897	1,222	5,079	2,699	2,809
Patricia	1.80	4,527	66	3	86	157	250	2,898	1,129	4,730	2,462	2,065
Merendon	0.05	118	19	0	24	44	6	782	302	1,335	586	-480
La Antorcha	1.22	3,068	58	2	75	137	189	2,347	970	4,115	2,087	1,001
Guaymas	2.13	5,357	70	4	92	167	296	2,868	1,208	5,028	2,663	2,863
Ponito	1.58	3,999	64	3	83	150	221	2,580	1,075	4,524	2,326	1,873
Zuriga	0.71	1,788	49	1	62	113	89	1,840	791	3,401	1,845	141
Promagua	0.32	805	37	1	47	86	44	1,472	593	2,581	1,201	-388
Locompa												
<b>SANTA BARBARA</b>												
Escambray #3	1.28	3,219	59	2	78	139	178	2,389	988	4,186	2,111	1,108
El Mochito	0.30	754	36	1	48	84	42	1,440	579	2,525	1,172	-417
Noriega #1	2.19	5,508	71	4	93	180	304	2,897	1,222	5,079	2,699	2,809
Ana	0.83	2,082	51	2	66	119	116	2,051	839	3,595	1,758	337
La Confianza	0.75	1,889	50	1	63	115	104	1,979	806	3,489	1,683	208
IAI Santa Marta	0.56	1,413	45	1	57	104	78	1,768	728	3,135	1,496	-83

AUTOSUFICIENCIA BAJA CAPITAL	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
<b>CORTES</b>												
Nico	1.50	3,900	64	3	83	150	221	2,580	1,075	4,524	2,326	1,673
Embalse del Cahon	0.44	1,094	41	1	52	95	60	1,637	662	2,860	1,352	-258
Morazan	0.49	1,222	43	1	54	90	68	1,701	689	2,981	1,412	-190
<b>EL PARAISO</b>												
San Martin	0.02	43	14	0	17	32	2	545	216	955	423	-300
Los Alamos	0.05	118	20	0	25	45	7	767	305	1,345	600	-482
Beatz	1.22	3,068	58	2	75	137	169	2,347	970	4,115	2,067	1,001
Buena Vista	2.81	7,067	77	5	102	185	390	3,174	1,353	5,565	3,045	4,022
San Diego	3.07	7,721	79	6	105	191	426	3,290	1,404	5,751	3,183	4,538
El Progreso No 2	3.83	9,832	86	7	114	208	532	3,563	1,543	6,247	3,564	6,068
Teupessan	3.04	7,645	79	6	105	190	422	3,268	1,398	5,730	3,167	4,478
San Antonio	2.27	5,708	72	4	94	171	315	2,035	1,240	5,146	2,745	2,964
Santa Isabel	0.67	1,685	48	1	61	111	93	1,901	775	3,333	1,606	79
<b>COMAYAGUA</b>												
Sensacion No 2	5.26	13,220	95	10	120	234	731	4,021	1,775	7,050	4,224	9,005
Santa Maria	2.13	5,357	70	4	92	167	296	2,868	1,206	5,028	2,663	2,693
IAI Masau	1.91	4,808	68	4	86	161	265	2,757	1,157	4,534	2,531	2,275
ESNACIFOR	0.05	113	19	0	24	44	6	756	300	1,326	591	-476
Avalar	0.86	2,153	52	2	66	121	119	2,071	848	3,631	1,777	376
<b>INTIBUCA</b>												
Santa Elena	2.42	6,086	73	5	98	175	336	3,005	1,272	5,268	2,831	3,255
INTIBUCANO	1.58	3,974	64	3	82	150	219	2,574	1,073	4,513	2,319	1,654
Quiraguara No. 1	1.27	3,194	59	2	78	139	178	2,381	985	4,175	2,104	1,090
El Carrizal	1.05	2,833	55	2	71	129	145	2,224	915	3,898	1,935	698
San Francisco	0.59	1,484	46	1	58	108	82	1,819	739	3,189	1,528	-42
San Juan	0.48	1,207	43	1	54	90	67	1,693	686	2,969	1,405	-198
<b>LA PAZ</b>												
Imaha	0.55	1,373	45	1	57	103	76	1,771	719	3,104	1,479	-106
<b>OCOTEPEQUE</b>												
Tokambum	0.41	1,020	40	1	51	93	57	1,602	647	2,809	1,320	-291
<b>COPAN</b>												
San Francisco	0.05	123	20	0	25	45	7	773	309	1,364	609	-486
Rio Amarillo	0.86	2,160	52	2	66	121	119	2,074	850	3,636	1,779	381
Maya	0.57	1,441	45	1	58	105	60	1,800	731	3,157	1,508	-67
<b>LEMPIRA</b>												
El Esfuerzo	0.35	878	38	1	49	88	48	1,517	611	2,660	1,242	-364
San Pedro	1.79	4,502	66	3	86	157	249	2,663	1,127	4,721	2,456	2,046
Guadalupe	0.90	2,274	53	2	66	123	126	2,111	866	3,702	1,816	455
Sacamine	1.00	2,512	55	2	70	127	139	2,187	699	3,634	1,897	616
Alvarado	0.77	1,944	50	1	64	116	107	1,999	617	3,504	1,703	241
Las Mercedes	0.17	-23	30	0	36	69	23	1,181	472	2,071	944	-522
<b>COLON</b>												
Corfino	17.67	44,420	143	33	212	385	2,454	6,606	3,235	11,582	8,681	35,540
<b>GRACIAS A DIOS</b>												
Dumuna	12.50	31,442	127	23	182	332	1,736	5,695	2,692	9,984	7,069	24,373

PRODUCCION DE RESIDUOS / AÑO = 443,715

TOTAL EXCEDENTE RESIDUOS/AÑO = 248,674

**ANEXO 2, PARTE C**  
**Rendimiento Esperado del Aserradero con el Sistema Diseñado para Conexión de Red, y de Bajo Capital**

*De Bajo Capital*

(producción de residuos basada en el %50 del volumen de las trozas y un 47% de recuperación)

INFORMACION DE PRODUCCION		INFORMACION DEL SISTEMA ELECTRICO							INFORMACION SOBRE LA CALDERA					
Producción Anual de Tablas (mmFV/año)	Producción Anual de Residuos (toneladas)	Promedio de Carga del Aserradero (kW)	Promedio de Carga Electrica del Horno de Secado (kW)	Total de Carga Electrica Promedio (kW)	Electricity from Excess Fuel (Peak Period) (KW)	Electricity from Excess Fuel (Off-Peak) (KW)	Total Excess Electricity (KW/h)	Capacidad Requerida del Generador (kW)	Promedio Horno Secado Vapor (lb/hora)	Promedio Vapor al T/G Con Aserr. (lb/hora)	Promedio Vapor al T/G Sin Aserr. (lb/hora)	Promedio Vapor al T/G [periodo bajo ad] (lb/hr)	Capacidad Típic de la Caldera (lb/hora)	
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	
<b>FRANCISCO MORAZAN</b>														
Sansone No 3	11.80	29,677	125	22	169	412	219	2,328,539	639	1,639	30,024	24,610	16,772	34,629
Sansone No 1	1.50	3,772	82	3	76	10	5	57,363	139	208	4,911	2,198	2,005	7,029
Santa Fe	8.50	21,377	112	16	147	282	150	1,581,549	472	1,181	22,181	17,331	11,974	25,698
Santa María	1.10	2,768	56	2	68	0	0	0	124	153	4,027	1,582	1,582	6,292
Lumberlon	2.30	5,784	72	4	89	44	23	247,801	162	319	7,033	3,903	3,068	8,210
Cecilia	0.98	2,465	54	2	66	0	0	0	119	136	3,866	1,513	1,513	6,040
Arcieri	3.20	5,048	81	6	101	80	42	451,159	199	444	9,329	5,822	4,314	10,751
Esmeralda No 1	2.00	5,030	69	4	85	31	16	174,301	154	278	6,243	3,256	2,670	7,731
Suyapa	0.93	2,339	53	2	64	0	0	0	117	129	3,795	1,483	1,483	5,929
Jesús Bna, Esperanza	1.40	3,521	61	3	74	6	3	35,076	135	194	4,641	1,990	1,672	6,858
Comaltes	1.40	3,521	61	3	74	6	3	35,076	135	194	4,641	1,990	1,672	6,858
Lardizabal	1.30	3,269	60	2	72	2	1	13,258	132	181	4,369	1,783	1,739	6,678
Siria	0.86	1,708	48	1	58	0	0	0	105	94	3,398	1,318	1,318	5,308
Chang No. 1	0.58	1,456	45	1	54	0	0	0	99	80	3,214	1,242	1,242	5,022
San José	0.02	53	15	0	18	0	0	0	32	3	1,039	390	390	1,624
El Zamorano	0.15	367	29	0	34	0	0	0	62	20	2,002	759	759	3,127
Quebrada Seca														
<b>OLANCHO</b>														
San José	8.91	22,408	114	17	150	298	150	1,683,781	493	1,238	23,182	18,235	12,567	26,839
Santa Ana No 2	5.10	12,826	94	10	120	150	80	849,742	298	708	13,997	9,909	7,049	18,176
San Francisco	2.49	6,262	74	5	92	52	28	295,335	167	346	7,530	4,315	3,321	8,663
La Laguna	2.41	6,061	73	5	91	49	26	275,237	165	335	7,321	4,141	3,215	8,421
Maderas del Wampu	3.15	7,922	80	6	100	78	41	439,724	196	438	9,202	5,724	4,244	10,604
Bijao	2.34	5,883	73	4	90	46	24	257,750	163	325	7,138	3,989	3,122	8,262
Catucamas	2.68	6,690	78	5	94	60	32	338,417	171	389	7,973	4,686	3,547	9,176
El Platano	1.48	3,722	62	3	76	9	5	52,870	138	206	4,657	2,156	1,978	6,998
Jesús Bna, Esperanza	2.06	5,231	70	4	86	34	18	193,698	156	289	6,455	3,426	2,776	7,913
Intozero	1.98	4,929	68	4	84	29	15	184,666	153	272	6,138	3,171	2,616	7,744
Noriega No 2	1.47	3,669	62	3	76	9	5	49,980	138	204	4,822	2,129	1,961	6,974
Honduply	0.19	478	31	0	37	0	0	0	67	26	2,190	832	832	3,421
IAI Corpimes	0.11	269	26	0	31	0	0	0	55	15	1,801	681	681	2,814
IAI IMAO	0.01	35	13	0	15	0	0	0	26	2	907	340	340	1,417
<b>YOHO</b>														
Yodoco	11.86	29,827	125	22	169	414	220	2,342,041	642	1,647	30,186	24,743	16,859	34,994
Hibueras	1.70	4,275	85	3	80	18	10	103,147	145	236	5,447	2,618	2,271	7,354
Rosales	0.10	239	25	0	29	0	0	0	53	13	1,730	653	653	2,703
Carolina	2.19	5,508	71	4	87	39	21	220,814	159	304	8,744	3,665	2,922	8,064
Patricia	1.80	4,527	66	3	81	22	12	126,568	148	250	5,713	2,830	2,404	7,506
Merendon	0.05	118	19	0	23	0	0	0	42	6	1,353	509	509	2,115
La Antorcha	1.22	3,068	58	2	71	0	0	0	129	169	4,178	1,647	1,647	6,528
Guaymas	2.13	5,357	70	4	87	36	19	205,898	157	296	6,586	3,536	2,642	7,982
Portillo	1.59	3,999	64	3	78	14	7	77,779	142	221	5,152	2,386	2,124	7,178
Zuriga	0.71	1,786	49	1	58	0	0	0	108	99	3,451	1,340	1,340	5,392
Promague	0.32	805	37	1	44	0	0	0	81	44	2,618	1,001	1,001	4,090
Locamepe														

RED-CONECTADA BAJO CAPITAL	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
<b>SANTA BARBARA</b>														
Escambray #3	1.28	3,219	59	2	72	2	1	8,958	131	178	4,315	1,742	1,712	8,841
El Mochito	0.30	754	38	1	43	0	0	0	79	42	2,560	978	978	4,000
Nonega #1	2.19	5,508	71	4	87	39	21	220,614	159	304	6,744	3,665	2,922	8,064
Ana	0.83	2,092	51	2	82	0	0	0	112	118	3,649	1,422	1,422	5,701
La Confianza	0.75	1,889	50	1	60	0	0	0	108	104	3,520	1,368	1,368	5,500
IAI Santa Marta	0.56	1,413	45	1	54	0	0	0	98	78	3,181	1,228	1,228	4,970
<b>CORTES</b>														
Neco	1.59	3,909	64	3	78	14	7	77,779	142	221	5,152	2,386	2,124	7,178
Embalse del Cahon	0.44	1,084	41	1	49	0	0	0	90	60	2,910	1,118	1,118	4,547
Morazan	0.49	1,222	43	1	51	0	0	0	93	68	3,024	1,185	1,185	4,725
<b>EL PARAISO</b>														
San Martin	0.02	43	14	0	16	0	0	0	30	2	968	363	363	1,512
Los Alamos	0.05	118	20	0	23	0	0	0	42	7	1,383	513	513	2,130
Beatriz	1.22	3,068	58	2	71	0	0	0	129	189	4,178	1,847	1,847	6,528
Buena Vista	2.81	7,087	77	5	96	66	35	370,245	178	390	8,352	5,004	3,758	9,617
San Diego	3.07	7,721	79	6	99	75	40	424,694	192	426	9,005	5,557	4,127	10,375
El Progreso No 2	3.83	9,632	86	7	106	103	55	582,201	232	532	10,890	7,177	5,217	12,564
Teupasenti	3.04	7,645	79	6	99	74	39	417,491	190	422	8,928	5,492	4,086	10,286
San Antonio	2.27	5,709	72	4	89	43	23	240,361	161	315	6,954	3,838	3,029	8,171
Santa Isabel	0.67	1,665	48	1	57	0	0	0	104	93	3,362	1,311	1,311	5,284
<b>COMAYAGUA</b>														
Sansone No 2	5.28	13,229	95	10	122	156	83	864,548	306	731	14,387	10,257	7,279	16,629
Santa Maria	2.13	5,357	70	4	87	38	19	205,896	157	296	6,598	3,536	2,842	7,982
IAI Masau	1.91	4,806	68	4	83	27	14	152,920	151	265	6,008	3,088	2,551	7,673
ESNACIFOR	0.05	113	19	0	23	0	0	0	41	8	1,343	505	505	2,099
Avalar	0.86	2,153	52	2	62	0	0	0	114	119	3,685	1,437	1,437	5,758
<b>INTIBUCA</b>														
Santa Elena	2.42	6,086	73	5	91	49	26	277,742	185	338	7,347	4,163	3,228	8,451
INTIBUCANO	1.58	3,974	64	3	76	13	7	75,495	141	219	5,126	2,385	2,111	7,182
Quiraguera No 1	1.27	3,194	59	2	72	1	1	8,613	131	178	4,287	1,722	1,699	6,823
El Carrizal	1.05	2,633	55	2	67	0	0	0	122	145	3,957	1,552	1,552	6,183
San Francisco	0.59	1,484	46	1	55	0	0	0	100	82	3,235	1,251	1,251	5,055
San Juan	0.48	1,207	43	1	51	0	0	0	93	67	3,011	1,150	1,150	4,705
<b>LA PAZ</b>														
Imacha	0.55	1,373	45	1	53	0	0	0	97	78	3,149	1,215	1,215	4,920
<b>OCOTEPEQUE</b>														
Tekumbum	0.41	1,029	40	1	48	0	0	0	88	57	2,849	1,094	1,094	4,451
<b>COPAN</b>														
San Francisco	0.05	123	20	0	23	0	0	0	43	7	1,383	520	520	2,160
Rio Amarillo	0.86	2,160	52	2	63	0	0	0	114	119	3,690	1,439	1,439	5,785
Maya	0.57	1,441	45	1	54	0	0	0	99	80	3,202	1,237	1,237	5,004
<b>LEMPIRA</b>														
El Esfuerzo	0.35	876	38	1	46	0	0	0	83	48	2,897	1,033	1,033	4,214
San Pedro	1.79	4,502	68	3	81	22	12	124,209	148	249	5,687	2,809	2,390	7,493
Guastalapa	0.90	2,274	53	2	64	0	0	0	116	126	3,757	1,467	1,467	5,670
La Esperanza	1.00	2,512	55	2	66	0	0	0	120	139	3,892	1,524	1,524	6,081
Avarado	0.77	1,944	50	1	60	0	0	0	110	107	3,556	1,383	1,383	5,558
Las Mercedes	0.17	423	30	0	36	0	0	0	65	23	2,100	797	797	3,281
<b>COLON</b>														
Corfino	17.67	44,429	143	33	201	647	343	3,655,017	932	2,454	43,832	37,635	25,331	50,914
<b>GRACIAS A DIOS</b>														
Dumina	12.50	31,442	127	23	173	440	233	2,485,016	674	1,736	31,681	26,182	17,797	36,760

