

## 5<sup>TO</sup> simposio internacional de Estructuras, Geotecnia y Materiales de la Construcción.

### **OBTENCIÓN DE BIOMASA DENSIFICADA (BSC) CON BAJA ENERGÍA DE COMPACTACIÓN COMO FUENTE DE ENERGÍA RENOVABLE.**

**Autores: Dr. Ing. Fernando Martirena, Msc Ing. Iván Machado**

#### **RESUMEN:**

En el presente trabajo se presentan los resultados preliminares de la puesta en marcha de un pequeño taller ó pequeña industria donde se pretende fabricar los llamados bloques sólidos combustibles, *BSC*, que no es más que biomasa densificada.

El uso de la biomasa como portador energético conlleva la solución de varios problemas científico – técnicos entre ellos la baja densidad de la biomasa que implica la manipulación de grandes volúmenes de esta, En este trabajo se demuestra la posibilidad de fabricar con baja energía de compactación el *BSC*.

Con la puesta en marcha de este taller se logra la creación de nuevos puestos de trabajo y se encuentra un adecuado uso para los desechos de las carpinterías locales (aserrín) que no tiene un destino social útil y si por el contrario crean focos de contaminación y peligro de incendios no controlados.

#### **Desarrollo:**

En el mundo contemporáneo existen dos problemas que ocupan una posición privilegiada, la energía, que es en la actualidad el motor vital que mueve la sociedad humana y segunda el tema de la vivienda, afectando considerablemente a los países del llamado tercer mundo; donde millones de personas viven en condiciones precarias.

El fenómeno energético comienza desde mediados del siglo XX a generar profundas contradicciones, aún no resueltas. Gran parte de la energía producida en el mundo tiene un uso industrial, esta se obtiene a partir de la energía química liberada en forma de calor por los combustibles fósiles y en menor por ciento por los combustibles nucleares. Estas fuentes de energía son agotables, fuertemente contaminantes, están concentradas en pocas regiones de la tierra y en manos de pocas multinacionales, y su uso es en muchos casos ineficiente <sup>(28)</sup>.

La consecuencia de la producción y uso indiscriminado de energía son ya visible para el ciudadano común: la lluvia ácida, los escapes de crudo en barcos petroleros, el efecto Invernadero y la reducción de la capa de ozono entre otros fenomenos negativos.

Esto trae consigo la necesidad de alcanzar un balance entre desarrollo vyconservación del medio ambiente, destinándose en estos momentos cuantiosos recursos en la búsqueda de soluciones a estos problemas, proyectadose fundamentalmente, en desarrollar tecnologías con menor índice de consumo de energía, uso más eficientes de los portadores energéticos y el aprovechamiento de las fuentes renovables.

En la búsqueda de soluciones alternativas a estos problemas existen diversos proyectos para aliviar la crisis energética y la producción de materiales de construcción, teniendo como base el reciclaje de diferentes tipos de biomasa.

La biomasa, o sea, todo producto de origen orgánico, en estado natural, o luego de sufrir una transformación industrial, está prácticamente disponible en todas las regiones en desarrollo del mundo, la mayor parte de esta fuente renovable, principalmente los desechos agroindustriales no se utilizan en toda su potencialidad, por lo que se convierten en materias contaminantes que pueden afectar al medio ambiente.

En correspondencia con lo planteado, en el presente trabajo se presenta una solución alternativa para la producción a pequeña escala de un portador energético sobre la base de la biomasa ó desechos que se obtienen de la actividad agro – industrial, en este caso aserrín y/o viruta de madera.

La producción de energía a partir de la biomasa es fuente de ingentes esfuerzos en muchos centros de investigación – producción en muchos países, es posible el uso de esta energía en variados usos, producción de electricidad, producción de vapor y el uso directo del calor producido para por ejemplo la cocción de alimentos ó la producción de ecomateriales.

