

LOS RECURSOS ENERGETICOS DE LAS INDUSTRIAS DE LA MADERA

Por: Antonio Camacho Atalaya
Ingeniero Técnico en Industrias de los Productos Forestales

La madera y sus subproductos han sido durante siglos el soporte energético de toda la humanidad. Hace tan sólo unas décadas, aparecieron en el mercado otros sustitutos que parecían inagotables. Llegó la famosa crisis mundial de finales de 1973, cuyo mayor soporte fue la escasez de productos derivados del petróleo y cundió la alarma en el mundo civilizado: casi todo estaba basado en el petróleo y sus derivados (calefacción, cocina, transportes, industrias, etc.).

Pese a que los sucesivos Gobiernos españoles casi no emplearon restricciones en el consumo de derivados del petróleo, su escasez fue el menor exponente de la famosa crisis mundial: cierre de empresas, incremento de los índices de paro y reconocimiento de la ya existente economía sumergida.

Puesto que los países industrializados eran grandes consumidores de energía, fue necesario buscar alternativas. Referido al sector de las industrias madereras, trataremos esta cuestión a continuación.

Hace 20 años comencé a trabajar para AITIM. Recuerdo de esos años que los desperdicios del cilindrado de los honcos para desarrollo se vendían a los chaperos para elaborar chapas de traveseros. 2 ó 3 años después, esa mercancía más las cortezas y el serrín, no las quería nadie y el fabricante tenía que pagar para que se las llevaran. Desde hace unos años, los residuos de las fábricas que trabajan la madera, todos, tienen un precio.

Esta evolución se puede comprender siguiendo las explicaciones de don Enrique Cigalat Figueroa, Director Comercial de ERATIC, S.A. Es de agradecer su extensa, clara y documentada exposición que enriquece la bibliografía de esta revista de AITIM.

AITIM.—Sr. Cigalat, las industrias que trabajan con madera y sus productos derivados, tienen grandes consumos de energía calorífica. Usted, como experto en el tema, ¿qué opinión tiene al respecto?

ENRIQUE CIGALAT.—Mi empresa trabaja con diversidad de sectores de fabricación. El sector de la madera no es el más destacado en este aspecto y además, hoy, depende muy poco de fuentes energéticas ajenas a su propia producción. Por ejemplo:

Las fábricas de tableros de partículas tienen

bastante consumo de energía. Sus puntos principales son los secadores de partículas, las prensas de Formación del tablero, los túneles de impregnación, etc. Sus recursos energéticos derivan de las cortezas y el polvo procedente de astillado y lijado. No son autosuficientes, aunque cada vez en menos cantidad.

Las fábricas de tableros contrachapados consumen energía en los cocederos de las trozas, en los secaderos de chapas y en las prensas. Sus principales Fuentes energéticas son las cortezas, restos del desarrollo y canteado, recortes del escuadrado del tablero y el polvo del lijado. Son autosuficientes en energía.

Las industrias de chapas planas (Slycer) tienen el mayor consumo en los cocederos y en los secaderos—Son sus principales residuos los recortes de chapas y los costeros. No son autosuficientes y tienen que abastecerse con otras energías.

Las fabricas de rechapado tienen prensas y secadero—Sus residuos combustibles son los recortes y el serrín. Tampoco son autosuficientes.

Las fabricas de parquet, carpintería y muebles tienen muchos puntos de consumo de energía (secaderos de madera maciza, túneles de barnizado, cabinas de presurización, etc.) y también abundantes residuos que pueden originar su autoabastecimiento energético.

A.—Don Enrique, ¿desde cuándo se utilizan los desperdicios de las fábricas de madera como combustible para producir su propia energía?

E.C.—Desde siempre, principalmente como calefacción del local y en ciertos usos (fabricación de las colas animales). A finales del siglo XVIII empezaron las primeras experiencias para emplear el vapor de agua con fines energéticos. La aparición de las colas termoestables supuso la necesidad de emplear energía calorífica. En época bastante reciente aparecieron otros combustibles (el gas y los derivados del petróleo) que desplazaron a la inadera y al carbón por su mayor potencia calorífica, su limpieza y facilidad de manejo. A causa de la crisis de los años setenta, volvió a resurgir como alternativa energética.