Promedio total de electricidad a la red [periodo pico de produccion]- (kW)	4,038
Promedio total de electricidad a la red [periodo bajo de produccion] - (kW)	2,144
Promedio total anual de electricidad a la red - (kWh)	22,821,374

**ANEXO 2, PARTE D**  
**Rendimiento Esperado del Aserradero con el Sistema Diseñado para Conexión de Red, y de Bajo Capital**  
*De Energía Eficiente*  
 (producción de residuos basada en el %50 del volumen de las trozas y un 47% de recuperación)

INFORMACION DE PRODUCCION		INFORMACION DEL SISTEMA ELECTRICO							INFORMACION SOBRE LA CALDERA					
Producción Anual de Tablas (mmP/año)	Producción Anual de Residuos (toneladas)	Promedio de Carga del Aserradero (kW)	Promedio de Carga Eléctrica del Horno de Secado (kW)	Total de Carga Eléctrica Promedio (kW)	Electricity from Excess Fuel [Peak Period] (KW)	Electricity from Excess Fuel [Off-Peak] (KW)	Total Excess Annual Electricity (KW-h)	Capacidad Requerida del Generador (kW)	Promedio Horno Secado Vapor (lb/hora)	Promedio Vapor al T/G Con Aserr Periodo (lb/hora)	Promedio Vapor al T/G Sin Aserr (lb/hora)	Promedio Vapor al T/G [periodo bajo ed production] (lb/hr)	Capacidad Típic de la Caldera (lb/hora)	
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	
<b>FRANCISCO MORAZAN</b>														
Sansone No 3	11.80	29,877	125	22	178	780	414	4,409,608	1,054	1,630	27,535	24,590	18,735	33,883
Sansone No 1	1.50	3,772	62	3	81	65	35	369,691	147	206	4,140	2,684	2,005	5,007
Santa Fe	8.50	21,377	112	18	158	551	203	3,115,908	778	1,161	20,159	17,520	11,970	24,807
Santa María	1.10	2,766	56	2	72	34	18	163,979	132	153	3,152	1,622	1,476	3,967
Lumberton	2.30	5,784	72	4	94	131	70	741,914	248	319	6,086	4,383	3,082	7,492
Cecilia	0.98	2,465	54	2	70	25	13	143,197	127	136	2,852	1,573	1,318	3,808
Arceñ	3.20	8,048	81	6	107	188	100	1,064,654	325	444	8,157	6,255	4,358	10,040
Esmeralda No 1	2.00	5,000	69	4	90	108	56	600,125	216	278	5,360	3,735	2,666	6,508
Suyapa	0.93	2,339	53	2	68	22	12	122,459	124	129	2,727	1,469	1,251	3,730
Jesus Bna, Esperanza	1.40	3,521	61	3	79	58	31	325,047	144	194	3,894	2,452	1,873	4,794
Corralico	1.40	3,521	61	3	79	58	31	325,047	144	194	3,894	2,452	1,873	4,794
Lerdizabal	1.30	3,269	80	2	77	50	26	280,717	140	181	3,648	2,241	1,741	4,491
Siria	0.88	1,708	48	1	61	4	2	22,740	111	94	2,001	959	919	3,349
Chang No 1	0.58	1,456	45	1	58	0	0	0	105	80	1,887	815	815	3,160
San Jose	0.02	53	13	0	19	0	0	0	34	3	588	235	235	1,023
El Zamorano	0.15	367	29	0	36	0	0	0	68	20	1,146	470	470	1,374
Quebrada Seca														
<b>OLANCHO</b>														
San Jose	8.91	22,408	114	17	159	580	309	3,278,813	812	1,236	21,078	18,397	12,561	25,838
Santa Ana No 2	5.10	12,826	94	10	127	317	169	1,763,899	489	708	12,496	10,272	7,077	15,379
San Francisco	2.49	6,262	74	5	97	141	75	798,266	262	346	6,517	4,768	3,346	8,022
La Laguna	2.41	6,061	73	5	96	176	73	781,319	253	335	6,341	4,611	3,220	7,808
Maderas del Wampu	3.15	7,922	80	6	106	204	108	1,153,478	341	438	8,130	6,238	4,183	10,007
B'iao	2.34	5,885	73	4	95	135	71	780,961	253	325	6,183	4,470	3,115	7,611
Catacarnes	2.86	6,990	76	5	100	152	81	861,004	277	369	6,910	5,122	3,589	8,508
El Platener	1.48	3,722	62	3	81	64	34	360,884	146	206	4,091	2,822	1,979	5,038
Jesus Bna, Esperanza	2.08	5,231	70	4	91	113	60	637,711	224	289	5,554	3,907	2,771	6,837
Infozoro	1.98	4,029	68	4	89	103	55	561,400	211	272	5,263	3,649	2,613	6,479
Noriega No 2	1.47	3,699	62	3	80	63	33	355,039	146	204	4,059	2,904	1,962	4,997
Honduply	0.19	478	31	0	39	0	0	0	72	26	1,258	520	520	2,180
IAI Corpimax	0.11	269	26	0	32	0	0	0	59	13	1,028	419	419	1,777
IAI IMAO	0.01	35	13	0	16	0	0	0	30	2	512	204	204	895
<b>YOYO</b>														
Yodoco	11.88	29,827	125	22	178	784	418	4,433,503	1,059	1,647	27,669	24,719	16,822	34,048
Hibueras	1.70	4,275	65	3	85	82	43	460,901	183	236	4,830	3,091	2,270	5,699
Rosalco	0.10	239	25	0	31	0	0	0	57	13	987	401	401	1,708
Carolina	2.19	5,508	71	4	93	122	65	689,665	236	304	5,820	4,145	2,917	7,165
Patricia	1.80	4,327	66	3	86	90	48	506,981	194	250	4,874	3,305	2,402	5,999
Merendon	0.05	116	19	0	24	0	0	0	44	6	788	309	309	1,335
La Antorcha	1.22	3,068	58	2	75	43	23	245,668	137	169	3,450	2,073	1,635	4,247
Quaymas	2.13	5,357	70	4	92	117	62	661,298	230	298	5,675	4,015	2,837	6,986
Porillo	1.59	3,999	64	3	83	73	39	410,641	171	221	4,361	2,856	2,124	5,368
Zuriga	0.71	1,786	49	1	62	6	3	34,581	113	69	2,170	1,021	960	3,401
Promagua	0.32	803	37	1	47	0	0	0	86	44	1,517	837	637	2,581
Locomapa														

RED-CONECTADA DE ENERGIA EFICIENTE	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
<b>SANTA BARBARA</b>														
Escarabay #3	1 28	3,219	50	2	78	48	26	271,918	136	178	3,508	2,199	1,715	4,430
El Mochito	0 30	754	36	1	46	0	0	0	84	42	1,482	621	621	2,525
Noriega #1	2 19	5,508	71	4	93	122	65	689,665	236	304	5,820	4,145	2,917	7,165
Ana	0 83	2,092	51	2	68	15	8	82,569	119	118	2,480	1,269	1,121	3,595
La Confianza	0 75	1,869	50	1	63	9	5	50,475	115	104	2,275	1,104	1,014	3,469
Al Santa Marta	0 56	1,413	45	1	57	0	0	0	104	78	1,866	804	804	3,135
<b>CORTES</b>														
Naco	1 59	3,999	64	3	83	73	39	410,641	171	221	4,361	2,856	2,124	5,368
Embalse del Cahon	0 44	1,094	41	1	52	0	0	0	95	60	1,697	722	722	2,899
Morazan	0 49	1,222	43	1	54	0	0	0	99	68	1,768	756	756	2,981
<b>EL PARAISO</b>														
San Martin	0 02	43	14	0	17	0	0	0	32	2	547	218	218	955
Los Alamos	0 05	118	20	0	25	0	0	0	45	7	774	311	311	1,345
Beatriz	1 22	3,068	58	2	75	43	23	245,666	137	169	3,450	2,073	1,635	4,247
Buena Vista	2 81	7,087	77	5	102	163	86	918,773	291	390	7,259	5,438	3,801	8,335
San Diego	3 07	7,721	79	6	105	180	96	1,017,120	314	426	7,859	5,983	4,171	9,673
El Progreso No 2	3 83	9,632	86	7	114	231	123	1,305,557	380	532	9,603	7,583	5,257	11,820
Tesiposanti	3 04	7,645	79	6	105	178	94	1,004,781	311	422	7,789	5,919	4,129	9,587
San Antonio	2 27	5,709	72	4	94	129	68	727,636	245	315	6,014	4,318	3,022	7,403
Santa Isabel	0 67	1,685	46	1	61	3	2	19,332	111	93	2,068	941	907	3,373
<b>COMAYAGUA</b>														
Sensone No 2	5 28	13,229	95	10	129	328	174	1,855,031	503	731	12,858	10,612	7,307	15,825
Santa Marta	2 13	5,357	70	4	92	117	62	661,288	230	296	5,675	4,015	2,837	6,988
Al Masau	1 91	4,808	66	4	68	99	52	558,525	208	265	5,144	3,543	2,548	6,332
ESNACIFOR	0 05	113	19	0	24	0	0	0	44	8	782	308	308	1,328
Avellar	0 88	2,153	52	2	66	16	9	92,238	121	119	2,541	1,318	1,153	3,631
<b>INTIBUCA</b>														
Santa Elena	2 42	6,086	73	5	98	141	75	799,221	281	338	6,376	4,644	3,220	7,849
INTIBUCANO	1 58	3,974	64	3	82	72	38	406,096	170	219	4,336	2,834	2,111	5,336
Quiraguani No 1	1 27	3,194	59	2	76	47	25	267,527	139	176	3,574	2,178	1,701	4,400
El Carrizal	1 05	2,633	55	2	71	30	16	171,348	129	145	3,020	1,711	1,406	3,698
San Francisco	0 59	1,484	46	1	58	0	0	0	108	82	1,901	821	821	3,189
San Juan	0 48	1,207	43	1	54	0	0	0	99	67	1,760	752	752	2,969
<b>LA PAZ</b>														
Imaha	0 55	1,373	45	1	57	0	0	0	103	78	1,846	794	794	3,104
<b>OCOTEPEQUE</b>														
Tekambum	0 41	1,029	40	1	51	0	0	0	93	57	1,659	704	704	2,809
<b>COPAN</b>														
San Francisco	0 05	123	20	0	25	0	0	0	45	7	785	316	316	1,364
Rio Amarillo	0 86	2,160	52	2	66	17	9	93,452	121	119	2,548	1,324	1,157	3,036
Mays	0 57	1,441	45	1	58	0	0	0	105	80	1,880	811	611	3,157
<b>LEMPIRA</b>														
El Esfuerzo	0 35	678	36	1	49	0	0	0	68	48	1,565	660	660	2,680
San Pedro	1 79	4,502	66	3	86	89	47	502,358	193	249	4,849	3,283	2,389	5,970
Guadalupe	0 90	2,274	53	2	68	20	10	111,774	123	126	2,661	1,416	1,217	3,702
Sacamine	1 00	2,512	55	2	70	27	14	151,139	127	139	2,800	1,612	1,343	3,834
Alvarado	0 77	1,944	50	1	64	10	6	59,105	116	107	2,330	1,149	1,043	3,504
Las Mercedes	0 17	423	30	0	38	0	0	0	69	23	1,205	496	496	2,071
<b>COLON</b>														
Corfno	17 67	44,429	143	33	212	1,190	632	6,725,418	1,542	2,454	40,575	37,204	25,223	49,927
<b>GRACIAS A DIOS</b>														
Durana	12 50	31,442	127	23	182	829	440	4,686,619	332	1,736	29,100	26,098	17,749	35,809

Promedio total de electricidad a la red [periodo pico de produccion]	9,825
Promedio total de electricidad a la red [periodo bajo de produccion] - kW	5,111
Promedio total anual de electricidad a la red - (kWh)	54,404,306

**ANEXO 3**  
**Calculos De Costo Detallados De Ingenieria**

**Incluida Lista De Hojas Desplegadas**

**Parte A:**

---

COSTO ESTIMADO:	INSTALACION
BASE DE DISEÑO DEL SISTEMA:	BAJO CAPITAL, AUTOSUFICIENCIA DE ELECTRICIDAD
TAMAÑO DEL ASERRADERO:	GRANDE

**Parte B:**

---

COSTO ESTIMADO:	OPERACION Y MANTENIMIENTO
BASE DE DISEÑO DEL SISTEMA:	BAJO CAPITAL, AUTOSUFICIENCIA DE ELECTRICIDAD
TAMAÑO DEL ASERRADERO:	GRANDE

**Parte C:**

---

COSTO ESTIMADO:	INSTALACION
BASE DE DISEÑO DEL SISTEMA:	BAJO CAPITAL, AUTOSUFICIENCIA DE ELECTRICIDAD
TAMAÑO DEL ASERRADERO:	PEQUEÑO

**Parte D:**

---

COSTO ESTIMADO:	OPERACION Y MANTENIMIENTO
BASE DE DISEÑO DEL SISTEMA:	BAJO CAPITAL, AUTOSUFICIENCIA DE ELECTRICIDAD
TAMAÑO DEL ASERRADERO:	PEQUEÑO

**Parte E:**

---

COSTO ESTIMADO:	INSTALACION
BASE DE DISEÑO DEL SISTEMA:	BAJO CAPITAL, RED CONECTADA
TAMAÑO DEL ASERRADERO:	GRANDE

**Parte F:**

---

COSTO ESTIMADO:	OPERACION Y MANTENIMIENTO
BASE DE DISEÑO DEL SISTEMA:	BAJO CAPITAL, RED CONECTADA
TAMAÑO DEL ASERRADERO:	GRANDE

**Parte G:**

---

COSTO ESTIMADO:	INSTALACION
BASE DE DISEÑO DEL SISTEMA:	BAJO CAPITAL, RED CONECTADA
TAMAÑO DEL ASERRADERO:	PEQUEÑO

**Parte H:**

---

COSTO ESTIMADO:	OPERACION Y MANTENIMIENTO
BASE DE DISEÑO DEL SISTEMA:	BAJO CAPITAL, RED CONECTADA
TAMAÑO DEL ASERRADERO:	SMALL

**Parte I:**

---

COSTO ESTIMADO:	INSTALACION
BASE DE DISEÑO DEL SISTEMA:	ENERGIA EFICIENTE, RED CONECTADA
TAMAÑO DEL ASERRADERO:	GRANDE

**Parte J:**

---

COSTO ESTIMADO:	OPERACION Y MANTENIMIENTO
BASE DE DISEÑO DEL SISTEMA:	ENERGIA EFICIENTE, RED CONECTADA
TAMAÑO DEL ASERRADERO:	GRANDE

**Parte K:**

---

COSTO ESTIMADO:	INSTALACION
BASE DE DISEÑO DEL SISTEMA:	ENERGIA EFICIENTE, RED CONECTADA

- d. Bomba de pozón de aceite
- e. Bomba de aceite auxiliar
- f. Plato base de acero estructural

008	Panel de control de generador c/w Equipo de sincronización, metros, máquina auxiliar	25,000	0	5,700	26,075
009	Condensador de vapor enfriado por aire - Tipo de aire forzado, vapor a aire intercambio de calor, c/w ventilador, propulsión sifones y soportes de acero estructural	25,000	0	9,000	26,698
010	Cañería para vapor, agua y condensación	35,000	0	54,000	45,189
011	Conexión eléctrica, luz y equipo de control del motor	9,500	0	7,000	10,821
012	Construcción de la central eléctrica	0	60,000	40,000	18,868
013	Preparación de lugar, chapía, nivelación Equipo para las basas y construcción Planchas para el piso	0	30,000	40,000	13,208
		<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>
	SUBTOTAL	267,075	100,400	243,950	332,047
	Flete y seguros	22,701	4,016		23,459
	Cargos por importación e impuestos de aduana		99,085		18,695
	Supervisión y dirección	39,846	87,992		56,448
	Comisiones	9,961	26,398		14,942
	Gastos generales y ganancia de los contratista	40,061	51,653		49,807
	Repuestos	8,012			8,012
	Contingencias	26,708	10,040		28,602
		<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>
		147,289	279,183	0	199,965
<b>TOTAL COSTOS DE INSTALACION -</b>					
	<b>totals in U.S.\$ &amp; Lempira</b>	<b>\$ 414,364</b>	<b>L 623,533</b>		
	<b>equivalent total in U.S.\$ only</b>				<b>532,012</b>
	<b>equivalent total in Lempira only</b>				<b>2,819,665</b>