Los “Ecomateriales” (materiales de construcción económicos y ecológicos), surgen como una alternativa a la producción tradicional de materiales de construcción. Son materiales de construcción similares a los tradicionales, pero producidos en condiciones diferentes<sup>(18)</sup> Para llevar a cabo la producción de ecomateriales se trata de hacer un uso productivo a pequeña escala de la biomasa.

Cuando se combina la generación de energía y la producción de materiales, la producción resultante es más diversificada y el producto básico (biomasa como combustible) puede alcanzar un importante valor agregado que lo hace potencialmente atractivo desde el punto de vista comercial<sup>(3)</sup>.

Algunos combustibles pueden obtenerse directamente de la biomasa por extracción (plantas productoras de hidrocarburos), pero es más frecuente someter la biomasa a distintas manipulaciones, según su naturaleza y contenido de humedad.

Existen varias vías para la obtención de energía a partir de la conversión de la biomasa, a saber :

- A) Procesos termoquímicos : Aplicación de elevadas temperaturas con exceso de oxígeno (combustión), en presencia de cantidades limitadas de oxígeno (gasificación), o en ausencia de oxígeno (pirólisis).
- B) Procesos bioquímicos: Se llevan a cabo mediante diversos tipos de microorganismos que degradan las moléculas complejas a compuestos simples de alta densidad energética, se utilizan para biomasa con alto contenido de humedad, siendo las más corrientes la fermentación alcohólica para producir etanol y la digestión anaerobia para producir metano.

En este trabajo se propone el uso de la combustión directamente o sea la conversión térmica de la biomasa en presencia de agentes oxidantes como aire u oxígeno, en esta reacción se producen gases combustibles y no combustibles, vapor de agua y cenizas, la reacción es altamente exotérmica y la proporción de los productos obtenidos depende de factores tales como características físico químicas de la biomasa, tamaño de la muestra y el suministro de aire.

Para lograr una adecuada relación entre los parámetros del BSC, biomasa – aglutinante, propiedades físicas mecánicas – manipulación – tiempo de secado, densificación – energía, combustión – emisión gaseosa, se lleva adelante un grupo de ensayos a nivel de laboratorio y de campo de lo cual se muestran los resultados en este trabajo.

La propuesta que se realiza es lograr la densificación de la biomasa utilizando una pequeña prensa manual que aporte la energía de densificación necesaria y además el uso de un aglomerante en este caso la arcilla y agua.

El proceso de densificación ó briquetado de la biomasa se realiza con los objetivos siguientes

- 1- Aumentar la densidad de la biomasa para lograr mayor peso por unidad de volumen.
- 2- Lograr un Bloque Sólido .Combustible. con características físico-mecánicas que permitan la manipulación, transporte y almacenamiento de este de forma segura.
- 3- Lograr aumentar el poder calorico de la biomasa por unidad de peso y con ello mas eficiencia en su combustión.

De las primeras propiedades del BSC que deben ser determinadas y / ó fijadas es la referida a la manipulación del mismo, esto va a permitir la posibilidad de que pueda ser transportado hasta el lugar de su uso sin que se destruya, esto depende de su resistencia mecánica determinada por la compactación lograda.

Como criterio de resistencia cualitativo se estableció el impacto, evaluándose el mismo dejando caer los bloques desde una altura de un metro. También es importante definir el tiempo de secado en condiciones naturales, a la sombra y secado al sol.

#### Análisis estadístico

Las variables utilizadas en esta investigación son:

- 1- Tipo de biomasa.
- 2- Arcilla.
- 3- Tiempo de prensado.

En la tabla 1 y 2 se muestra el resultado de la combinación de estas variables.

Biomasa	Arcilla %	Tiempo de prensado Seg
Aserrín (-1)	20 (-1)	20 (-1)
Viruta (0)	30 (0)	60 (0)
50 % Aserrín + 50% Viruta (1)		180 (1)
70 % Aserrín + 30% Viruta (x)		
30 % Aserrín + 70% Viruta (y)		

Tabla 1 Variables utilizadas en esta investigación aplicada.

Al combinar las variables quedan las siguientes matrices donde de cada fila de cada columna se fabrican seis bloques como mínimo.