La mayoría de las industrias de transformación maderera utilizaban vapor y en las calderas se consumían leños cargadas a mano. Después aparecieron las calderas de agua sobrecalentada que basaron su implantación en la utilización mucho más racional de los combustibles que ya empeza-

ron a ser automatizados, sobre todo polvos y serrines. Pero todo esto ha quedado atrás.

A.—¿Por qué?

E.C.—Mira, no es habitual encontrar en el mercado calderas que trabajen el vapor de agua por encima de los 16 kg/cm² que son necesarios para que el fluido alcance la temperatura de 190°C.

En segundo lugar, el agua sobrecalentada supone un sistema ahorrador de energía calorífica comparativamente con el vapor al tratarse de un circuito cerrado y que evita pérdidas por válvulas de seguridad, calor de condensación y revalorización en purgas, pero persisten los problemas de presión, costosas salas de calderas, límites en las temperaturas máximas y gastos elevados en los tratamientos del agua (desgasificación y desmineralización).

Y en tercer lugar porque hoy existen fluidos oleotérmicos con los que es factible obtener temperaturas de 300°C sin presión de vaporización, sin riesgo de explosión, no requieren salas especiales de calderas, ni tratamientos y con mantenimientos insignificantes.

A.—¿Qué especialidad requieren las salas de calderas?

E.C.—En las instalaciones de vapor es preceptivo respetar las distancias previstas y construir muros protectores, que varían según la categoría en que se encuentren clasificadas. (Reglamento de Recipientes Sometidos a Presión. MINER.) (A)

Tanto para vapor como para agua sobrecalentada es necesario utilizar calderas de 1.ª categoría.

También está reglamentado de las características del agua de alimentación de calderas para tubos de humos sean (B):

A.—Entonces, ¿con aceite térmico y los propios desechos se tiene energía limpia y barata?

E.C.—No siempre fue así. Al principio el combustible tenía que ser líquido o gaseoso. Cuando llegó la crisis energética, nos encontramos con el desafío técnico más importante de los últimos años: se imponía el ahorro de energía, el empleo de energías alternativas, el ser autosuficientes y competitivos; todo ahorro energético es ahorro limpio y se trataba de no renunciar a las ventajas conocidas por el uso del aceite. Por estas razones tuvimos que trabajar duro hasta conseguir los actuales sistemas de aprovechamiento de residuos.

DISTANCIAS MINIMAS ENTRE CALDERAS Y PAREDES			PROTECCION	
	RIESGO A	RIESGO B	OBRA MAMPOSTERIA ESPESOR MUROS	HORMIGON ARMADO ESPESOR MUROS
1. ^a categoria	6 m	4 m	75 cm	35 cm
	8 m	5 m	60 cm	30 cm
	10 m	5 m	45 cm	25 cm
	30 m	20 m	—	—
2. ^a categoria	3 m	1,5 m	60 cm	30 cm
	4 m	2 m	45 cm	25 cm
	6 m	4 m	30 cm	15 cm
	15 m	10 m	—	—

Cuadro A.

VALORES LIMITES EN EL AGUA DE ALIMENTACION						
Presión máxima de servicio kg/cm ²	DUREZA		pH	SiO ₂ mg/l	Aceite mg/l	O ₂ mg/l
	CO, Ca ppm.	°F (1)				
P ≤ 10	< 10	< 1	> 8,5	< 40	< 3	—
10 < P ≤ 15	< 10	< 1	> 8,5	< 40	< 3	—
10 < P ≤ 20	< 10	< 1	≤ 8,5	< 40	< 3	< 0,1

Cuadro B.

(1) °F equivale a 10 mg de CO₂Ca disuelto en 1 litro de agua

A.—¿Qué características poseen estos aceites?
¿De dónde proceden?

E.C.—Son derivados del petróleo. Los primeros, básicamente, eran productos de destilación. Tenían inconvenientes: los que poseían una viscosidad admisible a temperaturas del orden de 0° C, rara vez era posible emplearlos a más de 200 ó 250° C. Más tarde, por medio de productos sintéticos, se elevaron sus prestaciones, pero el precio era elevado. Hoy, a precios muy interesantes, cubre una gama muy amplia de técnicas como la de calefacción/refrigeración en el mismo

proceso industrial, eliminándose los dobles circuitos que fueron totalmente necesarios cuando no se dispuso de un fluido suficientemente versátil.