TAMAÑO DEL ASERRADERO: PEQUEÑO

Parte L:

COSTO ESTIMADO: OPERACION Y MANTENIMIENTO  
 BASE DE DISEÑO DEL SISTEMA: ENERGIA EFICIENTE, RED CONECTADA  
 TAMAÑO DEL ASERRADERO: PEQUEÑO

ANEXO 3, PARTE A

COSTO ESTIMADO: Instalacion  
 BASE DE DISEÑO DEL SISTEMA: Bajo Capital, Autosuficiencia de Electricidad  
 TAMAÑO DEL ASERRADERO: Grande

Artículo	DESCRIPCION	EQUIPO		INSTALACION	TOTAL
		Importado (US\$)	Local (Lempira)	(Lempira)	(US\$)
001	14,000 pph, HRT Caldera tipo tubo de humo Presión de diseño, 200 psig además de: a. 10 ga. stl. estuche de la caldera b. Refractario y aislamiento c. Salida de regulador de tiro con operacion manual d. Tubo de escape (presión natural) e. Puertas de la chimenea f. Deslisador para alimentación de combustible g. Ventilador de combustion	72,675	2,400	57,300	83,939
002	Conductor de abastecimiento de combustible 12" ancho x 35' largo, tipo aéreo Conductor con deslisador de alimentación interna	3,000	6,850	3,200	4,896
003	Estado de operación de la caldera : a. Válvulas de seguridad b. Válvulas para apagar c. Presión manométrica d. Válvula principal para apagar el vapor e. Válvulas de control y cierre de alimentación de agua f. Columna de agua & tubo indicador g. Valvulas de escape h. Válvulas de drenaje	7,650	0	3,000	8,216
004	Tanque de almacenamiento de agua - 1000 g tanque de acero, horizontal, con apoyo de acero estructural	500	1,150	800	868
005	Bombas de alimentación de agua (2) 30 gpm por 475' TDH bombas centrífugas c/w motor eléctrico, platos de apoyo, con uniones y defensas	1,500	0	1,200	1,726
006	Regulador de alimentación de agua	1,250	0	750	1,392
007	Generador sincronizado de 275 KW, tres fases, 440v completado con: a. Turbina de vapor con presión trasera b. Tren de engranaje para las velocidades c. Regulador automático de velocidad	86,000	0	22,000	90,151

**ANEXO 3, PARTE C**

**COSTO ESTIMADO: Instalacion**  
**BASE DE DISEÑO DEL SISTEMA: Bajo Capital, Autosuficiencia de Electricidad**  
**TAMAÑO DEL ASERRADERO: Pequeño**

Articulo	DESCRIPCION	EQUIPO		INSTALACION	TOTAL
		Importado (US\$)	Local (Lempira)	(Lempira)	(US\$)
001	9,250 pph, HRT Caldera tipo tubo de humo Presión de diseño, 200 psig además de: a. 10 ga. stl. estuche de la caldera b. Refractario y aislamiento c. Salida de regulador de tiro con operacion manual d. Tubo de escape (presión natural) e. Puertas de la chimenea f. Deslisador para alimentación de combustible g. Ventilador de combustión	50,000	1,750	40,000	57,877
002	Conductor de abastecimiento de combustible 12" ancho x 35' largo, tipo aéreo Conductor con deslisador de alimentación interna	3,000	6,850	3,200	4,896
003	Estado de operación de la caldera : a. Válvulas de seguridad b. Válvulas para apagar c. Presión manométrica d. Válvula principal para apagar el vapor e. Válvulas de control y cierre de alimentación de agua f. Columna de agua & tubo indicador g. Válvulas de escape h. Válvulas de drenaje	6,000	0	3,000	6,566
004	Tanque de almacenamiento de agua - 750 ga tanque de acero, horizontal, con apoyo de acero estructural	400	950	650	702
005	Bombas de alimentación de agua (2) 20 gpm por 475' TDH bombas centrífugas c/w motor eléctrico, platos de apoyo, con uniones y defensas	1,100	0	900	1,270
006	Regulador de alimentación de agua	1,000	0	600	1,113
007	Generador sincronizado de 180 KW, tres fases, 440v completado con: a. Turbina de vapor con presión trasera b. Tren de engranaje para las velocidades c. Regulador automático de velocidad d. Bomba de pozo de aceite e. Bomba de aceite auxiliar f. Plato base de acero estructural	75,000	0	16,000	78,019
008	Panel de control de generador c/w Equipo de sincronización, metros, máquina auxiliar	19,000	0	5,000	19,943

**ANEXO3, PARTE B**

**COSTO ESTIMADO: Operacion Y Mantenimiento**  
**SISTEMA DE BASE DISEÑO: Bajo Capital, Autosuficiencia**  
**TAMAÑO DEL ASERRADERO: Pequeño**

**MANO DE OBRA :**

<u>Discripcion del Trabajo</u>	<u>Salarios Promedio (Lps./año)</u>	<u>No. Total</u>	<u>Requerido Costo Anual (Lps)</u>
Capataz de la central eléctrica	35,000	0	0
Supervisor de turno/operador de turbina	7,500	3	22,500
Operador de caldera	5,000	3	15,000
Mecánico/Ayudante de electricista	3,750	1	3,750
Operador de equipo	6,250	1	6,250
Asistente para el combustible	2,500	7	17,500
<b>TOTALS</b>		<b>15</b>	<b>65,000</b>

**Notas :**

1. Se ha asumido que un camión o elevador de carga será necesario para llevar los residuos del aserradero a la central eléctrica. En algunos lugares los residuos son actualmenta trasportados a un basurero por lo que el operador extra para este equipo no será necesario.

2. Los asistentes del combustible trabajan en pares para alimentar la caldera y otro para trabajar con el operador del equipo.

**SUMINISTROS DE OPERACION:**

1. Tratamiento de alimentación de agua -	estimada @	15,000
2. Lubricación y suministros misceláneos -	estimada @	5,000
<b>TOTAL COSTOS ANUALES DE OPERACION (Lempira)</b>		<b>85,000</b>

**MANTENIMIENTO:**

1. Suministros y equipo -	estimated @	25,000
2. Mano de obra -	estimated @	10,000
<b>TOTAL ANUAL DE COSTOS DE MANTENIMIENTO (Lempiras)</b>		<b>35,000</b>

**ANEXO 3, PARTE D**

**COSTO ESTIMADO: Operacion Y Mantenimiento**  
**BASE DE DISEÑO DEL SISTEMA: Bajo Capital, Autosuficiencia de Electricidad**  
**TAMAÑO DEL ASERRADERO: Pequeño**

**MANO DE OBRA :**

<u>Discripcion del Trabajo</u>	<u>Salarios Promedio (Lps./año)</u>	<u>No. Total</u>	<u>Requerido Costo Anual (Lps)</u>
Capataz de la central eléctrica			
Supervisor de turno/operador de turbina	7,500	3	22,500
Operador de caldera	5,000	3	15,000
Mecánico/Ayudante de electricista	3,750	1	3,750
Operador de equipo	6,250	1	6,250
Asistente para el combustible	2,500	4	10,000
<b>TOTALS</b>		<b>3</b>	<b>22,500</b>

**Notas :**

1. Se ha asumido que un camión o elevador de carga será necesario para llevar los residuos del aserradero a la central eléctrica. En algunos lugares los residuos son actualmenta trasportados a un basurero por lo que el operador extra para este equipo no será necesario.

2. Los asistentes del combustible trabajan en pares para alimentar la caldera y otro para trabajar con el operador del equipo.

**SUMINISTROS DE OPERACION:**

1. Tratamiento de alimentación de agua -	estimada @	10,000
2. Lubricación y suministros misceláneos -	estimada @	5,000
<b>TOTAL COSTOS ANUALES DE OPERACION (Lempira)</b>		<b>37,500</b>

**MANTENIMIENTO:**

1. Suministros y equipo -	estimated @	18,000
2. Mano de obra -	estimated @	7,000
<b>TOTAL ANUAL DE COSTOS DE MANTENIMIENTO (Lempiras)</b>		<b>25,000</b>



009	Condensador de vapor enfriado por aire - Tipo de aire forzado, vapor a aire Intercambio de calor, c/w ventilador, propulsión sifones y soportes de acero estructural	20,000	0	6,500	21,226
010	Cañería para vapor, agua y condensación	27,500	0	40,000	35,047
011	Conexión eléctrica, luz y equipo de control del motor	8,500	0	6,500	9,726
012	Construcción de la central eléctrica	0	60,000	40,000	18,868
013	Preparación de lugar, chapla, nivelación Equipo para las basas y construcción Planchas para el piso	0	30,000	40,000	13,208
SUBTOTAL		211,500	99,550	202,350	268,462
	Flete y seguros	17,978	3,982		18,729
	Cargos por importación e impuestos de aduana		78,467		14,805
	Supervisión y dirección	32,215	71,143		45,639
	Comisiones	8,054	21,343		12,081
	Gastos generales y ganancia de los contratista	31,725	45,285		40,269
	Repuestos	6,345			6,345
	Contingencias	21,150	9,955		23,028
		117,467	230,174	0	160,896
<b>TOTAL INSTALLED COST -</b>					
	<b>totals in U.S.\$ &amp; Lempira</b>	<b>\$ 328,967</b>	<b>L 532,074</b>		
	<b>equivalent total in U.S.\$ only</b>				<b>429,358</b>
	<b>equivalent total in Lempira only</b>				<b>2,275,598</b>

009	Condensador de vapor enfriado por aire - Tipo de aire forzado, vapor a aire intercambio de calor, c/w ventilador, propulsión sifones y soportes de acero estructural	37,000	0	15,000	39,830
010	Cañería para vapor, agua y condensación	54,000	0	78,000	68,717
011	Conexión eléctrica, luz y equipo de control del motor	14,000	0	12,000	16,264
012	Construcción de la central eléctrica	0	60,000	40,000	18,868
013	Preparación de lugar, chapla, nivelación Equipo para las basas y construcción Planchas para el piso	0	30,000	40,000	13,208

SUBTOTAL	398,250	103,100	345,550	482,901
----------	---------	---------	---------	---------

Flete y seguros	33,851	4,124		34,629
Cargos por importación e impuestos de aduana		147,751		27,878
Supervisión y dirección	57,948	127,969		82,093
Comisiones	14,487	38,391		21,731
Gastos generales y ganancia de los contratista	59,738	67,298		72,435
Repuestos	11,948			11,948
Contingencias	39,825	10,310		41,770
	217,796	395,842	0	292,483

**TOTAL INSTALLED COST -**

<b>totals in U.S.\$ &amp; Lempira</b>	<b>\$ 616,046</b>	<b>L</b>	<b>844,492</b>	
<b>equivalent total in U.S.\$ only</b>				<b>775,384</b>
<b>equivalent total in Lempira only</b>				<b>4,109,538</b>

19

**ANEXO 3, PARTE E**

**COSTO ESTIMADO: Instalacion**  
**BASE DE DISEÑO DEL SISTEMA: BAJO CAPITAL, RED CONECTADA**  
**TAMAÑO DEL ASERRADERO: Grande**

Artículo	DESCRIPCION	EQUIPO		INSTALACION	TOTAL
		Importado (US\$)	Local (Lempira)	(Lempira)	(US\$)
001	27,000 pph, HRT Caldera tipo tubo de humo Presión de diseño, 200 psig además de: a. 10 ga. stl. estuche de la caldera b. Refractario y aislamiento c. Salida de regulador de tiro con operación manual d. Tubo de escape (presión natural) e. Puertas de la chimenea f. Deslisador para alimentación de combustible g. Ventilador de combustión	131,250	4,500	103,500	151,627
002	Conductor de abastecimiento de combustible 12" ancho x 35' largo, tipo aéreo Conductor con deslisador de alimentación interna	3,000	6,850	3,200	4,896
003	Estado de operación de la caldera : a. Válvulas de seguridad b. Válvulas para apagar c. Presión manométrica d. Válvula principal para apagar el vapor e. Válvulas de control y cierre de alimentación de agua f. Columna de agua & tubo indicador g. Válvulas de escape h. Válvulas de drenaje	11,750	0	5,500	12,788
004	Tanque de almacenamiento de agua - 2000 g tanque de acero, horizontal, con apoyo de acero estructural	750	1,750	1,250	1,316
005	Bombas de alimentación de agua (2) 60 gpm por 475' TDH bombas centrífugas c/w motor eléctrico, platos de apoyo, con uniones y defensas	2,500	0	2,100	2,896
006	Regulador de alimentación de agua	2,000	0	1,000	2,189
007	Generador sincronizado de 500 KW, tres fases, 440v completado con: a. Turbina de vapor con presión trasera b. Tren de engranaje para las velocidades c. Regulador automático de velocidad d. Bomba de pozo de aceite e. Bomba de aceite auxiliar f. Plato base de acero estructural	105,000	0	35,000	111,604
:: 008	Panel de control de generador c/w Equipo de sincronización, metros, máquina auxiliar	37,000	0	9,000	38,698

90

**ANEXO 3, PARTE F**

**COSTO ESTIMADO: Operacion Y Mantenimiento**  
**BASE DE DISEÑO DEL SISTEMA: Bajo Capital, Red Conectada**  
**TAMAÑO DFL ASERRADERO: Grande**

**MANO DE OBRA :**

<u>Discripcion del Trabajo</u>	<u>Salarios Promedio (Lps./año)</u>	<u>No. Total</u>	<u>Requerido Costo Anual (Lps)</u>
Capataz de la central eléctrica			0
Supervisor de turno/operador de turbina	7,500	3	22,500
Operador de caldera	5,000	3	15,000
Mecánico/Ayudante de electricista	3,750	1	3,750
Operador de equipo	6,250	1	6,250
Asistente para el combustible	2,500	16	40,000
<b>TOTALS</b>		<b>24</b>	<b>87,500</b>

**Notas :**

1. Se ha asumido que un camión o elevador de carga será necesario para llevar los residuos del aserradero a la central eléctrica. En algunos lugares los residuos son actualmente trasportados a un basurero por lo que el operador extra para este equipo no sera necesario.

2. Los asistentes del combustible trabajan en pares para alimentar la caldera y otro para trabajar con el operador del equipo.