A	B	C	D	E
-1 -1 -1	0 -1 -1	1 -1 -1	X -1 -1	Y -1 -1
-1 -1 0	0 -1 0	1 -1 0	X -1 0	Y -1 0
-1 -1 1	0 -1 1	1 -1 1	X -1 1	Y -1 1
-1 0 -1	0 0 -1	1 0 -1	X 0 -1	Y 0 -1
-1 0 0	0 0 0	1 0 0	X 0 0	Y 0 0
-1 0 1	0 0 1	1 0 1	X 0 1	Y 0 1

Tabla 2 Combinación de las variables utilizadas en esta investigación.

Para la realización del bloque se mezcla la arcilla con el agua y luego se le agrega poco a poco el aserrín, se mezcla todo hasta lograr homogeneizar la mezcla.

Para hacer un bloque se toma una porción de la mezcla con un peso de 3kg se le introduce a la máquina y se le aplica presión durante un tiempo preestablecido.

Biomasa	T seg	20 % Arcilla				30 % Arcilla			
		Evaluación cuantitativa		Evaluación cualitativa		Evaluación cuantitativa		Evaluación cualitativa	
		Densidad	Compresión	Impacto	Combustión	Densidad	Compresión	Impacto	combustión
Aserrín	10	0.8143	0.524	Regular	muy bien	0.875	0.75	bien	bien
Aserrín	60	0.8057	0.53	Regular	muy bien	0.8093	0.762	bien	bien
Aserrín	180	0.82	0.526	Regular	muy bien	0.8129	0.758	bien	bien
Viruta	10	0.8571	0.529	malo	muy bien	0.845	0.761	bien	bien
Viruta	60	0.83	0.52	malo	muy bien	0.9929	0.754	bien	bien
Viruta	180	0.8593	0.532	malo	muy bien	0.9371	0.759	bien	bien
Aserrín-Viruta	10	0.8036	0.525	regular	muy bien	0.8193	0.751	bien	bien
Aserrín-Viruta	60	0.8679	0.53	bien	muy bien	1	0.756	bien	bien
Aserrín-Viruta	180	0.7943	0.531	regular	muy bien	0.9329	0.753	bien	bien
70 – 30	10	0.9171	0.527	bien	muy bien	0.9929	0.756	bien	bien
70 – 30	60	0.8179	0.523	bien	muy bien	0.8486	0.761	bien	bien
70 – 30	180	0.9186	0.53	bien	muy bien	0.8393	0.758	bien	bien
30 – 70	10	0.8057	0.521	malo	muy bien	0.8086	0.75	bien	bien
30 – 70	60	0.8643	0.53	regular	muy bien	0.8571	0.757	bien	bien
30 – 70	180	0.9893	0.522	regular	muy bien	0.8429	0.752	bien	bien

Tabla 3 Evaluación experimental del BSC fabricado con residuos de carpintería en el taller prototipo

En la tabla 3 se muestra un resumen de las pruebas cuantitativas y cualitativas realizadas a los bloques sólidos combustibles obtenidos en el taller piloto con aserin y viruta de una carpintería local muy cercana al taller de producción de los BSC.

El análisis cualitativo en este caso considera el siguiente criterio:

Impacto –

Se considera baja resistencia y/o evaluación de mala resistencia, si a la primera caída ( desde un metro de altura) pierde muchas partículas y se divide en más de dos pedazos grandes.

Mediana resistencia y/o evaluación de regular, si a la primera caída pierde partículas y solo se cuartea.

Buena resistencia y/o evaluación de bien si resiste perfectamente una primera caída y solo se parte al segundo impacto.

Combustión :

Se considera muy bien cuando el BSC arde completamente en alrededor de 6 – 7 minutos y se considera bien cuando arden en alrededor de 10 – 11 minutos.

Sobre la base de los resultados mostrados se elaboran los gráficos de barra 1 y 2 que permiten una rápida comparación entre los BSC fabricados en diferentes condiciones.

