

UNIDAD DEMOSTRATIVA DE TECNOLOGIAS ENERGETICAS APROPIADAS PARA EL  
APROVECHAMIENTO DE LA BIOMASA EN EL MEDIO RURAL

AUTORES: F. BENITEZ; A. SAMELA; E. UTGES; H. KEES; H. ZURLO; F. IBARRA; J. POCHEITINO; H. ATRIO.

GRUPO DE INVESTIGACION EN TECNOLOGIAS ENERGETICAS APROPIADAS-GITEA-  
UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL. FACULTAD REGIONAL RESISTENCIA.  
FRENCH 414 RESISTENCIA CHACO- 3500 - RESISTENCIA.

RESUMEN:

Se explican los primeros resultados del funcionamiento de una unidad experimental demostrativa de Tecnologías Energéticas Apropriadas para el Aprovechamiento de la Biomasa en el medio rural.

Dicha unidad cuenta con:

- Un secadero solar de maderas aserradas, con recirculación de aire.
- Hornos transportables para la carbonización de leña con recuperación parcial de subproductos de pirólisis.
- Un sistema de gasificación térmica de finos de carbón vegetal /// (carbonilla), para generación de energía mecánica y eléctrica en el medio rural.

El fin es realizar una explotación racional del bosque en zonas donde no llega energía eléctrica convencional. La misma consistirá en / aprovechar toda la madera aserrable, secándola mediante empleo de la energía solar a fin de mejorar sus cualidades físico-mecánicas, aumentar su valor de comercialización y disminuir costos de fletes.

Con los restos no maderables ( ramas, costaneros, recortes) se producirá carbón, comercializándolo. Los finos de carbón remanente (carbonilla), se gasificarán, generando gas pobre. Con él se accionará el grupo motor-generator que suministrará la energía eléctrica necesaria para el aserradero, ventiladores del secadero y viviendas.

En años anteriores se diseñaron y construyeron las distintas partes/ estudiándolas en detalles y poniéndolas a punto como componentes por separado.

## 1.- INTRODUCCION

La provincia del Chaco, tiene alrededor de 100.000Km<sup>2</sup> de superficie. Más de la tercera parte de su territorio carece de suministro de energía eléctrica de la red.

Esta región cubierta mayormente por montes, tiene escasa población y/ los pocos núcleos poblacionales existentes son pequeños. Las distancias y dificultades en el transporte, así como la falta de energía y/ agua potable, son tal vez los factores determinantes del atraso económico de la región.

Debido a la explotación irracional del monte, solo se extraen los ejemplares elegidos y de ellos solo una parte del material leñoso, generando un gran volumen de residuos forestales. Se calcula que el desperdicio representa más del 65% del material leñoso del árbol.

Con vistas a ampliar las posibilidades productivas de zonas boscosas/ e incultas se propició la creación de una Unidad Demostrativa de Tecnologías Energéticas Apropriadas que tiene como fin potencializar el/ aprovechamiento integral de cada árbol abatido, fundamentalmente en / zonas donde no llega energía eléctrica convencional.

Contar con energía eléctrica en lugares boscosos aislados, provenientes de residuos no maderables y leña, convirtiéndolos en gas pobre, / significa que pueden encararse actividades industriales, como el simple aserraje, trabajos de carpintería, fabricación de briquetas, etc. es decir aprovechar con valor agregado, la mayor parte del material / arbóreo que se abate. Con el fin de mejorar las cualidades físico-mecánicas de las maderas aserradas, aumentar su valor de comercialización y disminuir costos de fletes, hay que secarla previamente.

Sin embargo el secado de la madera es un proceso que requiere mucha / energía, estimada en un 60% al 70% del total de la energía que se utiliza en el proceso completo de la madera.

Con el propósito de disminuir la energía convencional necesaria, se / decidió utilizar la energía solar en el secado de la madera.