**SUMINISTROS DE OPERACION:**

1. Tratamiento de alimentación de agua -	estimada @	30,000
2. Lubricación y suministros misceláneos -	estimada @	5,000
<b>TOTAL COSTOS ANUALES DE OPERACION (Lempira)</b>		<b>122,500</b>

**MANTENIMIENTO:**

1. Suministros y equipo -	estimada @	35,000
2. Mano de obra -	estimada @	7,000
<b>TOTAL ANUAL DE COSTOS DE MANTENIMIENTO (Lempiras)</b>		<b>42,000</b>

81

**ANEXO 3, PARTE G**

**COSTO ESTIMADO: Instalacion**  
**BASE DE DISEÑO DEL SISTEMA: BAJO CAPITAL, RED CONECTADA**  
**TAMAÑO DEL ASERRADERO: Pequeño**

Artículo	DESCRIPCION	EQUIPO		INSTALACION	TOTAL
		Importado (US\$)	Local (Lempira)	(Lempira)	(US\$)
001	10,500 pph, HRT Caldera tipo tubo de humo Presión de diseño, 200 psig además de: a. 10 ga. stl. estuche de la caldera b. Refractario y aislamiento c. Salida de regulador de tiro con operacion manual d. Tubo de escape (presión natural) e. Puertas de la chimenea f. Deslisador para alimentación de combustible g. Ventilador de combustión	56,000	2,000	45,000	64,868
002	Conductor de abastecimiento de combustible 12" ancho x 35' largo, tipo aéreo Conductor con deslisador de alimentación interna	3,000	6,850	3,200	4,896
003	Estado de operación de la caldera : a. Válvulas de seguridad b. Válvulas para apagar c. Presión manométrica d. Válvula principal para apagar el vapor e. Válvulas de control y cierre de alimentación de agua f. Columna de agua & tubo indicador g. Válvulas de escape h. Válvulas de drenaje	7,000	0	3,500	7,660
004	Tanque de almacenamiento de agua - 750 ga tanque de acero, horizontal, con apoyo de acero estructural	400	950	650	0
005	Bombas de alimentación de agua (2) 25 gpm por 475' TDH bombas centrífugas c/w motor eléctrico, platos de apoyo, con uniones y defensas	1,300	0	1,100	0
006	Regulador de alimentación de agua	1,000	0	600	0
007	Generador sincronizado de 200 KW, tres fases, 440v completado con: a. Turbina de vapor con presión trasera b. Tren de engranaje para las velocidades c. Regulador automático de velocidad d. Bomba de pozo de aceite e. Bomba de aceite auxiliar f. Plato base de acero estructural	80,000	0	17,500	0
008	Panel de control de generador c/w Equipo de sincronización, metros, máquina auxiliar	20,500	0	5,500	0

82

009	Condensador de vapor enfriado por aire - Tipo de aire forzado, vapor a aire intercambio de calor, c/w ventilador, propulsión sifones y soportes de acero estructural	21,500	0	7,500	22,915
010	Cañería para vapor, agua y condensación	27,500	0	40,000	35,047
011	Conexión eléctrica, luz y equipo de control del motor	8,500	0	6,500	9,726
012	Construcción de la central eléctrica	0	60,000	40,000	18,868
013	Preparación de lugar, chapía, nivelación Equipo para las basas y construcción Planchas para el piso	0	30,000	40,000	13,208
		<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>
	SUBTOTAL	226,700	99,800	211,050	285,351
	Flete y seguros	19,270	3,992		20,023
	Cargos por importación e impuestos de aduana		84,106		15,869
	Supervisión y dirección	34,242	75,618		48,510
	Comisiones	8,561	22,685		12,841
	Gastos generales y ganancia de los contratista	34,005	46,628		42,803
	Repuestos	6,801			6,801
	Contingencias	22,670	9,980		24,553
		<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>
		125,548	243,009	0	171,399
<b>TOTAL INSTALLED COST -</b>					
	<b>totals in U.S.\$ &amp; Lempira</b>	<b>352,248</b>	<b>L</b>	<b>553,859</b>	
	<b>equivalent total in U.S.\$ only</b>				<b>456,750</b>
	<b>equivalent total in Lempira only</b>				<b>2,420,774</b>

**ANEXO 3, PARTE H**

**COSTO ESTIMADO: Operacion Y Mantenimiento**  
**BASE DE DISEÑO DEL SISTEMA: Bajo Capital, Red Conectada**  
**TAMAÑO DEL ASERRADERO: Pequeño**

**MANO DE OBRA :**

<u>Discripcion del Trabajo</u>	<u>Salarios Promedio (Lps./año)</u>	<u>No. Total</u>	<u>Requerido Costo Anual (Lps)</u>
Capataz de la central eléctrica			0
Supervisor de turno/operador de turbina	7,500	3	22,500
Operador de caldera	5,000	3	15,000
Mecánico/Ayudante de electricista	3,750	1	3,750
Operador de equipo	6,250	1	6,250
Asistente para el combustible	2,500	7	17,500
<b>TOTALS</b>		<b>15</b>	<b>65,000</b>

**Notas :**

1. Se ha asumido que un camión o elevador de carga será necesario para llevar los residuos del aserradero a la central eléctrica. En algunos lugares los residuos son actualmente transportados a un basurero por lo que el operador extra para este equipo no será necesario.

2. Los asistentes del combustible trabajan en pares para alimentar la caldera y otro para trabajar con el operador del equipo.

**SUMINISTROS DE OPERACION:**

1. Tratamiento de alimentación de agua -	estimada @	12,000
2. Lubricación y suministros misceláneos -	estimada @	5,000
<b>TOTAL COSTOS ANUALES DE OPERACION (Lempira)</b>		<b>82,000</b>

**MANTENIMIENTO:**

1. Suministros y equipo -	estimada @	20,000
2. Mano de obra -	estimada @	7,000
<b>TOTAL ANUAL DE COSTOS DE MANTENIMIENTO (Lempiras)</b>		<b>27,000</b>

**ANEXO 3, PARTE I**

**COSTO ESTIMADO: Instalacion**  
**BASE DE DISEÑO DEL SISTEMA: ENERGIA EFICIENTE, RED CONECTADA**  
**TAMAÑO DEL ASERRADERO: Grande**

Artículo	DESCRIPCION	EQUIPO		INSTALACION	TOTAL
		Importado (US\$)	Local (Lempira)	(Lempira)	(US\$)
001	26,000 pph, HRT Caldera tipo tubo de humo Presión de diseño, 200 psig además de: a. 10 ga. stl. estuche de la caldera b. Refractario y aislamiento c. Salida de regulador de tiro con operación manual d. Tubo de escape (presión natural) e. Puertas de la chimenea f. Deslizador para alimentación de combustible g. Ventilador de combustión	126,900	4,500	100,000	146,617
002	Conductor de abastecimiento de combustible 12" ancho x 35' largo, tipo aéreo Conductor con deslizador de alimentación interna	3,000	6,850	3,200	4,896
003	Estado de operación de la caldera : a. Válvulas de seguridad b. Válvulas para apagar c. Presión manométrica d. Válvula principal para apagar el vapor e. Válvulas de control y cierre de alimentación de agua f. Columna de agua & tubo indicador g. Válvulas de escape h. Válvulas de drenaje	11,750	0	5,500	12,788
004	Deaerating Feedwater Heater - Spray type deaerator w/2000 gal. horizontal storage tank, operating trim and structural steel supports	28,000	0	10,000	0
005	Bombas de alimentación de agua (2) 30 gpm por 475' TDH bombas centrífugas c/w motor eléctrico, platos de apoyo, con uniones y defensas	2,500	0	2,100	2,896
006	Regulador de alimentación de agua	2,000	0	1,000	2,189
007	Generador sincronizado de 825 KW, tres fases, 440v completado con: a. Turbina de vapor con presión trasera b. Tren de engranaje para las velocidades c. Regulador automático de velocidad d. Bomba de pozo de aceite e. Bomba de aceite auxiliar f. Plato base de acero estructural	125,000	0	55,000	135,377
008	Panel de control de generador c/w Equipo de sincronización, metros,	50,000	0	13,500	52,547

máquina auxiliar					
009	Surface Condenser - Water cooled, shell and tube type heat exchanger, c/w air ejectors, hot well, operating trim and structural steel supports	65,000	0	20,000	68,774
010	Cooling Tower - Forced draft type, packaged cooling tower c/w basin, fan(s), and operating trim	30,000	0	7,000	31,321
011	Condensate Pumps - (2), centrifugal pumps c/w electric motor drives, baseplates couplings and guards	7,000	0	5,000	7,943
012	Cooling Water Pumps - (2), centrifugal pumps c/w electric motor drives, baseplates couplings and guards	13,000	0	6,000	14,132
013	Cañería para vapor, agua y condensación	54,000	0	78,000	68,717
014	Conección eléctrica, luz y equipo de control del motor	20,000	0	18,000	23,396
015	Construcción de la central eléctrica	0	60,000	40,000	18,868
016	Preparación de lugar, chapia, nivelación Equipo para las basas y construcción Planchas para el piso	0	30,000	40,000	13,208
	<b>SUBTOTAL</b>	<u>538,150</u>	<u>101,350</u>	<u>404,300</u>	<u>633,556</u>
	Flete y seguros	45,743	4,054		46,508
	Cargos por importación e impuestos de aduana		199,654		37,671
	Supervisión y dirección	76,027	167,892		107,704
	Comisiones	19,007	50,368		28,510
	Gastos generales y ganancia de los contratista	80,723	75,848		95,033
	Repuestos	16,145			16,145
	Contingencias	53,815	10,135		55,727
		<u>291,458</u>	<u>507,950</u>	<u>0</u>	<u>387,298</u>
<b>TOTAL INSTALLED COST -</b>					
	<b>totals in U.S.\$ &amp; Lempira</b>	<b>\$ 829,608</b>	<b>L 1,013,600</b>		
	<b>equivalent total in U.S.\$ only</b>				<b>1,020,853</b>
	<b>equivalent total in Lempira only</b>				<b>5,410,523</b>

26

**ANEXO 3, PARTE J**

**COSTO ESTIMADO: OPERACION Y MANTENIMIENTO**  
**BASE DE DISEÑO DEL SISTEMA: Energia Eficiente, Red Conectada**  
**TAMAÑO DEL ASERRADERO: Grande**

**MANO DE OBRA :**

<u>Descripcion del Trabajo</u>	<u>Salarios Promedio (Lps./año)</u>	<u>No. Total</u>	<u>Requerido Costo Anual (Lps)</u>
Capataz de la central eléctrica			0
Supervisor de turno/operador de turbina	7,500	3	22,500
Operador de caldera	5,000	3	15,000
Mecánico/Ayudante de electricista	3,750	1	3,750
Operador de equipo	6,250	1	6,250
Asistente para el combustible	2,500	16	40,000
<b>TOTALS</b>		<b>24</b>	<b>87,500</b>

**Notas :**

1. Se ha asumido que un camión o elevador de carga será necesario para llevar los residuos del aserradero a la central eléctrica. En algunos lugares los residuos son actualmente transportados a un basurero por lo que el operador extra para este equipo no será necesario.

2. Los asistentes del combustible trabajan en pares para alimentar la caldera y otro para trabajar con el operador del equipo.

**SUMINISTROS DE OPERACION:**

1. Tratamiento de alimentación de agua -	estimada @	23,000
2. Lubricación y suministros misceláneos -	estimada @	5,000
<b>TOTAL COSTOS ANUALES DE OPERACION (Lempira)</b>		<b>115,500</b>

**MANTENIMIENTO:**

1. Suministros y equipo -	estimada @	45,000
2. Mano de obra -	estimada @	7,000
<b>TOTAL ANUAL DE COSTOS DE MANTENIMIENTO (Lempiras)</b>		<b>52,000</b>

81

**ANEXO 3, PARTE K**

**COSTO ESTIMADO: Instalacion**  
**BASE DE DISEÑO DEL SISTEMA: Energia Eficiente, Red Conectada**  
**TAMAÑO DEL ASERRADERO: Pequeño**

Artículo	DESCRIPCION	EQUIPO		INSTALACION	TOTAL
		Importado (US\$)	Local (Lempira)	(Lempira)	(US\$)
001	9,750 pph, HRT Caldera tipo tubo de humo Presión de diseño, 200 psig además de: a. 10 ga. stl. estuche de la caldera b. Refractario y aislamiento c. Salida de regulador de tiro con operación manual d. Tubo de escape (presión natural) e. Puertas de la chimenea f. Deslisador para alimentación de combustible g. Ventilador de combustión	52,500	1,900	43,000	60,972
002	Conductor de abastecimiento de combustible 12" ancho x 35' largo, tipo aéreo Conductor con deslisador de alimentación interna	3,000	6,850	3,200	4,896
003	Estado de operación de la caldera : a. Válvulas de seguridad b. Válvulas para apagar c. Presión manométrica d. Válvula principal para apagar el vapor e. Válvulas de control y cierre de alimentación de agua f. Columna de agua & tubo indicador g. Válvulas de escape & Válvulas de drenaje	6,500	0	3,500	7,160
004	Deaerating Feedwater Heater - Spray type deaerator w/ 750 gal. horizontal storage tank, operating trim and structural steel supports	15,000	0	5,000	0
005	Bombas de alimentación de agua (2) 30 gpm por 475' TDH bombas centrífugas c/w motor eléctrico, platos de apoyo, con uniones y defensas	1,100	0	900	1,270
006	Regulador de alimentación de agua	1,000	0	600	1,113
007	Generador sincronizado de 325 KW, tres fases, 440v completado con: a. Turbina de vapor con presión trasera b. Tren de engranaje para las velocidades c. Regulador automático de velocidad d. Bomba de pozo de aceite e. Bomba de aceite auxiliar f. Plato base de acero estructural	92,000	0	26,000	96,906
008	Panel de control de generador c/w Equipo de sincronización, metros, máquina auxiliar	28,000	0	6,500	29,226

009	Surface Condenser - Water cooled, shell and tube type heat exchanger, c/w air ejectors, hot well, operating trim and structural steel supports	36,000	0	10,000	37,887
010	Cooling Tower - Forced draft type, packaged cooling tower c/w basin, fan(s), and operating trim	17,000	0	3,500	17,660
011	Condensate Pumps - (2), centrifugal pumps c/w electric motor drives, baseplates couplings and guards	4,000	0	2,500	4,472
012	Cooling Water Pumps - (2), centrifugal pumps c/w electric motor drives, baseplates couplings and guards	7,500	0	3,000	8,066
013	Cañería para vapor, agua y condensación	29,000	0	36,000	35,792
014	Conexión eléctrica, luz y equipo de control del motor	11,000	0	9,000	12,698
015	Construcción de la central eléctrica	0	60,000	40,000	18,868
016	Preparación de lugar, chapía, nivelación Equipo para las basas y construcción Planchas para el piso	0	30,000	40,000	13,208
	<b>SUBTOTAL</b>				
		<u>303,600</u>	<u>98,750</u>	<u>232,700</u>	<u>366,138</u>

Flete y seguros	25,806	3,950		26,551
Cargos por importación e impuestos de aduana		112,636		21,252
Supervisión y dirección	43,937	67,027		62,243
Comisiones	10,984	29,108		16,476
Gastos generales y ganancia de los contratista	45,540	49,718		54,921
Repuestos	9,108			9,108
Contingencias	30,360	9,875		32,223
	<u>165,735</u>	<u>302,313</u>	<u>0</u>	<u>222,775</u>

**TOTAL COSTOS DE INSTALACION -**

<b>totals in U.S.\$ &amp; Lempira</b>	<b>\$ 469,335</b>	<b>L 633,763</b>		
<b>equivalent total in U.S.\$ only</b>				<b>588,913</b>
<b>equivalent total in Lempira only</b>				<b>3,121,236</b>

89

**ANEXO 3, PARTE L**

**COSTO ESTIMADO: Operacion Y Mantenimiento**  
**BASE DE DISEÑO DEL SISTEMA: Energia Eficiente, Red Conectada**  
**TAMAÑO DEL ASERRADERO: Pequeño**

**MANO DE OBRA :**

<u>Discripcion del Trabajo</u>	<u>Salarios Promedio (Lps./año)</u>	<u>No. Total</u>	<u>Requerido Costo Anual (Lps)</u>
Capataz de la central eléctrica			0
Supervisor de turno/operador de turbina	7,500	3	22,500
Operador de caldera	5,000	3	15,000
Mecánico/Ayudante de electricista	3,750	1	3,750
Operador de equipo	6,250	1	6,250
Asistente para el combustible	2,500	7	17,500
<b>TOTALS</b>		<b>15</b>	<b>65,000</b>

**Notas :**

1. Se ha asumido que un camión o elevador de carga será necesario para llevar los residuos del aserradero a la central eléctrica. En algunos lugares los residuos son actualmenta trasportados a un basurero por lo que el operador extra para este equipo no será necesario.

2. Los asistentes del combustible trabajan en pares para alimentar la caldera y otro para trabajar con el operador del equipo.