Como se puede ver el tiempo de prensado influye en la densidad del BSC, al parecer los mejores resultados pueden obtenerse al prensar la biomasa durante aproximadamente un minuto, esto ha sido corroborado en la practica así como que los mejores valores de densidad y de resistencia al impacto se logran con un 30 % de arcilla en el caso del desperdicio de madera que se obtiene de la producción industrial de las carpinterías y aserrios. En todos los casos la resistencia a compresión resultó del mismo valor por lo que no es un buen parámetro para definir al BSC.

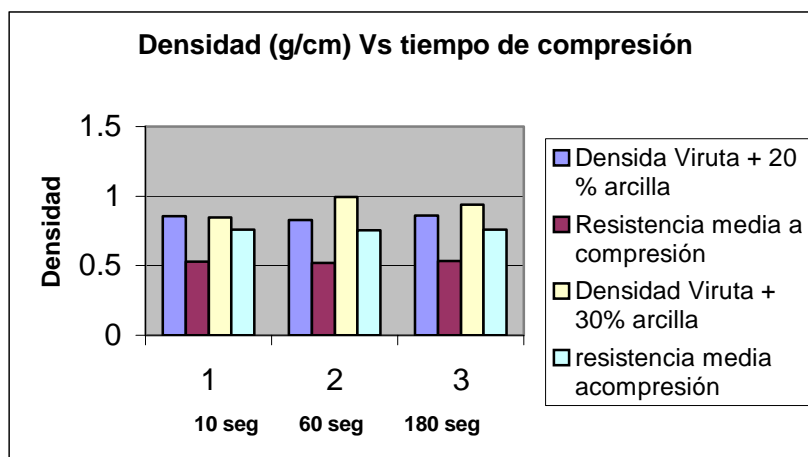


Fig 1 Gráfico de barras. Densidad g / cm<sup>3</sup> del BSC obtenido en diferentes condiciones

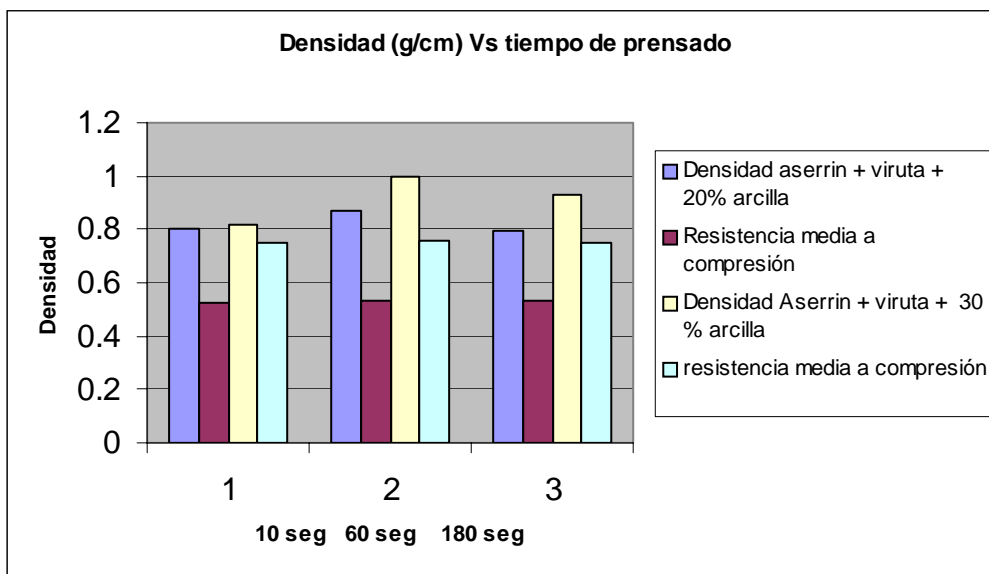


Fig 2 Gráfico de barras. Densidad  $g/cm^3$  del BSC obtenido en diferentes condiciones

Evidentemente la cantidad de aglomerante presente en la mezcla es muy importante para lograr una densificación estable así como el tiempo de secado y régimen de secado. En la fig 3 se muestra el resultado de la evaluación de la densidad con el aumento del aglomerante utilizado en este caso, valores cercanos al 30 % han sido los más beneficiosos para lograr una mayor posibilidad de manipular sin peligro de que se destruyan los BSC.