Se experimentó con un sistema colector solar externo - cámara de secado cuyas partes pueden funcionar como módulos separados acoplando o / desacoplado las mismas.

La energía eléctrica necesaria para los ventiladores del secadero, // proviene de la gasificación de finos de carbón vegetal a través de su conversión en energía mecánica y eléctrica mediante un sistema generador de gas pobre, (con su instalación de refrigeración y purificación) que alimenta un motor de ciclo Otto acoplado a un generador de corriente alterna trifásica, con una potencia de 40HP.

Los gases de escape del motor de combustión poseen aún energía térmica que es aprovechada de dos maneras: una es la derivación de gases / hacia un intercambiador de calor por el cual atraviesa el aire de recirculación del secadero de maderas, aumentando la temperatura del // mismo en los días de cielo cerrado, cuando la energía solar no es suficiente para el secado. Otra es el secado de la carbonilla que se utilizará luego como combustible en el gasógeno.

La Unidad Demostrativa cuenta también con hornos de carbonización de

leña, transportables (metálicos) y semitransportables con base de mano postera y cuerpo superior metálico. Aunque estos hornos presentan algunas desventajas en cuanto a una producción masiva de carbón vegetal tienen ventajas constructivas, son transportables y el tiempo de carbonización es muy reducido (48 hs.), especialmente la etapa de enfriamiento (10-15 hs), respecto a los hornos convencionales. Parte de los subproductos de pirólisis se recuperan en el proceso.

El carbón obtenido se comercializa y los finos (carbonilla), se utilizan gasificándolos y convirtiéndolos en energía eléctrica, según lo explicado, para su utilización en el aserrado, secado de maderas y viviendas.

Se firmaron convenios de cooperación con empresas del medio interesadas en la concreción del proyecto (UTN - INDUMET S.R.L. - CONSULTORIA GRIMAUX Y ASOC. S.A.T. - COFIRENE \*)

Durante el tiempo que demandó el diseño, construcción y puesta a punto de los diversos equipos e instrumentos de medición y calibración, / el G.I.T.E.A. #, se dividió en pequeños subgrupos que trabajaron en / forma independiente y coordinada.

En fecha reciente, se acoplaron los diversos componentes para trabajar como una unidad demostrativa.

## 2.- SECADERO SOLAR

### 2.1.- DESCRIPCION

Los ensayos se llevaron a cabo con  $0,25m^3$  de madera húmeda, de la especie *Aspidosperma quebrachoblanco* (Schlecht), hasta llegar a la humedad de equilibrio higroscópico correspondiente a la zona de ensayo. El prototipo de colector solar es del tipo de placas planas paralelas, / de cubierta simple. El aire circula impulsado por un ventilador sopla dor e ingresa en un canal compuesto por una placa absorbente, la placa base y las paredes laterales del colector.

El area neta de colección es de  $2,14 m^2$ . Los ensayos de comportamiento del colector solar fueron desarrollados en experiencias previas // ( ref. 1).

La cámara de secado está compuesta de dos partes, la superior que contiene un ventilador centrífugo que mezcla el aire caliente proveniente del colector con el aire que circula en contacto con la madera. La parte inferior está destinada a servir de depósito para la pila de madera a secar y es donde se lleva a cabo la evaporación y extracción / de la humedad. Completan la cámara de secado, derivadores de aire, cañerías de recirculación de aire y compuerta de extracción y renovación del aire saturado de humedad.

La estiba de maderas se montó sobre un carro que permite el ingreso y la extracción del conjunto de maderas en la cámara de secado.

### PRIMEROS RESULTADOS

Cada " corrida" o "cédula" de secado quedó caratulada con la denominación "Lote Nro.x", en las planillas y gráficos correspondientes. Parte de los valores indirectos (principalmente los que se refieren a energía solar) fueron calculados mediante ordenadores electrónicos y

programas desarrollados por el grupo de trabajo (Refs. 2, 3, 4).