**SUMINISTROS DE OPERACION:**

1. Tratamiento de alimentación de agua -	estimada @	9,000
2. Lubricación y suministros misceláneos -	estimada @	5,000
<b>TOTAL COSTOS ANUALES DE OPERACION (Lempira)</b>		<b>79,000</b>

**MANTENIMIENTO:**

1. Suministros y equipo -	estimada @	25,000
2. Mano de obra -	estimada @	7,000
<b>TOTAL ANUAL DE COSTOS DE MANTENIMIENTO (Lempiras)</b>		<b>32,000</b>

**Note: Currency exchange rate used in these calculations: U.S. \$1.00 = 5.30 Lempiras**

90

**ANEXO 4**  
**Análisis Detallados de Proformas**

**Lista de Enunciados Incluidos**

<b>Configuracion del Sistema</b>			
<b>Aserradero</b>	<b>Tamaño del Diseño del Sistema</b>	<b>Generacion De Energia</b>	<b>Paginas</b>
Grande	Bajo Capital	Autosuficiencia	1.1 – 1.5
Grande	Bajo Capital	Venta de Energia	2.1 – 2.5
Grande	Energia Eficiente	Venta de Energia	3.1 - 3.5
Pequeño	Bajo Capital	Autosuficiencia	4.1 – 4.5
Pequeño	Bajo Capital	Venta de Energia	5.1 – 5.5
Pequeño	Energia Eficiente	Venta de Energia	6.1 – 6.5

**WINROCK INTERNACIONAL: ENUNCIADOS DE LA PROFORMA**  
**ASERRADERO GRANDE, BAJO CAPITAL, AUTOSUFICIENCIA DE ELECTRICIDAD**

**PAGINA 1.1**

**PROFORMA DE INGRESOS Y CAPITAL**

(El primer año de operación da inicio el 1 de enero)

	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
<b>ENTRADAS/AHORROS (000 Lps.)</b>											
=====											
VENTA DE ENERGIA ELECTRICA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
COMPRA INNECESARIA DE DIESEL	391	469	562	675	810	972	1,166	1,399	1,679	2,015	2,418
O&M DE DIESEL INNECESARIA	85	102	122	147	176	212	254	305	365	439	526
=====											
***** TOTAL DE ENTRADAS	476	571	685	822	986	1,183	1,420	1,704	2,045	2,454	2,945
<b>GASTOS (000 Lps.)</b>											
=====											
COMPRA COMBUSTIBLE DE BIOMASA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MANO DE OBRA, OPERACIONES	73	88	105	126	151	182	218	262	314	377	452
REPARACIONES Y MANTENIMIENTO	35	42	50	60	73	87	105	125	150	181	217
ELIMINACION DE CENIZAS Y RESIDUOS	20	24	29	35	41	50	60	72	86	103	124
IMPUESTOS PROPIEDADES Y SEGUROS	20	22	24	27	31	35	40	46	53	62	72
GENERAL Y ADMINISTRATIVOS	5	6	7	9	10	12	15	18	21	26	31
=====											
***** TOTAL GASTOS ANTES DE PAGAR DEUDA	153	182	216	257	307	366	427	522	625	748	895
***** BENEFICIO NETO DE OPERACION DE PRE-DEUDA	323	389	469	565	680	818	983	1,182	1,420	1,706	2,049
AMORTIZACIONES A DEUDA DEL PROYECTO (000 Lps.)	0	806	866	932	1,004	1,084	0	0	0	0	0
=====											
***** DINERO EN CAJA DISPONIBLE (000 Lps.)	323	(417)	(397)	(367)	(324)	(266)	983	1,182	1,420	1,706	2,049
-----											
***** RELACION DE COBERTURA DE LA DEUDA/ALQUILER	NA	0.48	0.54	0.61	0.68	NA	NA	NA	NA	NA	NA
-----											

22

**WINROCK INTERNACIONAL: ENUNCIADOS DE LA PROFORMA**  
**ASERRADERO GRANDE, BAJO CAPITAL, AUTOSUFICIENCIA DE ELECTRICIDAD**

**RESUMEN GENERAL DEL PROYECTO**

COSTOS Y VALOR DEL SISTEMA, MONEDA LOCAL	PARAMETROS DE OPERACION DEL SISTEMA DE COGENERACION
Costo Instalación de Facilidades 2,595 Lps x 000	Promedio Uso de Combustible 12.25 mmBtu/hr
Total Costo de Capital 3,010 Lps x 000	Promedio de Capacidad, Bruta 61 kW
Costo Inicial de Combustible 0.000 Lps/kWh	Promedio de Carga en Lugar 61 kW
Costo Inicial de O&M 0.348 Lps/kWh	Promedio de Ventas 0 kW
NPV del Proyecto (pre-deuda, 15% DR) 3,919 Lps x 000	
COSTOS Y VALOR DEL SISTEMA EXPRESADO EN DOLARES	
Costo Instalación de Facilidades 490 \$s x 000	Tarifa Termica, Promedio 198,423 Btu/kWh
Total Costo de Capital 568 \$s x 000	Pico, con Aserradero 125,531 Btu/kWh
Costo Inicial de Combustible 0.000 \$/kWh	Pico, sin Aserradero 343,538 Btu/kWh
Costo Inicial de O&M 0.060 \$/kWh	Período Bajo de Producción 343,538 Btu/kWh
VAN del Proyecto (pre-deuda, 15% DR) 739 \$s x 000	
RENDIMIENTOS DE LA INVERSION	
Retorno de la Inversión 5.7 años	Horas de Funcionamiento-año 1 7,201
Pre-impuestos Tasa Interna de Retorno 21.7%	Horas de Funcionamiento-año 2 7,201
	Uso de Vapor para Secado 422 lb/hr

INFORMACION POR PERIODO DE TIEMPO	Horas Disponi- /Año bilidad	Horas Año 1	Horas Año 2	Venta kW	Combustible BDT/h	Recibidos Lempira/kWh	
Pico con Aserradero	2,000	97.6%	1,951	1,951	0	1.05	0.31
Pico sin Aserradero	2,745	77.7%	2,132	2,132	0	0.54	0.31
Periodo Bajo de Produccion	4,015	77.7%	3,118	3,118	0	0.54	0.31

*FB*

**WINROCK INTERNACIONAL: ENUNCIADOS DE LA PROFORMA**  
**ASERRADERO GRANDE, BAJO CAPITAL, AUTOSUFICIENCIA DE ELECTRICIDAD**

**PAGINA 1.3**

**INGRESOS Y GASTOS DEL PROYECTO**

	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
<b>ENTRADAS/AHORROS DEL PROYECTO (Lpsx000/año)</b> =====											
FACTOR DE CAPACIDAD ANUAL DEL SISTEMA	82.2%	82.2%	82.2%	82.2%	82.2%	82.2%	82.2%	82.2%	82.2%	82.2%	82.2%
PRODUCCION META DE ENERGIA ELECTRICA (MkWh/año)	440	440	440	440	440	440	440	440	440	440	440
PRECIO DE ELECTRICIDAD PICO (Lps/kWh)	0.31	0.37	0.45	0.54	0.64	0.77	0.93	1.11	1.33	1.60	1.92
PRECIO DE ELECTRICIDAD USO BAJO (Lps/kWh)	0.31	0.37	0.45	0.54	0.64	0.77	0.93	1.11	1.33	1.60	1.92
DIESEL INNECESARIO (gal/año)	46,899	46,899	46,899	46,899	46,899	46,899	46,899	46,899	46,899	46,899	46,899
PRECIO DEL DIESEL (Lempira/gal)	8.33	9.99	11.99	14.39	17.27	20.72	24.87	29.84	35.81	42.97	51.56
O&M Y DEPRECIACION ANUAL DE DIESEL	85	102	122	147	176	212	254	305	365	439	526
<b>GASTOS DE OPERACION DEL PROYECTO (Lpsx000/año)</b> =====											
CONSUMO DE RESIDUOS (1000 ton/año)	4.88	4.88	4.88	4.88	4.88	4.88	4.88	4.88	4.88	4.88	4.88
COSTO DE RESIDUOS (Lps/ton)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
AUMENTO DE PRECIO DE RESIDUOS	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
MANO DE OBRA PERSONAL: 24	73	88	105	126	151	182	218	262	314	377	452
REPARACION Y MANTENIMIENTO	35	42	50	60	73	87	105	125	150	181	217
SUMINISTRO PARA OPERACION	20	24	29	35	41	50	60	72	86	103	124
GENERAL Y ADMINISTRATIVO, MISCELANEO	5	6	7	9	10	12	15	18	21	26	31
SEGUROS	10	12	14	17	21	25	30	36	43	52	62
IMPUESTOS PROPIEDADES	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
<b>SUPOSICIONES FINANCIERAS</b> =====											
TASA DE INFLACION GENERAL	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
TASA DE INFLACION INTERNA DE ENERGIA	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
LEMPIRA A \$ TASA DE CONVERSION	5.83	6.41	7.05	7.76	8.54	9.39	10.33	11.36	12.50	13.75	15.12

94

**WINROCK INTERNACIONAL: ENUNCIADOS DE LA PROFORMA** **PAGINA 1.4**  
**ASERRADERO GRANDE, BAJO CAPITAL, AUTOSUFICIENCIA DE ELECTRICIDAD**

**COSTO DE CAPITAL Y FINANCIAMIENTO DEL PROYECTO**

COSTOS DE CAPITAL REQUERIDOS =====	\$s x 000 Lps x 000 =====		PARAMETROS PARA FINANCIAMIENTO DE CONSTRUCCION =====	
Equipo Incluyendo Repuestos	298	104	Tasa de Interés en Construcciones	12.00%
Gastos de Importación e Impuestos		105	Estipendio de Fondos Comprometidos	1.0%
Construcción		244	Construcción/Inicio (Meses)	4.0
Ingeniería y Supervisión	79	144	Fecha Financiamiento del Proyecto	Jan-91
Inesperados, Período Inicial	37	38	Fecha de Inicio del Proyecto	Jan-92
Intereses y Estipendios de Construcción	23	60		
	=====	=====		
<b>CAPITAL TOTAL, CADA MONEDA</b>	<b>437</b>	<b>695</b>		
<b>TOTAL CAPITAL, AMBAS MONEDAS</b>	<b>568</b>	<b>3,010</b>	(1 \$ = 5.30 Lps. (1991))	

CRONOGRAMA DE PAGOS	BASES	TASA	TERMINO	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Deuda \$	349	12.0%	5	0	93	93	93	93	93	0	0	0	0	0
Deuda Lps	556	28.0%	5	0	208	208	208	208	208	0	0	0	0	0
Total Deuda en mLeiras				0	806	866	932	1,004	1,084	0	0	0	0	0

**CRONOGRAMA DE RESIDUOS**

Efectivo Disponible para Distribución, Lpsx000				323	(417)	(397)	(367)	(324)	(266)	983	1,182	1,420	1,706	2,049
			porcentaje equidad											
Distribuciones Hondurenas, Lpsx000	50.0%	139		161	(208)	(198)	(183)	(162)	(133)	492	591	710	853	1,025
Distribuciones Inter., \$sx000	50.0%	87		28	(33)	(28)	(24)	(19)	(14)	48	52	57	62	68



**WINROCK INTERNACIONAL: ENUNCIADOS DE LA PROFORMA  
ASERRADERO GRANDE, BAJO CAPITAL, VENTA DE ENERGIA**

PAGINA 2.1

**PROFORMA DE INGRESOS Y CAPITAL**

(El primer año de operación da inicio el 1 de enero)

	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
<b>ENTRADAS/AHORROS (000 Lps.)</b>											
=====											
VENTA DE ENERGIA ELECTRICA	531	637	764	917	1,100	1,320	1,584	1,901	2,281	2,738	3,285
COMPRA INNECESARIA DE DIESEL	391	469	562	675	810	972	1,166	1,399	1,679	2,015	2,418
O&M DE DIESEL INNECESARIA	65	102	122	147	176	212	254	305	365	439	526
***** TOTAL DE ENTRADAS	1,006	1,207	1,449	1,739	2,086	2,504	3,004	3,605	4,326	5,192	6,230
<b>GASTOS (000 Lps.)</b>											
=====											
COMPRA COMBUSTIBLE DE BIOMASA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MANO DE OBRA, OPERACIONES	98	118	142	170	204	245	294	352	423	507	609
REPARACIONES Y MANTENIMIENTO	47	57	68	82	98	117	141	169	203	244	292
ELIMINACION DE CENIZAS Y RESIDUOS	39	47	57	68	82	98	117	141	169	203	243
IMPUESTOS PROPIEDADES Y SEGUROS	20	22	24	27	31	35	40	46	53	62	72
GENERAL Y ADMINISTRATIVOS	5	6	7	9	10	12	15	18	21	26	31
***** TOTAL GASTOS ANTES DE PAGAR DEUDA	210	250	298	355	424	507	607	726	869	1,041	1,247
***** BENEFICIO NETO DE OPERACION DE PRE-DEUDA	796	958	1,151	1,383	1,662	1,996	2,398	2,879	3,457	4,151	4,983
AMORTIZACIONES A DEUDA DEL PROYECTO (000 Lps.)	0	1,155	1,244	1,342	1,449	1,567	0	0	0	0	0
***** DINERO EN CAJA DISPONIBLE (000 Lps.)	796	(197)	(93)	42	213	429	2,398	2,879	3,457	4,151	4,983
***** RELACION DE COBERTURA DE LA DEUDA/ALQUILER	NA	0.83	0.93	1.03	1.15	NA	NA	NA	NA	NA	NA

21

**WINROCK INTERNACIONAL: ENUNCIADOS DE LA PROFORMA  
ASERRADERO GRANDE, BAJO CAPITAL, VENTA DE ENERGIA**

PAGINA 2.2

**RESUMEN GENERAL DEL PROYECTO**

**COSTOS Y VALOR DEL SISTEMA, MONEDA LOCAL**

Costo Instalación de Facilidades	3,735 Lps x 000
Total Costo de Capital	4,330 Lps x 000
Costo Inicial de Combustible	0.000 Lps/kWh
Costo Inicial de O&M	0.098 Lps/kWh
NPV del Proyecto (pre-deuda, 15% DR)	9,576 Lps x 000

**COSTOS Y VALOR DEL SISTEMA EXPRESADO EN DOLARES**

Costo Instalación de Facilidades	705 \$s x 000
Total Costo de Capital	817 \$s x 000
Costo Inicial de Combustible	0.000 \$/kWh
Costo Inicial de O&M	0.017 \$/kWh
VAN del Proyecto (pre-deuda, 15% DR)	1,807 \$s x 000

**RENDIMIENTOS DE LA INVERSION**

Retorno de la Inversión	4.0 años
Pre-impuestos Tasa Interna de Retorno	53.4%

**PARAMETROS DE OPERACION DEL SISTEMA DE COGENERACION**

Promedio Uso de Combustible	34.36 mmBtu/hr
Promedio de Capacidad, Bruta	298 kW
Promedio de Carga en Lugar	61 kW
Promedio de Ventas	237 kW

Tarifa Termica, Promedio	114,697 Btu/kWh
Pico, con Aserradero	101,693 Btu/kWh
Pico, sin Aserradero	111,496 Btu/kWh
Período Bajo de Producción	138,131 Btu/kWh

Horas de Funcionamiento-año 1	7,201
Horas de Funcionamiento-año 2	7,201

Uso de Vapor para Secado	422 lb/hr
--------------------------	-----------

**INFORMACION POR PERIODO DE TIEMPO**

	Horas Disponi- /Año bilidad	Horas Año 1	Horas Año 2	Venta kW	Combustible BDT/h	Recibidos Lempira/kWh	
Pico con Aserradero	2,000	97.6%	1,951	1,951	298	2.53	0.31
Pico sin Aserradero	2,745	77.7%	2,132	2,132	293	2.02	0.31
Período Bajo de Produccion	4,015	77.7%	3,118	3,118	158	1.43	0.31

*SP*

**WINROCK INTERNACIONAL: ENUNCIADOS DE LA PROFORMA  
ASERRADERO GRANDE, BAJO CAPITAL, VENTA DE ENERGIA**

**INGRESOS Y GASTOS DEL PROYECTO**

	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
ENTRADAS/AHORROS DEL PROYECTO (Lpsx000/año)											
=====											
FACTOR DE CAPACIDAD ANUAL DEL SISTEMA	82.2%	82.2%	82.2%	82.2%	82.2%	82.2%	82.2%	82.2%	82.2%	82.2%	82.2%
PRODUCCION NETA DE ENERGIA ELECTRICA (MkWh/año)	2,149	2,149	2,149	2,149	2,149	2,149	2,149	2,149	2,149	2,149	2,149
PRECIO DE ELECTRICIDAD PICO (Lps/kWh)	0.31	0.37	0.45	0.54	0.64	0.77	0.93	1.11	1.33	1.60	1.92
PRECIO DE ELECTRICIDAD USO BAJO (Lps/kWh)	0.31	0.37	0.45	0.54	0.64	0.77	0.93	1.11	1.33	1.60	1.92
DIESEL INNECESARIO (gal/año)	46,899	46,899	46,899	46,899	46,899	46,899	46,899	46,899	46,899	46,899	46,899
PRECIO DEL DIESEL (Lempira/gal)	8.33	9.99	11.99	14.39	17.27	20.72	24.87	29.84	35.81	42.97	51.56
O&M Y DEPRECIACION ANUAL DE DIESEL	85	102	122	147	176	212	254	305	365	439	526
GASTOS DE OPERACION DEL PROYECTO (Lpsx000/ano)											
=====											
CONSUMO DE RESIDUOS (1000 ton/año)	13.70	13.70	13.70	13.70	13.70	13.70	13.70	13.70	13.70	13.70	13.70
COSTO DE RESIDUOS (Lps/ton)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
AUMENTO DE PRECIO DE RESIDUOS	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
MANO DE OBRA PERSONAL: 24	98	118	142	170	204	245	294	352	423	507	609
REPARACION Y MANTENIMIENTO	47	57	68	82	98	117	141	169	203	244	292
SUMINISTRO PARA OPERACION	39	47	57	68	82	98	117	141	169	203	243
GENERAL Y ADMINISTRATIVO, MISCELANEO	5	6	7	9	10	12	15	18	21	26	31
SEGUROS	10	12	14	17	21	25	30	36	43	52	62
IMPUESTOS PROPIEDADES	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
SUPOSICIONES FINANCIERAS											
=====											
TASA DE INFLACION GENERAL	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
TASA DE INFLACION INTERNA DE ENERGIA	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
LEMPIRA A \$ TASA DE CONVERSION	5.83	6.41	7.05	7.76	8.54	9.39	10.33	11.36	12.50	13.75	15.12