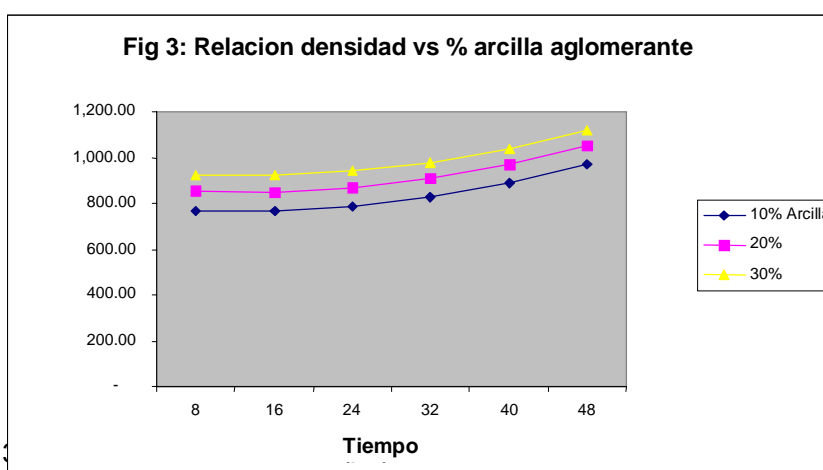


Fig 3

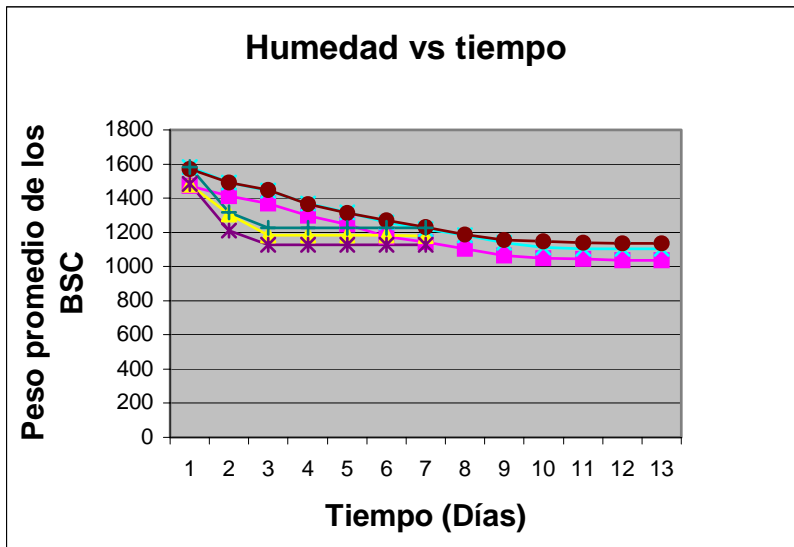


Fig 3 Tiempo de secado del BSC

De los resultados del trabajo se puede resumir como aspectos más importantes para la fabricación de los BSC los siguientes:

- El por ciento de arcilla con el que se logra obtener resultados de compactación apreciables está entre el 20 % y el 30 %
- Los valores óptimos de densidad se encuentran entre 600 Kg / m<sup>3</sup> y 1200 Kg / m<sup>3</sup>
- El tiempo de secado es un parámetro tecnológico muy importante para la organización eficiente de la producción, los BSC independientemente del tiempo de prensado pueden considerarse secos a los tres - cuatro días de producidos si el regimen de secado es al sol, si es a la sombra deberá esperarse hasta 10 días pero pueden aparecer otras dificultades con la cohesión del bloque.
- El tiempo de prensado en el rango entre 10 seg a 180 seg no varía considerablemente las propiedades del BSC obtenido con baja energía de compactación, aunque es recomendable tener un tiempo de residencia en la prensa de alrededor de un minuto.