La eficiencia de secado se determinó mediante la ecuación mencionada/ en la ref. 6. En dicha ecuación se agregó la energía suministrada por el ventilador interno.

El tiempo de secado con "estufa solar" es muy inferior al secado al / aire libre, (conocido también como "oreado") y alrededor de dos veces mayor que el convencional (esto es, el que se realiza con vapor y aire caliente, obtenidos mediante quema de combustible, ya sean estos / sólidos, líquidos o gases)

En el secado convencional, para este tipo de maderas, el porcentaje / de rechazo es superior al 50%. Hay que resaltar que el secado solar / es menos "agresivo" que el secado convencional, ya que las tensiones/ que se producen durante el día, decrecen por las noches, debido a que las fibras interiores, que retienen mayor porcentaje de agua que las/ exteriores, restablecen el equilibrio por la noche.

El secado solar permite obtener un producto uniforme en lo que respec/ ta a la humedad final, aún partiendo de condiciones iniciales desigua/ les de humedad.

### SISTEMA DE GASIFICACION

Los ensayos de gasificación se hicieron en un gasógeno de tipo ascen-  
dente de un volumen interno de  $0,68m^3$ .

Esta construido de chapa de acero, revestida interiormente con mate-  
rial refractario. La carga del gasógeno descansa sobre una parrilla / de hierro fundido de 30cm de diámetro que está refrigerada por aire / que ingresa al gasógeno por debajo de ella. Otra entrada de aire se-  
cundaria está ubicada por arriba de la parrilla y se emplea para el / encendido de la carbonilla.

El sistema de purificación y enfriamiento del gas producido está cons-  
tituido por un ciclón, ubicado a la salida del gasógeno, cuyo objeti-  
vo es separar partículas sólidas de pequeño tamaño como: restos de //  
carbonilla, cenizas, etc. Del ciclón el gas pasa por un intercambia-  
dor de calor formado por tubos de acero de 1", cuya función es redu-  
cir la temperatura del gas por debajo de los  $100^{\circ}C$ . El agua condensa-  
da y alquitranes, escapan por un orificio ubicado en la base del in-  
tercambiador y los gases son filtrados con aserrín y virutas de made-  
ras alojados en unas cajas especiales ubicadas debajo del intercambia-  
dor de calor. El gas refrigerado y filtrado pasa luego por el separa-  
dor de impurezas por burbujeo en agua donde se eliminan los últimos /  
restos de alquitrán y finalmente a un ciclón que separa partículas só-  
lidas y líquidas, para entrar finalmente al sistema de admisión del /  
motor de combustión interna.

### CARACTERISTICAS TECNICAS DEL GASOGENO

- VOLUMEN INTERNO	$0,68 m^3$
- TIPO DE COMBUSTIBLE	CARBONILLA
- VOLUMEN DE GAS PRODUCIDO	$0,02086 m^3/seg.$ (motor a 3000rpm)
- CONSUMO DE COMBUSTIBLE MAXIMO	$0,028 tu/h.$ (motor a 3000 rpm).

# HORNO PARA CARBONIZACION DE LEÑA CON RECUPERACION PARCIAL DE SUBPRODUCTOS DE PIROLISIS

## DESCRIPCION GENERAL:

Este horno metálico, que está formado por dos cuerpos cilíndricos convenientemente vinculados, de 1,92 m. de diámetro, construídos en chapa de acero común de 1/8" de espesor, el primero de ellos con orificios para encendido y entrada de aire. Estos cuerpos se rematan con tapa cónica, también del mismo material, con una corta chimenea central.

El horno que posee además cuatro chimeneas exteriores, de chapa de // acero Nro. 16 que actúan en diferentes formas según la etapa del proceso. La chimenea central y estas cuatro chimeneas se conectan entre sí mediante un conjunto de caños horizontales que actúan como intercambiadores de calor en la etapa de enfriamiento.