**WINROCK INTERNACIONAL: ENUNCIADOS DE LA PROFORMA  
ASERRADERO GRANDE, BAJO CAPITAL, VENTA DE ENERGIA**

**PAGINA 2.4**

**COSTO DE CAPITAL Y FINANCIAMIENTO DEL PROYECTO**

COSTOS DE CAPITAL REQUERIDOS =====	\$s x 000	Lps x 000	PARAMETROS PARA FINANCIAMIENTO DE CONSTRUCCION =====	
Equipo Incluyendo Repuestos	442	107	Tasa de Interés en Construcciones	12.00%
Gastos de Importación e Impuestos		156	Estipendio de Fondos Comprometidos	1.0%
Construcción		346	Construcción/Inicio (Trimestres)	4.0
Ingeniería y Supervisión	117	152	Fecha Financiamiento del Proyecto	Jan-91
Inesperados, Período Inicial	54	51	Fecha de Inicio del Proyecto	Jan-92
Intereses y Estipendios de Construcción	34	77		
	=====	=====		
<b>CAPITAL TOTAL, CADA MONEDA</b>	<b>649</b>	<b>889</b>		
<b>TOTAL CAPITAL, AMBAS MONEDAS</b>	<b>817</b>	<b>4,330</b>	<b>(1 \$ = 5.30 Lps. (1991))</b>	

CRONOGRAMA DE PAGOS	BASES	TASA	TERMINO	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Deuda \$	519	12.0%	5	0	139	139	139	139	139	0	0	0	0	0
Deuda Lps	711	28.0%	5	0	266	266	266	266	266	0	0	0	0	0
Total Deuda en mLempiras				0	1,155	1,244	1,342	1,449	1,567	0	0	0	0	0

**CRONOGRAMA DE RESIDUOS**

Efectivo Disponible para Distribución, Lpsx000				796	(197)	(93)	42	213	429	2,398	2,879	3,457	4,151	4,983
	porcentaje equidad													
Distribuciones Hondurenas, Lpsx000	50.0%	178		398	(99)	(46)	21	106	215	1,199	1,440	1,729	2,075	2,491
Distribuciones Inter., \$sx000	50.0%	130		68	(15)	(7)	3	12	23	116	127	138	151	165

100

**WINROCK INTERNACIONAL: ENUNCIADOS DE LA PROFORMA      PAGINA 2.5**  
**ASERRADERO GRANDE, BAJO CAPITAL, VENTA DE ENERGIA**

**RESUMEN DE RENDIMIENTOS ANUALES DEL SISTEMA**

HORAS POR MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Interrupción Programada	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112
Interrupción Inesperada	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Total de Operación	614	542	614	590	614	590	614	614	590	614	590	614
<b>PRODUCCION BRUTA DE ELECTRICIDAD (kW)</b>												
Período Pico, con Aserr.	448	448	448	448	448	448	448	448	448	448	448	448
Período Pico, sin Aserr.	326	326	326	326	326	326	326	326	326	326	326	326
Período Bajo, sin Aserr.	186	186	186	186	186	186	186	185	186	186	186	186
<b>ASERRADERO, HORNO Y CARGA DE LA ESTACION (kW)</b>												
Período Pico, con Aserr.	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
Período Pico, sin Aserr.	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
Período Bajo, sin Aserr.	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
<b>VENTA DE ENERGIA ELECTRICA (kW)</b>												
Período Pico, con Aserr.	298	298	298	298	298	298	298	298	298	298	298	298
Período Pico, sin Aserr.	298	298	298	298	298	298	298	298	298	298	298	298
Período Bajo, sin Aserr.	158	158	158	158	158	158	158	158	158	158	158	158
<b>CONSUMO DE COMBUSTIBLE(T/h)      9030 Btu/lb      0.13 BDT/hr Secado      422 lb/hr uso de vapor para secado</b>												
Período Pico, con Aserr.	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53
Período Pico, sin Aserr.	2.02	2.02	2.02	2.02	2.02	2.02	2.02	2.02	2.02	2.02	2.02	2.02
Período Bajo, sin Aserr.	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43

121

**WINROCK INTERNACIONAL: ENUNCIADOS DE LA PROFORMA  
ASERRADERO GRANDE, ENERGIA EFICIENTE, VENTA DE ENERGIA**

**PAGINA 3.1**

**PROFORMA DE INGRESOS Y CAPITAL**

(El primer año de operación da inicio el 1 de enero)

	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
<b>ENTRADAS/AHORROS (000 Lps.)</b>											
=====											
VENTA DE ENERGIA ELECTRICA	1,033	1,240	1,488	1,785	2,142	2,571	3,085	3,702	4,442	5,331	6,397
COMPRA INNECESARIA DE DIESEL	391	469	562	675	810	972	1,166	1,399	1,679	2,015	2,418
O&M DE DIESEL INNECESARIA	85	102	122	147	176	212	254	305	365	439	526
=====											
***** TOTAL DE ENTRADAS	1,509	1,811	2,173	2,607	3,129	3,754	4,505	5,406	6,487	7,785	9,342
<b>GASTOS (000 Lps.)</b>											
=====											
COMPRA COMBUSTIBLE DE BIOMASA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MANO DE OBRA, OPERACIONES	98	118	142	170	204	245	294	352	423	507	609
REPARACIONES Y MANTENIMIENTO	58	70	84	100	120	144	173	208	249	299	359
ELIMINACION DE CENIZAS Y RESIDUOS	31	37	45	54	64	77	93	111	133	160	192
IMPUESTOS PROPIEDADES Y SEGUROS	20	22	24	27	31	35	40	46	53	62	72
GENERAL Y ADMINISTRATIVOS	5	6	7	9	10	12	15	18	21	26	31
=====											
***** TOTAL GASTOS ANTES DE PAGAR DEUDA	212	253	301	360	429	513	614	735	890	1,054	1,263
***** BENEFICIO NETO DE OPERACION DE PRE-DEUDA	1,296	1,558	1,871	2,248	2,699	3,241	3,891	4,671	5,608	6,731	8,079
AMORTIZACIONES A DEUDA DEL PROYECTO (000 Lps.)	0	1,517	1,636	1,768	1,913	2,072	0	0	0	0	0
=====											
***** DINERO EN CAJA DISPONIBLE (000 Lps.)	1,296	41	235	480	786	1,168	3,891	4,671	5,608	6,731	8,079
***** RELACION DE COBERTURA DE LA DEUDA/ALQUILER	NA	1.03	1.14	1.27	1.41	NA	NA	NA	NA	NA	NA

107

**RESUMEN GENERAL DEL PROYECTO**

**COSTOS Y VALOR DEL SISTEMA, MONEDA LOCAL**

Costo Instalación de Facilidades	4,918 Lps x 000
Total Costo de Capital	5,702 Lps x 000
Costo Inicial de Combustible	0.000 Lps/kWh
Costo Inicial de O&M	0.056 Lps/kWh
NPV del Proyecto (pre-deuda, 15% DR)	15,548 Lps x 000

**COSTOS Y VALOR DEL SISTEMA EXPRESADO EN DOLARES**

Costo Instalación de Facilidades	928 \$s x 000
Total Costo de Capital	1,076 \$s x 000
Costo Inicial de Combustible	0.000 \$/kWh
Costo Inicial de O&M	0.010 \$/kWh
VAN del Proyecto (pre-deuda, 15% DR)	2,934 \$s x 000

**RENDIMIENTOS DE LA INVERSIÓN**

Retorno de la Inversión	3.4 años
Pre-impuestos Tasa Interna de Retorno	75.3%

**PARAMETROS DE OPERACION DEL SISTEMA DE COGENERACION**

Promedio Uso de Combustible	34.43 mmBtu/hr
Promedio de Capacidad, Bruta	530 kW
Promedio de Carga en Lugar	68 kW
Promedio de Ventas	462 kW

Tarifa Termica, Promedio	64,703 Btu/kWh
Pico, con Aserradero	59,694 Btu/kWh
Pico, sin Aserradero	63,022 Btu/kWh
Período Bajo de Producción	73,540 Btu/kWh

Horas de Funcionamiento-año 1	7,201
Horas de Funcionamiento-año 2	7,201

Uso de Vapor para Secado	422 lb/hr
--------------------------	-----------

**INFORMACION POR PERIODO DE TIEMPO**

	Horas Disponi- /Año bilidad	Horas Año 1	Horas Año 2	Venta kW	Combustible BDT/h	Recibidos Lempira/kWh	
Pico con Aserradero	2,000	97.6%	1,951	1,951	580	2.45	0.31
Pico sin Aserradero	2,745	77.7%	2,132	2,132	580	2.15	0.31
Período Bajo de Produccion	4,015	77.7%	3,118	3,118	308	1.40	0.31

**WINROCK INTERNACIONAL: ENUNCIADOS DE LA PROFORMA**  
**ASERRADERO GRANDE, ENERGIA EFICIENTE, VENTA DE ENERGIA**

**PAGINA 3.3**

<b>INGRESOS Y GASTOS DEL PROYECTO</b>											
	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
<b>ENTRADAS/AHORROS DEL PROYECTO (Lpsx000/año)</b>											
=====											
FACTOR DE CAPACIDAD ANUAL DEL SISTEMA	82.2%	82.2%	82.2%	82.2%	82.2%	82.2%	82.2%	82.2%	82.2%	82.2%	82.2%
PRODUCCION META DE ENERGIA ELECTRICA (MkWh/año)	3,817	3,817	3,817	3,817	3,817	3,817	3,817	3,817	3,817	3,817	3,817
PRECIO DE ELECTRICIDAD PICO (Lps/kWh)	0.31	0.37	0.45	0.54	0.64	0.77	0.93	1.11	1.33	1.60	1.92
PRECIO DE ELECTRICIDAD USO BAJO (Lps/kWh)	0.31	0.37	0.45	0.54	0.64	0.77	0.93	1.11	1.33	1.60	1.92
DIESEL INNECESARIO (gal/año)	46,899	46,899	46,899	46,899	46,899	46,899	46,899	46,899	46,899	46,899	46,899
PRECIO DEL DIESEL (Lempira/gal)	8.33	9.99	11.99	14.39	17.27	20.72	24.87	29.84	35.81	42.97	51.56
O&M Y DEPRECIACION ANUAL DE DIESEL	85	102	122	147	176	212	254	305	365	439	526
<b>GASTOS DE OPERACION DEL PROYECTO (Lpsx000/año)</b>											
=====											
CONSUMO DE RESIDUOS (1000 ton/año)	13.73	13.73	13.73	13.73	13.73	13.73	13.73	13.73	13.73	13.73	13.73
COSTO DE RESIDUOS (Lps/ton)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
AUMENTO DE PRECIO DE RESIDUOS	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
MANO DE OBRA PERSONAL: 24	98	118	142	170	204	245	294	352	423	507	609
REPARACION Y MANTENIMIENTO	58	70	84	100	120	144	173	208	249	299	359
SUMINISTRO PARA OPERACION	31	37	45	54	64	77	93	111	133	160	192
GENERAL Y ADMINISTRATIVO, MISCELANEO	5	6	7	9	10	12	15	18	21	26	31
SEGUROS	10	12	14	17	21	25	30	36	43	52	62
IMPUESTOS PROPIEDADES	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
<b>SUPOSICIONES FINANCIERAS</b>											
=====											
TASA DE INFLACION GENERAL	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
TASA DE INFLACION INTERNA DE ENERGIA	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
LEMPIRA A \$ TASA DE CONVERSION	5.83	6.41	7.05	7.75	8.54	9.39	10.33	11.36	12.50	13.75	15.12

104

**WINROCK INTERNACIONAL: ENUNCIADOS DE LA PROFORMA**  
**ASERRADERO GRANDE, ENERGIA EFICIENTE, VENTA DE ENERGIA**

PAGINA 3.4

**COSTO DE CAPITAL Y FINANCIAMIENTO DEL PROYECTO**

COSTOS DE CAPITAL REQUERIDOS	\$s x 000 Lps x 000		PARAMETROS PARA FINANCIAMIENTO DE CONSTRUCCION	
=====	=====	=====	=====	
Equipo Incluyendo Repuestos	600	105	Tasa de Interés en Construcciones	12.00%
Gastos de Importación e Impuestos		211	Estipendio de Fondos Comprometidos	1.0%
Construcción		404	Construcción/Inicio (Trimestres)	4.0
Ingeniería y Supervisión	155	191	Fecha Financiamiento del Proyecto	Jan-91
Inesperados, Período Inicial	73	63	Fecha de Inicio del Proyecto	Jan-92
Intereses y Estipendios de Construcción	46	93		
	=====	=====		
CAPITAL TOTAL, CADA MONEDA	875	1,067		
TOTAL CAPITAL, AMBAS MONEDAS	1,076	5,702	(1 \$ = 5.30 Lps. (1991))	

CRONOGRAMA DE PAGOS	BASES	TASA	TERMINO	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Deuda \$	700	12.0%	5	0	187	187	187	187	187	0	0	0	0	0
Deuda Lps	853	28.0%	5	0	319	319	319	319	319	0	0	0	0	0
Total Deuda en mLempiras				0	1,517	1,636	1,768	1,913	2,072	0	0	0	0	0

CRONOGRAMA DE RESIDUOS

Efectivo Disponible para Distribución, Lpsx000	1,296	41	235	480	786	1,168	3,891	4,671	5,608	6,731	8,079		
	porcentaje equidad												
Distribuciones Hondurenas, Lpsx000	50.0%	213	648	21	117	240	393	584	1,946	2,336	2,804	3,366	4,040
Distribuciones Inter., \$sx000	50.0%	175	111	3	17	31	46	62	188	206	224	245	267

**WINROCK INTERNACIONAL: ENUNCIADOS DE LA PROFORMA PAGINA 3.5**  
**ASERRADERO GRANDE, ENERGIA EFICIENTE, VENTA DE ENERGIA**

**RESUMEN DE RENDIMIENTOS ANUALES DEL SISTEMA**

HORAS POR MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Interrupción Programada	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112
Interrupción Inesperada	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Total de Operación	614	542	614	590	614	590	614	614	590	614	590	614
<b>PRODUCCION BRUTA DE ELECTRICIDAD (kW)</b>												
Período Pico, con Aserr.	739	739	739	739	739	739	739	739	739	739	739	739
Período Pico, sin Aserr.	614	614	614	614	614	614	614	614	614	614	614	614
Período Bajo, sin Aserr.	342	342	342	342	342	342	342	342	342	342	342	342
<b>ASSERRADERO, HORNO Y CARGA DE LA ESTACION (kW)</b>												
Período Pico, sin Aserr.	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159
Período Pico, sin Aserr.	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34
Período Bajo, sin Aserr.	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34
<b>VENTA DE ENERGIA ELECTRICA (kW)</b>												
Período Pico, con Aserr.	580	580	580	580	580	580	580	580	580	580	580	580
Período Pico, sin Aserr.	580	580	580	580	580	580	580	580	580	580	580	580
Período Bajo, sin Aserr.	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308
<b>CONSUMO DE COMBUSTIBLE(T/h)</b>												
	9030 Btu/lb		0.13 BDT/hr Secado				422 lb/hr uso de vapor para secado					
Período Pico, con Aserr.	2.45	2.45	2.45	2.45	2.45	2.45	2.45	2.45	2.45	2.45	2.45	2.45
Período Pico, sin Aserr.	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15
Período Bajo, sin Aserr.	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40

106

**WINROCK INTERNACIONAL: ENUNCIADOS DE LA PROFORMA** **PAGINA 4.1**  
**ASERRADERO PEQUENO, BAJO CAPITAL, AUTOSUFICIENCIA DE ELECTRICIDAD**

**PROFORMA DE INGRESOS Y CAPITAL**

(El primer año de operación da inicio el 1 de enero)