Existen aceites que cubren desde -601 a 120° C hasta -40/340° C. Por ejemplo, de este último, sus características son (C):

A la vista de estas características se deducen las siguientes propiedades: estabilidad térmica, resistencia a la polimerización y cracking, estabilidad química durante el empleo y almacenamiento, excelente conductibilidad térmica, ausencia de corrosión de los materiales empleados en la ins-

Cuadro C.

Aspecto	liquido amarillo claro, sin olor
Peso específico a 20° C	0,877 - 0,878 kg/dm ³
Peso específico a 300° C	0,723 kg/dm ³
Calor específico a 20° C	0,44 kcal/kg ° C
Calor específico a 300° C	0,67 kcal/kg ° C
Viscosidad a 20° C	50 cSt
Viscosidad a 300° C	0,4 cSt
Viscosidad Engler a 50° C	2,4 - 2,6° C
Punto de inflamación	190 - 195° C
Color Gardner	7 máx.
Intervalo de ebullición	350 - 420° C
Conductibilidad térmica a 20° C	0,100 kcal/m h ° C
Conductibilidad térmica a 300° C	0,09 kcal/m h ° C
Punto de congelación	< -45° C
Tensión del vapor a 200° C	40 mm Hg
Tensión del vapor a 305° C	100 mm Hg
Tensión del vapor a 340°	175 mm Hg
Contenido de azufre	0 %
Rigidez dieléctrica	> 50 kV/cm
Absorción de agua a 20°	0,02 % del peso
Carbón Conradson	0,05 % del peso
Corrosión lámina de cobre	1 A
Temperatura de utilización entre	-40 y 340°

talación, elevado calor específico, elevado punto de inflamación, bajo punto de congelación, viscosidad favorable a cualquier temperatura, no tóxico, inodoro y baja tensión de vapor.

A.—Don Enrique, es importante para los socios de AITIM que puntualicemos, en lo posible, en las aplicaciones específicas que les pueden interesar: chapas, carpintería, muebles, etc.

E.C.—Bien. Para hacerlo más comprensible, emplearemos unos ejemplos.

Cocedero de troncos destinados a obtener chapas de desenrollo (maderas varias) o por corte a la plana (chapas finas).

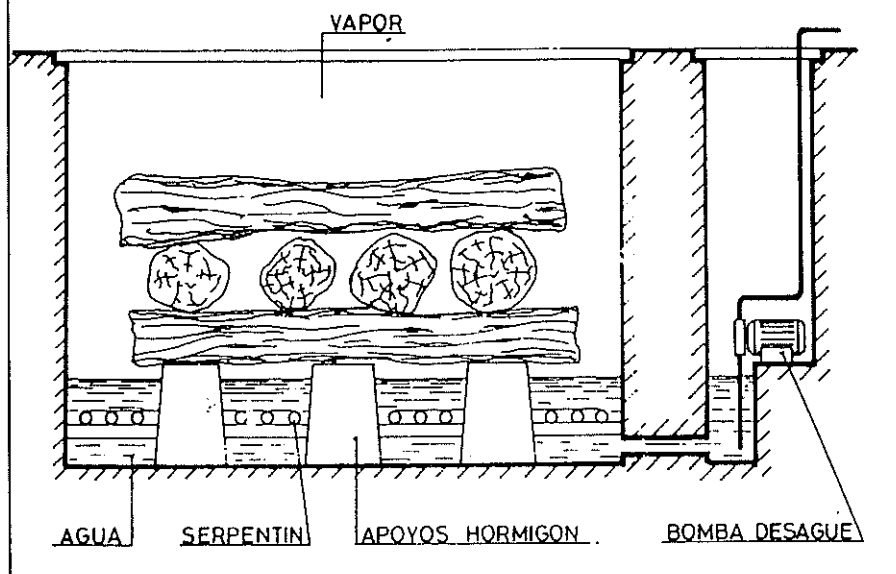
Es conocido que para cortes con cuchillas, existen dos factores que lo favorecen: densidad baja o mediana y humedad alta de la madera. Para obtener chapas de maderas, no hay otra solución que estufarlas. El estufado al vapor directo presenta riesgos como son que el vapor entra sobrecalentado a presión superior a la atmosférica y, en consecuencia, capaz de cargarse de parte de la humedad de la madera: esto puede producir fendas en la madera. Este estufado hay que hacerle con bastante precaución.