El horno se completa con cajas metálicas ubicadas en la base, destinadas a recoger los condensados de los gases que escapan por las chimeneas.

El tiempo total de hornada es alrededor de 48hs e incluye las etapas de carga, pirólisis, enfriamiento y descarga. En cada hornada se obtienen unos 50Kg. de subproductos de pirólisis en forma de alquitranes y condensados.

En la foto Nro. se aprecia una innovación del mismo que consiste en un cuerpo inferior de mampostería asentada en barro. Esta alternativa de horno mixto, presenta la ventaja de la disminución del costo de construcción del mismo aunque ya no es completamente transportable. Sin embargo la construcción de la base es sencilla y de bajo costo.

## PRIMEROS RESULTADOS Y ANALISIS PRELIMINARES

Ejemplo de un ensayo realizado con recortes de madera de algarrobo // (residuos de aserradero).

PESO DE LA CARGA	Kg.	2.726
HUMEDAD DE LA CARGA	%	50
TIEMPO DE CARBONIZACION	Hs.	34
TIEMPO DE ENFRIAMIENTO	Hs.	15
CANTIDAD DE CONDENSADOS	Lts.	45
CANTIDAD TOTAL DE CARBON	Kg.	679,5
CANTIDAD DE CARBON GRUESO	Kg.	553,5
CANTIDAD DE FINOS (CARBONILLA)	Kg.	126,0
RENDIMIENTO TOTAL	%	24,93
RENDIMIENTO EN CARBON GRUESO	%	20,3
RENDIMIENTO EN CARBONILLA	%	4,6

## ANALISIS DEL CARBON

<u>ANALISIS DEL CARBON</u>		<u>CARBONO FIJO</u>	
HUMEDAD	% 2,80	BASE SECA	% 72,27
CENIZAS	% 3,05	BASE SECA DO AL AIRE	% 69,47
MATERIA VOLATIL	% 24,68		

Uno de los parámetros que más influye en el rendimiento de los hornos de carbonización es la humedad de la leña.

Entre los factores que más afectan el funcionamiento del horno está/ el de la acción del viento, de allí que conviene instalar el horno en un lugar resguardado de la acción de los vientos, por ejemplo en un / claro del bosque.

Este tipo de horno permite un mejor control del proceso de carbonización y una regulación satisfactoria de los tiempos que insumen los // procesos, lo cual permite su funcionamiento en grupo o baterías, economizando personal y aumentando la producción.

#### REFERENCIAS

- 1.- Aeberhard A.F.; Samela A.M. y Benitez F. " Ensayos de un Colector Solar Plano para Calentamiento de aire sin recirculación" G.I.T.E.A. U.T.N. F.R.R.. 1983.-
- 2.- Programa HS.2- "Planilla electrónica para procesamiento de datos" G.I.T.E.A. U.T.N. F.R.R. 1983.
- 3.- Aeberhard A.F., Samela A.M. y Benitez F. "Simulación Numérica de/ un Colector Solar para Calentamiento de aire". G.I.T.E.A. U.T.N. F.R.R. 1983
- 4.- MICROSOFT MULTIPLAN - Texas Instruments Professional Computer- Versión 1.04 Copyright Microsoft. 1981-1982 Texas Instruments.
- 5.- Aeberhard A.F. Desarrollo Experimental, Ensayo y Optimización de/ un sistema de Gasificación Térmica de Finos de Carbón Vegetal // (carbonilla), para generación de energía mecánica y eléctrica en/ el medio rural. G.I.T.E.A. U.T.N. F.R.R. 1.990
- 6.- Aeberhard A.F., Desarrollo Experimental y Ensayo de un Horno para Carbonización de leña con Recuperación parcial de Subproductos de Pirólisis. G.I.T.E.A. U.T.N. F.R.R. .1990