	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
<b>ENTRADAS/AHORROS (000 Lps.)</b>											
=====											
VENTA DE ENERGIA ELECTRICA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
COMPRA INNECESARIA DE DIESEL	271	325	390	468	561	673	808	970	1,164	1,397	1,676
O&M DE DIESEL INNECESARIA	75	90	108	130	156	187	224	269	322	387	464
=====											
<b>***** TOTAL DE ENTRADAS</b>	<b>346</b>	<b>415</b>	<b>498</b>	<b>597</b>	<b>717</b>	<b>860</b>	<b>1,032</b>	<b>1,239</b>	<b>1,486</b>	<b>1,784</b>	<b>2,140</b>
<b>GASTOS (000 Lps.)</b>											
=====											
COMPRA COMBUSTIBLE DE BIOMASA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MANO DE OBRA, OPERACIONES	65	78	94	112	135	162	194	233	279	335	402
REPARACIONES Y MANTENIMIENTO	25	30	36	43	52	62	75	90	107	129	155
ELIMINACION DE CENIZAS Y RESIDUOS	15	18	22	26	31	37	45	54	64	77	93
IMPUESTOS PROPIEDADES Y SEGUROS	10	11	12	14	15	17	20	23	26	31	36
GENERAL Y ADMINISTRATIVOS	3	4	4	5	6	7	9	11	13	15	19
=====											
<b>***** TOTAL GASTOS ANTES DE PAGAR DEUDA</b>	<b>118</b>	<b>141</b>	<b>168</b>	<b>200</b>	<b>239</b>	<b>286</b>	<b>342</b>	<b>410</b>	<b>491</b>	<b>588</b>	<b>705</b>
<b>***** BENEFICIO NETO DE OPERACION DE PRE-DEUDA</b>	<b>228</b>	<b>274</b>	<b>330</b>	<b>397</b>	<b>477</b>	<b>574</b>	<b>690</b>	<b>829</b>	<b>995</b>	<b>1,195</b>	<b>1,436</b>
<b>AMORTIZACIONES A DEUDA DEL PROYECTO (000 Lps.)</b>	<b>0</b>	<b>645</b>	<b>692</b>	<b>744</b>	<b>802</b>	<b>865</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
=====											
<b>***** DINERO EN CAJA DISPONIBLE (000 Lps.)</b>	<b>228</b>	<b>(370)</b>	<b>(362)</b>	<b>(347)</b>	<b>(324)</b>	<b>(291)</b>	<b>690</b>	<b>829</b>	<b>995</b>	<b>1,195</b>	<b>1,436</b>
=====											
<b>***** RELACION DE COBERTURA DE LA DEUDA/ALQUILER</b>	<b>NA</b>	<b>0.43</b>	<b>0.48</b>	<b>0.53</b>	<b>0.60</b>	<b>NA</b>	<b>NA</b>	<b>NA</b>	<b>NA</b>	<b>NA</b>	<b>NA</b>
=====											

107

**WINROCK INTERNACIONAL: ENUNCIADOS DE LA PROFORMA** **PAGINA 4.2**  
**ASERRADERO PEQUENO, BAJO CAPITAL, AUTOSUFICIENCIA DE ELECTRICIDAD**

**RESUMEN GENERAL DEL PROYECTO**

**COSTOS Y VALOR DEL SISTEMA, MONEDA LOCAL**

Costo Instalación de Facilidades	2,075 Lps x 000
Total Costo de Capital	2,406 Lps x 000
Costo Inicial de Combustible	0.000 Lps/kWh
Costo Inicial de O&M	0.443 Lps/kWh
NPV del Proyecto (pre-deuda, 15% DR)	2,752 Lps x 000

**COSTOS Y VALOR DEL SISTEMA EXPRESADO EN DOLARES**

Costo Instalación de Facilidades	392 \$s x 000
Total Costo de Capital	454 \$s x 000
Costo Inicial de Combustible	0.000 \$/kWh
Costo Inicial de O&M	0.076 \$/kWh
VAN del Proyecto (pre-deuda, 15% DR)	519 \$s x 000

**RENDIMIENTOS DE LA INVERSION**

Retorno de la Inversión	6.2 años
Pre-impuestos Tasa Interna de Retorno	16.7%

**PARAMETROS DE OPERACION DEL SISTEMA DE COGENERACION**

Promedio Uso de Combustible	7.00 mmBtu/hr
Promedio de Capacidad, Bruta	37 kW
Promedio de Carga en Lugar	37 kW
Promedio de Ventas	0 kW

Tarifa Termica, Promedio	187,929 Btu/kWh
Pico, con Aserradero	118,172 Btu/kWh
Pico, sin Aserradero	371,243 Btu/kWh
Período Bajo de Producción	371,243 Btu/kWh

Horas de Funcionamiento-año 1	7,201
Horas de Funcionamiento-año 2	7,201

Uso de Vapor para Secado	422 lb/hr
--------------------------	-----------

**INFORMACION POR PERIODO DE TIEMPO**

	Horas Disponi- /Año bilidad	Horas Año 1	Horas Año 2	Venta kW	Combustible BDT/h	Recibidos Lempira/kWh	
Pico con Aserradero	2,000	97.6%	1,951	1,951	0	0.65	0.31
Pico sin Aserradero	2,745	77.7%	2,132	2,132	0	0.29	0.31
Período Bajo de Produccion	4,015	77.7%	3,118	3,118	0	0.29	0.31

103

**WINROCK INTERNACIONAL: ENUNCIADOS DE LA PROFORMA** **PAGINA 4.3**  
**ASERRADERO PEQUENO, BAJO CAPITAL, AUTOSUFICIENCIA DE ELECTRICIDAD**

**INGRESOS Y GASTOS DEL PROYECTO**

	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
<b>ENTRADAS/AHORROS DEL PROYECTO (Lpsx000/año)</b> =====											
FACTOR DE CAPACIDAD ANUAL DEL SISTEMA	82.2%	82.2%	82.2%	82.2%	82.2%	82.2%	82.2%	82.2%	82.2%	82.2%	82.2%
PRODUCCION NETA DE ENERGIA ELECTRICA (MkWh/año)	267	267	267	267	267	267	267	267	267	267	267
PRECIO DE ELECTRICIDAD PICO (Lps/kWh)	0.31	0.37	0.45	0.54	0.64	0.77	0.93	1.11	1.33	1.60	1.92
PRECIO DE ELECTRICIDAD USO BAJO (Lps/kWh)	0.31	0.37	0.45	0.54	0.64	0.77	0.93	1.11	1.33	1.60	1.92
DIESEL INNECESARIO (gal/año)	32,500	32,500	32,500	32,500	32,500	32,500	32,500	32,500	32,500	32,500	32,500
PRECIO DEL DIESEL (Lempira/gal)	8.33	9.99	11.99	14.39	17.27	20.72	24.87	29.84	35.81	42.97	51.56
O&M Y DEPRECIACION ANUAL DE DIESEL	75	90	108	130	156	187	224	269	322	387	464
<b>GASTOS DE OPERACION DEL PROYECTO (Lpsx000/año)</b> =====											
CONSUMO DE RESIDUOS (1000 ton/año)	2.79	2.79	2.79	2.79	2.79	2.79	2.79	2.79	2.79	2.79	2.79
COSTO DE RESIDUOS (Lps/ton)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
AUMENTO DE PRECIO DE RESIDUOS	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
MANO DE OBRA PERSONAL: 24	65	78	94	112	135	162	194	233	279	335	402
REPARACION Y MANTENIMIENTO	25	30	36	43	52	62	75	90	107	129	155
SUMINISTRO PARA OPERACION	15	18	22	26	31	37	45	54	64	77	93
GENERAL Y ADMINISTRATIVO, MISCELANEO	3	4	4	5	6	7	9	11	13	15	19
SEGUROS	5	6	7	9	10	12	15	18	21	26	31
IMPUESTOS PROPIEDADES	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
<b>SUPOSICIONES FINANCIERAS</b> =====											
TASA DE INFLACION GENERAL	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
TASA DE INFLACION INTERNA DE ENERGIA	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
LEMPIRA A \$ TASA DE CONVERSION	5.83	6.41	7.05	7.76	8.54	9.39	10.33	11.36	12.50	13.75	15.12

104

**WINROCK INTERNACIONAL: ENUNCIADOS DE LA PROFORMA** **PAGINA 4.4**  
**ASERRADERO PEQUENO, BAJO CAPITAL, AUTOSUFICIENCIA DE ELECTRICIDAD**

**COSTO DE CAPITAL Y FINANCIAMIENTO DEL PROYECTO**

COSTOS DE CAPITAL REQUERIDOS	\$s x 000 Lps x 000		PARAMETROS PARA FINANCIAMIENTO DE CONSTRUCCION	
=====	=====	=====	=====	=====
Equipo Incluyendo Repuestos	236	104	Tasa de Interes en Construcciones	12.00%
Gastos de Importación e Impuestos		90	Estipendo de Fondos Comprometidos	1.0%
Construcción		202	Construcción/Inicio (Trimestres)	4.0
Ingerieria y Supervision	64	89	Fecha Financiamiento del Proyecto	Jan-91
Inesperados, Período Inicial	29	32	Fecha de Inicio del Proyecto	Jan-92
Intereses y Estipendios de Construcción	18	49		
	=====	=====		
<b>CAPITAL TOTAL, CADA MONEDA</b>	<b>347</b>	<b>566</b>		
<b>TOTAL CAPITAL, AMBAS MONEDAS</b>	<b>454</b>	<b>2,406</b>	<b>(1 \$ = 5.30 Lps. (1991))</b>	

CRONOGRAMA DE PAGOS	BASES	TASA	TERMINO	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Deuda \$	278	12.0%	5	0	74	74	74	74	74	0	0	0	0	0
Deuda Lps	453	28.0%	5	0	169	169	169	169	169	0	0	0	0	0
Total Deuda en mLempiras				0	645	692	744	802	865	0	0	0	0	0

**CRONOGRAMA DE RESIDUOS**

Efectivo Disponible para Distribucion, Lpsx000				228	(370)	(362)	(347)	(324)	(291)	690	829	995	1,195	1,436
			porcentaje equidad											
Distribuciones Hondurenas, Lpsx000	50.0%	113		114	(185)	(181)	(174)	(162)	(146)	345	414	498	598	718
Distribuciones Inter., \$sx000	50.0%	69		20	(29)	(26)	(22)	(19)	(16)	33	36	40	43	47

110

**WINROCK INTERNACIONAL: ENUNCIADOS DE LA PROFORMA PAGINA 4.5**  
**ASERRADERO PEQUENO, BAJO CAPITAL, AUTOSUFICIENCIA DE ELECTRICIDAD**

**RESUMEN DE RENDIMIENTOS ANUALES DEL SISTEMA**

HORAS POR MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Interrupción Programada	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112
Interrupción Inesperada	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Total de Operación	614	542	614	590	614	590	614	614	590	614	590	614
<b>PRODUCCION BRUTA DE ELECTRICIDAD (kW)</b>												
Período Pico, con Aserr.	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99
Período Pico, sin Aserr.	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
Período Bajo, sin Aserr.	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
<b>ASSERRADERO, HORNO Y CARGA DE LA ESTACION (kW)</b>												
Período Pico, con Aserr.	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99
Período Pico, sin Aserr.	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
Período Bajo, sin Aserr.	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
<b>VENTA DE ENERGIA ELECTRICA (kW)</b>												
Período Pico, con Aserr.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Período Pico, sin Aserr.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Período Bajo, sin Aserr.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>CONSUMO DE COMBUSTIBLE(T/h)</b>												
	9030 Btu/lb		0.04 BDT/hr Secado			422 lb/hr uso de vapor para secado						
Período Pico, con Aserr.	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65
Período Pico, sin Aserr.	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29
Período Bajo, sin Aserr.	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0

///

**WINROCK INTERNACIONAL: ENUNCIADOS DE LA PROFORMA  
ASERRADERO PEQUENO, BAJO CAPITAL, VENTA DE ENERGIA**

**PAGINA 5.1**

**PROFORMA DE INGRESOS Y CAPITAL**

(El primer año de operación da inicio el 1 de enero)

	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
<b>ENTRADAS/AHORROS (000 Lps.)</b>											
=====											
VENTA DE ENERGIA ELECTRICA	132	158	189	227	273	327	393	471	566	679	814
COMPRA INNECESARIA DE DIESEL	271	325	390	468	561	673	808	970	1,164	1,397	1,676
O&M DE DIESEL INNECESARIA	75	90	108	130	156	187	224	269	322	387	464
=====											
***** TOTAL DE ENTRADAS	477	573	687	825	990	1,187	1,425	1,710	2,052	2,462	2,955
<b>GASTOS (000 Lps.)</b>											
=====											
COMPRA COMBUSTIBLE DE BIOMASA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MANO DE OBRA, OPERACIONES	73	88	105	126	151	182	218	262	314	377	452
REPARACIONES Y MANTENIMIENTO	27	32	39	47	56	67	81	97	116	139	167
ELIMINACION DE CENIZAS Y RESIDUOS	17	20	24	29	35	42	51	61	73	88	105
IMPUESTOS PROPIEDADES Y SEGUROS	14	15	17	19	22	24	28	32	37	43	50
GENERAL Y ADMINISTRATIVOS	3	4	4	5	6	7	9	11	13	15	19
=====											
***** TOTAL GASTOS ANTES DE PAGAR DEUDA	134	159	190	226	270	323	386	462	553	662	793
<b>***** BENEFICIO NETO DE OPERACION DE PRE-DEUDA</b>	343	413	497	598	719	864	1,039	1,248	1,499	1,800	2,161
<b>AMORTIZACIONES A DEUDA DEL PROYECTO (000 Lps.)</b>	0	683	734	790	851	919	0	0	0	0	0
=====											
***** DINERO EN CAJA DISPONIBLE (000 Lps.)	343	(270)	(237)	(192)	(132)	(55)	1,039	1,248	1,499	1,800	2,161
=====											
***** RELACION DE COBERTURA DE LA DEUDA/ALQUILER	NA	0.61	0.68	0.76	0.64	NA	NA	NA	NA	NA	NA
=====											

112

**RESUMEN GENERAL DEL PROYECTO**

COSTOS Y VALOR DEL SISTEMA, MONEDA LOCAL		PARAMETROS DE OPERACION DEL SISTEMA DE COGENERACION					
Costo Instalación de Facilidades	2,200 Lps x 000	Promedio Uso de Combustible	11.68 mmBtu/hr				
Total Costo de Capital	2,552 Lps x 000	Promedio de Capacidad, Bruta	96 kW				
Costo Inicial de Combustible	0.000 Lps/kWh	Promedio de Carga en Lugar	37 kW				
Costo Inicial de O&M	0.194 Lps/kWh	Promedio de Ventas	59 kW				
NPV del Proyecto (pre-deuda, 15% DR)	4,145 Lps x 000						
COSTOS Y VALOR DEL SISTEMA EXPRESADO EN DOLARES		Tarifa Termica, Promedio	121,443 Btu/kWh				
Costo Instalación de Facilidades	415 \$s x 000	Pico, con Aserradero	101,030 Btu/kWh				
Total Costo de Capital	481 \$s x 000	Pico, sin Aserradero	124,734 Btu/kWh				
Costo Inicial de Combustible	0.000 \$/kWh	Período Bajo de Producción	159,400 Btu/kWh				
Costo Inicial de O&M	0.033 \$/kWh						
VAN del Proyecto (pre-deuda, 15% DR)	782 \$s x 000	Horas de Funcionamiento-año 1	7,201				
		Horas de Funcionamiento-año 2	7,201				
RENDIMIENTOS DE LA INVERSION		Uso de Vapor para Secado	422 lb/hr				
Retorno de la Inversión	5.0 anos						
Pre-impuestos Tasa Interna de Retorno	32.2%						
INFORMACION POR PERIODO DE TIEMPO	Horas Disponi- /Ano bilidad	Horas Ano 1	Horas Ano 2	Venta kW	Combustible BDT/h	Recibidos Lempira/kWh	
Pico con Aserradero	2,000	97.6%	1,951	1,951	74	0.97	0.31
Pico sin Aserradero	2,745	77.7%	2,132	2,132	74	0.61	0.31
Período Bajo de Produccion	4,015	77.7%	3,118	3,118	39	0.47	0.31