El estufado al vapor indirecto lo forma un serpentín de tubos recorrido por aceite térmico que calienta la masa de agua que se aprecia en la tigura y la vaporiza lentamente. Así, el vapor no es tan seco.

Secaderos en continuo para chapas. Todos los secaderos modernos son de ventilación transversal y están dotados de variadores de velocidad, lo que permite obtener, si se cuenta con el medio calefactor apropiado, elevados rendimientos. Las tres posibilidades actuales son el vapor a 12 kg/cm², agua sobrecalentada a 180° C y aceite térmico. Cuando se emplean los dos primeros, la temperatura del secadero no puede rebasar los 150° C, mientras que con el aceite se alcanzan los 200° C. Como consecuencia, la velocidad de las bandas que transportan las chapas puede ser mayor.

PRECIOS THERMIA			
	PODER CALORIFICO INFERIOR	RENDIMIENTO	COSTO
Electricidad	860 kc/kw/h	1,00	12,21
Biomasa	2.500/ 3.000 kc/kg	0,8	1,30
G. Ciudad	4.200 kc/kg	0,90	3,33
G. Natural	9.100 kc/kg	0,87	1,78
Fuel-Oil	9.600 kc/kg	0,85	1,91
Gasóleo C	10.320 kc/kg	0,86	4,08
G. Propano	11.300 kc/kg	0,90	3,78

DETALLE DE UNA Balsa DE VAPORIZACION CON ACEITE TERMICO.



- Túneles de carretillas.
- Secaderos continuos de convención forzada.
- Secaderos de radiación: IRL e IR.
- Compensadores para presurizar la zona de aplicación.

La capacidad de absorción de humedad por el aire seco, es directamente proporcional a la temperatura de acuerdo con estos datos:

130° C	1 (módulo base)
150° C	1,7
170° C	2,5
180° C	3,2
200° C	7

El espesor de la chapa influye en el secado. Considerando como factor de espesor el mm, tenemos el siguiente cuadro:

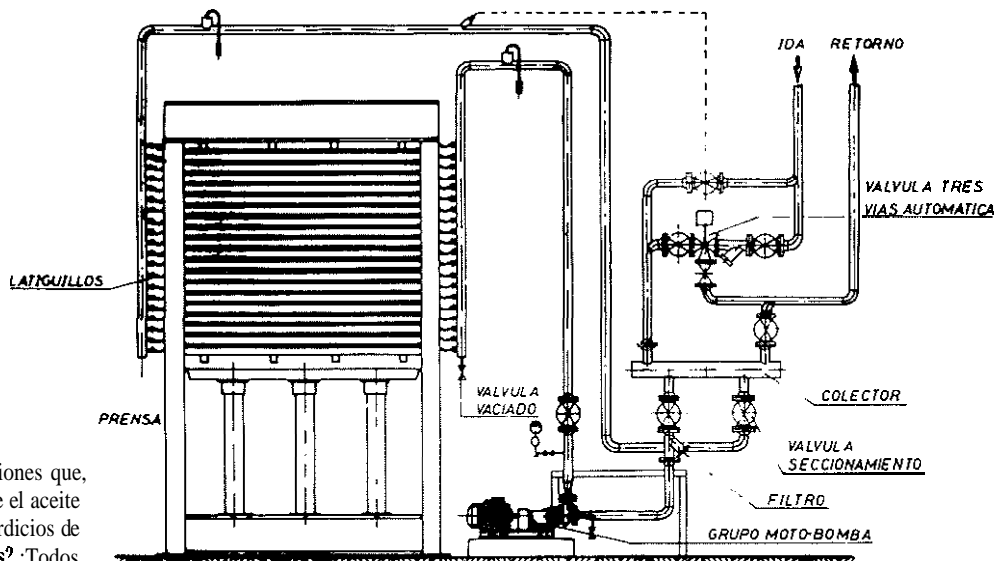
1,1 mm	0,95
1,5 mm	1,00
2 mm	1,16
2,5 mm	1,25
3 mm	1,33
3,5 mm	1,43
4 mm	1,54
4,5 mm	1,66
5 mm	1,82

Prensas de platos calientes. La cuestión económica en estas máquinas es de capital importancia. Para hacerte una idea, los precios de la thermia, hoy, otoño de 1988, están en la siguiente relación. (El consumo medio de una prensa anda entre las 90.000 y las 175.000 Kc/h: hay que tener en cuenta las grandes prensas de tableros de partículas.)