#### NOTAS:

\* Corporación Financiera Nordeste

# Grupo de Investigación en Tecnologías Energéticas Apropriadas.

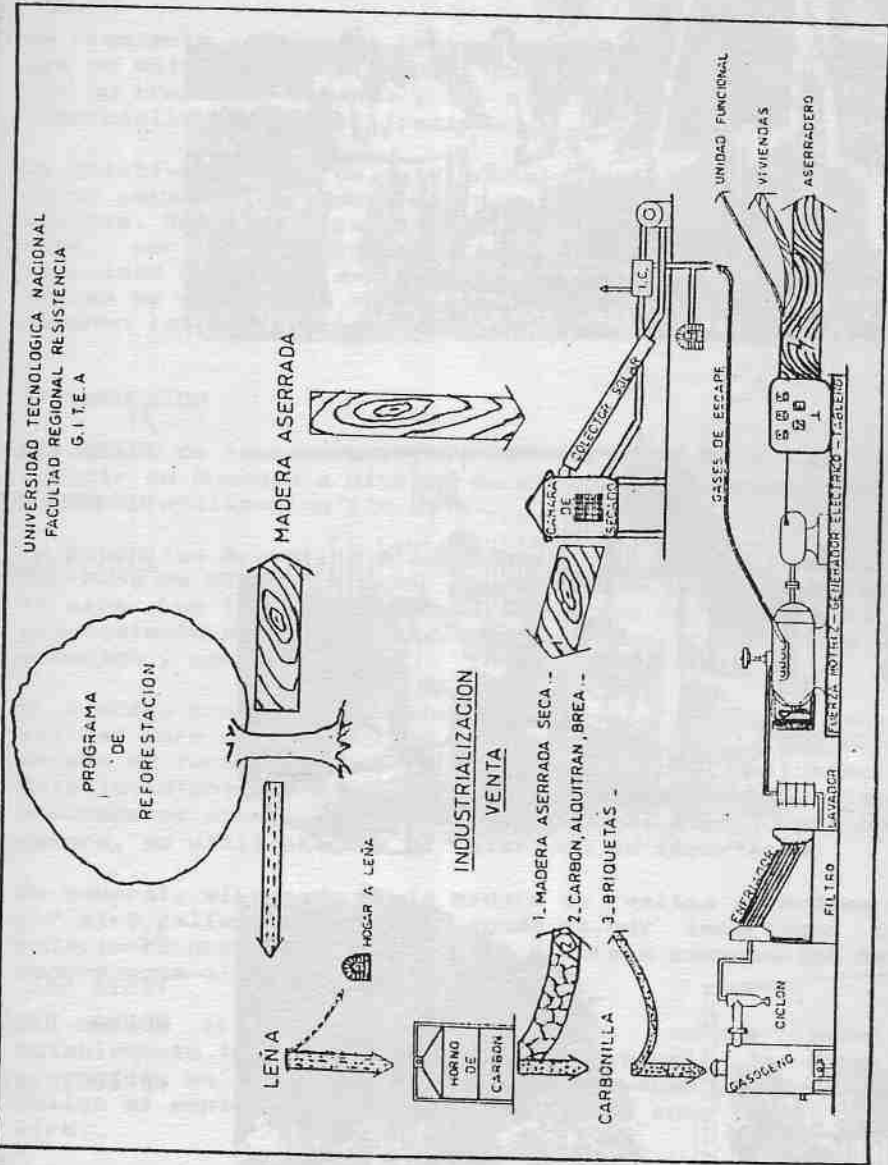
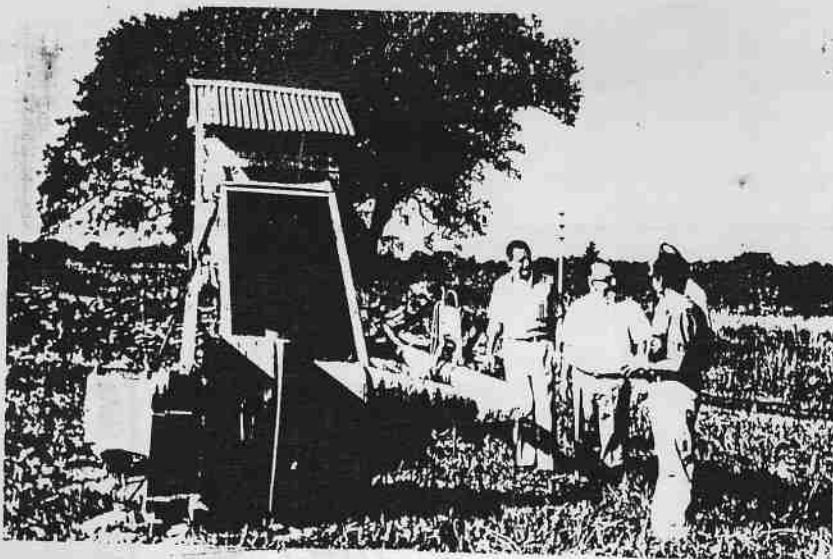
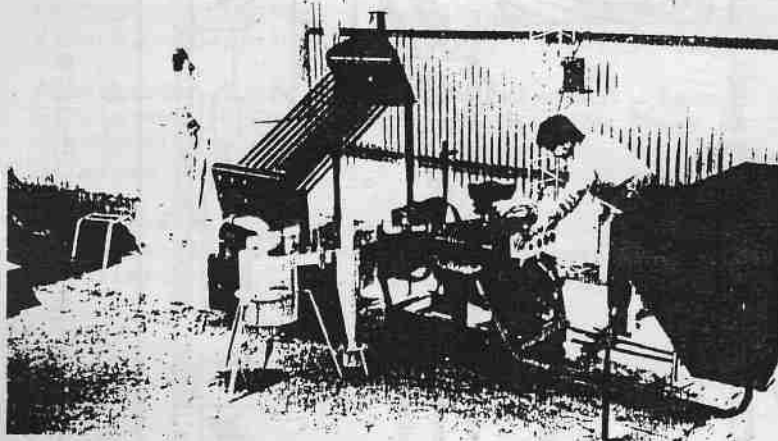