**WINROCK INTERNACIONAL: ENUNCIADOS DE LA PROFORMA  
ASERRADERO PEQUENO, BAJO CAPITAL, VENTA DE ENERGIA**

**PAGINA 5.3**

**INGRESOS Y GASTOS DEL PROYECTO**

	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
ENTRADAS/AHORROS DEL PROYECTO (Lpsx000/año)											
=====											
FACTOR DE CAPACIDAD ANUAL DEL SISTEMA	82.2%	82.2%	82.2%	82.2%	82.2%	82.2%	82.2%	82.2%	82.2%	82.2%	82.2%
PRODUCCION NETA DE ENERGIA ELECTRICA (MkWh/año)	690	690	690	690	690	690	690	690	690	690	690
PRECIO DE ELECTRICIDAD PICO (Lps/kWh)	0.31	0.37	0.45	0.54	0.64	0.77	0.93	1.11	1.33	1.60	1.92
PRECIO DE ELECTRICIDAD USO BAJO (Lps/kWh)	0.31	0.37	0.45	0.54	0.64	0.77	0.93	1.11	1.33	1.60	1.92
DIESEL INNECESARIO (gal/año)	32,500	32,500	32,500	32,500	32,500	32,500	32,500	32,500	32,500	32,500	32,500
PRECIO DEL DIESEL (Lempira/gal)	8.33	9.99	11.99	14.39	17.27	20.72	24.87	29.84	35.81	42.97	51.56
O&M Y DEPRECIACION ANUAL DE DIESEL	75	90	108	130	156	187	224	269	322	387	464
GASTOS DE OPERACION DEL PROYECTO (Lpsx000/año)											
=====											
CONSUMO DE RESIDUOS (1000 ton/año)	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66
COSTO DE RESIDUOS (Lps/ton)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
AUMENTO DE PRECIO DE RESIDUOS	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
MANO DE OBRA PERSONAL: 24	73	88	105	126	151	182	218	262	314	377	452
REPARACION Y MANTENIMIENTO	27	32	39	47	56	67	81	97	116	139	167
SUMINISTRO PARA OPERACION	17	20	24	29	35	42	51	61	73	88	105
GENERAL Y ADMINISTRATIVO, MISCELANEO	3	4	4	5	6	7	9	11	13	15	19
SEGUROS	7	8	10	12	15	17	21	25	30	36	43
IMPUESTOS PROPIEDADES	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
SUPOSICIONES FINANCIERAS											
=====											
TASA DE INFLACION GENERAL	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
TASA DE INFLACION INTERNA DE ENERGIA	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
LEMPIRA A \$ TASA DE CONVERSION	5.83	6.41	7.05	7.76	8.54	9.39	10.33	11.36	12.50	13.75	15.12

14

**WINROCK INTERNACIONAL: ENUNCIADOS DE LA PROFORMA  
ASERRADERO PEQUENO, BAJO CAPITAL, VENTA DE ENERGIA**

PAGINA 5.4

**COSTO DE CAPITAL Y FINANCIAMIENTO DEL PROYECTO**

COSTOS DE CAPITAL REQUERIDOS =====	\$s x 000 Lps x 000 =====		PARAMETROS PARA FINANCIAMIENTO DE CONSTRUCCION =====	
Equipo Incluyendo Repuestos	253	104	Tasa de Interes en Construcciones	12.00%
Gastos de Importación e Impuestos		89	Estipendio de Fondos Comprometidos	1.0%
Construcción		211	Construcción/Inicio (Trimestres)	4.0
Ingenieria y Supervisión	68	95	Fecha Financiamiento del Proyecto	Jan-91
Inesperados, Período Inicial	31	34	Fecha de Inicio del Proyecto	Jan-92
Intereses y Estipendios de Construcción	19	51		
	=====	=====		
CAPITAL TOTAL, CADA MONEDA	371	584		
 TOTAL CAPITAL, AMBAS MONEDAS	481	2,552	(1 \$ = 5.30 Lps. (1991))	

CRONOGRAMA DE PAGOS	BASES	TASA	TERMINO	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Deuda \$	297	12.0%	5	0	79	79	79	79	79	0	0	0	0	0
Deuda Lps	467	28.0%	5	0	174	174	174	174	174	0	0	0	0	0
Total Deuda en mLempiras				0	683	734	790	851	919	0	0	0	0	0

CRONOGRAMA DE RESIDUOS

Efectivo Disponible para Distribución, Lpsx000				343	(270)	(237)	(192)	(132)	(55)	1,039	1,248	1,499	1,800	2,161
		porcentaje equidad												
Distribuciones Hondurenas, Lpsx000	50.0%	117		172	(135)	(118)	(96)	(66)	(27)	519	624	749	900	1,081
Distribuciones Inter., \$sx000	50.0%	74		29	(21)	(17)	(12)	(8)	(3)	50	55	60	65	71

**WINROCK INTERNACIONAL: ENUNCIADOS DE LA PROFORMA      PAGINA 5.5**  
**ASERRADERO PEQUENO, BAJO CAPITAL, VENTA DE ENERGIA**

**RESUMEN DE RENDIMIENTOS ANUALES DEL SISTEMA**

HORAS POR MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Interrupción Programada	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112
Interrupción Inesperada	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Total de Operación	614	542	614	590	614	590	614	614	590	614	590	614
<b>PRODUCCION BRUTA DE ELECTRICIDAD (kW)</b>												
Período Pico, con Aserr.	173	173	173	173	173	173	173	173	173	173	173	173
Período Pico, sin Aserr.	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88
Período Bajo, sin Aserr.	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
<b>ASSERRADERO, HORNO Y CARGA DE LA ESTACION (kW)</b>												
Período Pico, con Aserr.	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99
Período Pico, sin Aserr.	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
Período Bajo, sin Aserr.	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
<b>VENTA DE ENERGIA ELECTRICA (kW)</b>												
Período Pico, con Aserr.	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74
Período Pico, sin Aserr.	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74
Período Bajo, sin Aserr.	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39
<b>CONSUMO DE COMBUSTIBLE(T/h)      9030 Btu/lb      0.04 BDT/hr Secado      422 lb/hr uso de vapor para secado</b>												
Período Pico, con Aserr.	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97
Período Pico, sin Aserr.	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61
Período Bajo, sin Aserr.	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47

1/6

**WINROCK INTERNACIONAL: ENUNCIADOS DE LA PROFORMA  
ASERRADERO PEQUENO, ENERGIA EFICIENTE, VENTA DE ENERGIA**

**PAGINA 6.1**

**PROFORMA DE INGRESOS Y CAPITAL**

(El primer año de operación da inicio el 1 de enero)

	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
<b>ENTRADAS/AHORROS (000 Lps.)</b>											
=====											
VENTA DE ENERGIA ELECTRICA	317	380	456	547	656	788	945	1,134	1,361	1,633	1,960
COMPRA INNECESARIA DE DIESEL	271	325	390	468	561	673	808	970	1,164	1,397	1,676
O&M DE DIESEL INNECESARIA	75	90	108	130	156	187	224	269	322	387	464
=====											
***** TOTAL DE ENTRADAS	662	795	954	1,144	1,373	1,648	1,977	2,373	2,847	3,417	4,100
<b>GASTOS (000 Lps.)</b>											
=====											
COMPRA COMBUSTIBLE DE BIOMASA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MANO DE OBRA, OPERACIONES	73	88	105	126	151	182	218	262	314	377	452
REPARACIONES Y MANTENIMIENTO	32	38	46	55	66	80	96	115	138	165	198
ELIMINACION DE CENIZAS Y RESIDUOS	14	17	20	24	29	35	42	50	60	72	87
IMPUESTOS PROPIEDADES Y SEGUROS	14	15	17	19	22	24	28	32	37	43	50
GENERAL Y ADMINISTRATIVOS	3	4	4	5	6	7	9	11	13	15	19
=====											
***** TOTAL GASTOS ANTES DE PAGAR DEUDA	136	162	193	230	274	328	392	469	562	673	806
***** BENEFICIO NETO DE OPERACION DE PRE-DEUDA	526	633	761	914	1,099	1,320	1,585	1,904	2,286	2,744	3,295
AMORTIZACIONES A DEUDA DEL PROYECTO (000 Lps.)	0	878	945	1,020	1,102	1,192	0	0	0	0	0
=====											
***** DINERO EN CAJA DISPONIBLE (000 Lps.)	526	(245)	(184)	(105)	(3)	128	1,585	1,904	2,286	2,744	3,295
***** RELACION DE COBERTURA DE LA DEUDA/ALQUILER	NA	0.72	0.80	0.90	1.00	NA	NA	NA	NA	NA	NA

117.

**WINROCK INTERNACIONAL: ENUNCIADOS DE LA PROFORMA**  
**ASERRADERO PEQUENO, ENERGIA EFICIENTE, VENTA DE ENERGIA**

PAGINA 6.2

**RESUMEN GENERAL DEL PROYECTO**

**COSTOS Y VALOR DEL SISTEMA, MONEDA LOCAL**

Costo Instalación de Facilidades	2,839 Lps x 000
Total Costo de Capital	3,291 Lps x 000
Costo Inicial de Combustible	0.000 Lps/kWh
Costo Inicial de O&M	0.103 Lps/kWh
NPV del Proyecto (pre-deuda, 15% DR)	6,331 Lps x 000

**COSTOS Y VALOR DEL SISTEMA EXPRESADO EN DOLARES**

Costo Instalación de Facilidades	536 \$s x 000
Total Costo de Capital	621 \$s x 000
Costo Inicial de Combustible	0.000 \$/kWh
Costo Inicial de O&M	0.018 \$/kWh
VAN del Proyecto (pre-deuda, 15% DR)	1,194 \$s x 000

**RENDIMIENTOS DE LA INVERSION**

Retorno de la Inversión	4.4 años
Pre-impuestos Tasa Interna de Retorno	42.6%

**PARAMETROS DE OPERACION DEL SISTEMA DE COGENERACION**

Promedio Uso de Combustible	11.69 mmBtu/hr
Promedio de Capacidad, Bruta	183 kW
Promedio de Carga en Lugar	42 kW
Promedio de Ventas	142 kW

Tarifa Termica, Promedio	63,539 Btu/kWh
Pico, con Aserradero	57,258 Btu/kWh
Pico, sin Aserradero	63,323 Btu/kWh
Período Bajo de Producción	73,729 Btu/kWh

Horas de Funcionamiento-año 1	7,201
Horas de Funcionamiento-año 2	7,201

Uso de Vapor para Secado	422 lb/hr
--------------------------	-----------

**INFORMACION POR PERIODO DE TIEMPO**

	Horas Disponi- /Año bilidad	Horas Año 1	Horas Año 2	Venta kW	Combustible BDT/h	Recibidos Lempira/kWh	
Pico con Aserradero	2,000	97.6%	1,951	1,951	178	0.90	0.31
Pico sin Aserradero	2,745	77.7%	2,132	2,132	178	0.69	0.31
Período Bajo de Producción	4,015	77.7%	3,118	3,118	94	0.46	0.31

1/8-

**WINROCK INTERNACIONAL: ENUNCIADOS DE LA PROFORMA**  
**ASERRADERO PEQUENO, ENERGIA EFICIENTE, VENTA DE ENERGIA**

**INGRESOS Y GASTOS DEL PROYECTO**

	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
<b>ENTRADAS/AHORROS DEL PROYECTO (Lpsx000/año)</b> =====											
FACTOR DE CAPACIDAD ANUAL DEL SISTEMA	82.2%	82.2%	82.2%	82.2%	82.2%	82.2%	82.2%	82.2%	82.2%	82.2%	82.2%
PRODUCCION NETA DE ENERGIA ELECTRICA (MkWh/año)	1,319	1,319	1,319	1,319	1,319	1,319	1,319	1,319	1,319	1,319	1,319
PRECIO DE ELECTRICIDAD PICO (Lps/kWh)	0.31	0.37	0.45	0.54	0.64	0.77	0.93	1.11	1.33	1.60	1.92
PRECIO DE ELECTRICIDAD USO BAJO (Lps/kWh)	0.31	0.37	0.45	0.54	0.64	0.77	0.93	1.11	1.33	1.60	1.92
DIESEL INNECESARIO (gal/año)	32,500	32,500	32,500	32,500	32,500	32,500	32,500	32,500	32,500	32,500	32,500
PRECIO DEL DIESEL (Lempira/gal)	8.33	9.99	11.99	14.39	17.27	20.72	24.87	29.84	35.81	42.97	51.56
O&M Y DEPRECIACION ANUAL DE DIESEL	75	90	108	130	156	187	224	269	322	387	464
<b>GASTOS DE OPERACION DEL PROYECTO (Lpsx000/año)</b> =====											
CONSUMO DE RESIDUOS (1000 ton/año)	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66
COSTO DE RESIDUOS (Lps/ton)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
AUMENTO DE PRECIO DE RESIDUOS	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
MANO DE OBRA PERSONAL: 24	73	88	105	126	151	182	218	262	314	377	452
REPARACION Y MANTENIMIENTO	32	38	46	55	66	80	96	115	138	165	198
SUMINISTRO PARA OPERACION	14	17	20	24	29	35	42	50	60	72	87
GENERAL Y ADMINISTRATIVO, MISCELANEO	3	4	4	5	6	7	9	11	13	15	19
SEGUROS	7	8	10	12	15	17	21	25	30	36	43
IMPUESTOS PROPIEDADES	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
<b>SUPOSICIONES FINANCIERAS</b> =====											
TASA DE INFLACION GENERAL	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
TASA DE INFLACION INTERNA DE ENERGIA	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
LEMPIRA A \$ TASA DE CONVERSION	5.83	6.41	7.05	7.76	8.54	9.39	10.33	11.36	12.50	13.75	15.12

119.

**WINROCK INTERNACIONAL: ENUNCIADOS DE LA PROFORMA**  
**ASERRADERO PEQUENO, ENERGIA EFICIENTE, VENTA DE ENERGIA**

PAGINA 6.4

**COSTO DE CAPITAL Y FINANCIAMIENTO DEL PROYECTO**

COSTOS DE CAPITAL REQUERIDOS	\$s x 000    Lps x 000		PARAMETROS PARA FINANCIAMIENTO DE CONSTRUCCION
=====	=====	=====	=====
Equipo Incluyendo Repuestos	339	103	Tasa de Interes en Construcciones
Gastos de Importación e Impuestos		119	Estipendo de Fondos Comprometidos
Construcción		233	Construcción/Inicio (Trimestres)
Ingeniería y Supervisión	89	116	Fecha Financiamiento del Proyecto
Inesperados, Periodo Inicial	41	40	Fecha de inicio del Proyecto
Intereses y Estipendios de	26	58	
Construcción	=====	=====	
<b>CAPITAL TOTAL, CADA MONEDA</b>	<b>495</b>	<b>669</b>	
<b>TOTAL CAPITAL, AMBAS MONEDAS</b>	<b>621</b>	<b>3,291</b>	(1 \$ = 5.30 Lps. (1991))

CRONOGRAMA DE PAGOS	BASES	TASA	TERMINO	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Deuda \$	396	12.0%	5	0	106	106	106	106	106	0	0	0	0	0
Deuda Lps	535	28.0%	5	0	200	200	200	200	200	0	0	0	0	0
Total Deuda en mLempiras				0	878	945	1,020	1,102	1,192	0	0	0	0	0

**CRONOGRAMA DE RESIDUOS**

Efectivo Disponible para Distribución, Lpsx000				526	(245)	(184)	(105)	(3)	128	1,585	1,904	2,286	2,744	3,295
			porcentaje equidad											
Distribuciones Hondurenas, Lpsx000	50.0%	134		263	(122)	(92)	(53)	(2)	64	793	952	1,143	1,372	1,647
Distribuciones Inter., \$sx000	50.0%	99		45	(19)	(13)	(7)	(0)	7	77	84	91	100	109

129

**WINROCK INTERNACIONAL: ENUNCIADOS DE LA PROFORMA PAGINA 6.5**  
**ASERRADERO PEQUENO, ENERGIA EFICIENTE, VENTA DE ENERGIA**

**RESUMEN DE RENDIMIENTOS ANUALES DEL SISTEMA**

HORAS POR MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Interrupción Programada	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112
Interrupción Inesperada	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Total de Operación	614	542	614	590	614	590	614	614	590	614	590	614
<b>PRODUCCION BRUTA DE ELECTRICIDAD (kW)</b>												
Período Pico, con Aserr.	283	283	283	283	283	283	283	283	283	283	283	283
Período Pico, sin Aserr.	196	196	196	196	196	196	196	196	196	196	196	196
Período Bajo, sin Aserr.	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112
<b>ASSERRADERO, HORNO Y CARGA DE LA ESTACION (kW)</b>												
Período Pico, con Aserr.	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105
Período Pico, sin Aserr.	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Período Bajo, sin Aserr.	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
<b>VENTA DE ENERGIA ELECTRICA (kW)</b>												
Período Pico, con Aserr.	178	178	178	178	178	178	178	178	178	178	178	178
Período Pico, sin Aserr.	178	178	178	178	178	178	178	178	178	178	178	178
Período Bajo, sin Aserr.	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94
<b>CONSUMO DE COMBUSTIBLE(T/h)</b>												
	9030 Btu/lb		0.05 BDT/hr Secado			422 lb/hr uso de vapor para secado						
Período Pico, con Aserr.	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Período Pico, sin Aserr.	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69
Período Bajo, sin Aserr.	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46

12/1