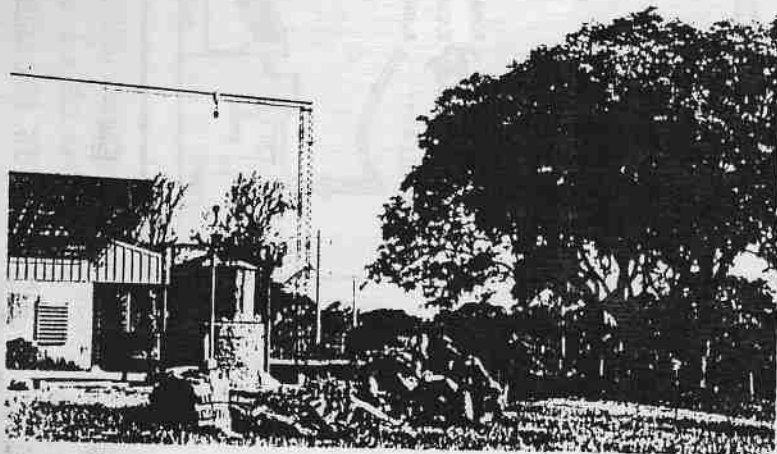
DIAGRAMA DE LA UNIDAD FUNCIONAL DEMOSTRATIVA DETALLANDO LOS DISTINTOS PROCESOS EN CONJUNTO.-



1) VISTA DEL  
COLECTOR  
SOLAR  
Y  
CAMARA DE  
SECADO



2)  
VISTA DEL  
SISTEMA DE  
GASIFICACION



3)  
VISTA DEL  
HORNO DE  
CARBONIZACION