Las ventajas de emplear aceite térmico saltan a la vista: uniformidad de temperatura en los planos, rapidez de respuesta, estrechas tolerancias en los saltos térmicos con garantías de ±1° C y posibilidad de alimentar distintas prensas a distintas temperaturas.

Túneles de acabado de superficies. Es esencial un buen acabado en cualquier producto de la madera. En la diversidad de campos del acabado, la tecnología avanza hacia la utilización de temperaturas que acorten los tiempos de secado. La versatilidad del aceite térmico permite cubrir los siguientes campos:

- Secaderos de tintes.
- Zonas de evaporización



A.—Para asegurar todas las prestaciones que, has estado mencionando, parece ser que el aceite térmico es adecuado. Pero, ¿los desperdicios de nuestras industrias madereras son aptos? ¿Todos son válidos? ¿Cuáles son mejores?

E.C.—Para responderte, te facilito este cuadro. Si algún socio de AITIM tiene otro posible combustible, seguramente también podrá utilizarlo. El fuego lo purifica todo.

POTENCIA CALORIFICA, COMPOSICION DE LOS DESPERDICIOS MAS HABITUALES EN LA INDUSTRIA

Combustible	Potencia calorífica mínima ke/kg	Materias volátiles	Agua %	Cenizas %
Corteza verde	2.000	60	28	1,5
Corteza resinosa	4.000	70	25	1,5
Corteza eucaliptus	2.000	45	50	2
Madera blanda verde	2.500	50	37	1,5
Madera blanda oreada	3.700	80	15	1,5
Madera dura	4.500	85	8	1
Viruta verde	2.500	45	35	1
Viruta seca	3.500	80	14	1
Polvo de madera	4.000	80	10	1
Polvo aglomerado	4.200	70	6	12
Serrín húmedo	3.000	50	35	1,5
Serrín seco	3.500	80	10	1
Orujillo aceituna	3.500	60	23	6
Bagazo caña	2.000	45	50	2-3
Cáscara algodón	3.300	79	9	—
Cáscara cacao	2.700-3.900	65	8-9	7-23
Polvo de paja	3.400	60	8	2
Cáscara de arroz	2.900	56-58	9	18-20
Polvo de tabaco	3.000	45	5	40
Cáscara de coco	3.200-4.400	70	11-24	1-4
Papel y cartón	3.500	70	6	6

A.—Finalmente, **haznos** mención a vuestros productos de fabricación.

E.C.—Son muy diversos. Ordenándolos por cometidos, podemos citar:

- Calderas.
- Adecuación de cámaras de combustión para calderas.
- Cámaras de combustión:
 - Tipo POLSTERM para materiales pulverulentos.
 - Tipo SUBTERM para virutas, serrines y astillas hasta 40% h.
 - Tipo COALTERM para materiales de pequeño tamaño y baja humedad.
 - Tipo INCITERM: materiales de gran tamaño y alta humedad.
 - Tipo MOVILTERM: material con alta humedad y con cuerpos extraños.
 - Tipo DM-300: para utilizar combustibles líquidos y gaseosos.
- Quemadores de polvo. Silos de almacenamiento.
- Descargadores automáticos y dosificadores de silos.
- Recuperación de calor y gases de combustión.
- Intercambiadores de calor.
- Secaderos rotativos para chapas de madera, madera sólida y otros secaderos industriales.
- Radiadores de tubos de aletas.

DENSIDADES DE LOS DESPERDICIOS EN LA INDUSTRIA DE LA MADERA kg/m³

Humedad %	kg/m ³									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Serrín	155	170	185	200	215	230	240	255	270	285
Viruta	80	90	100	105	115	120	130	135	145	150
Corteza pino	140	150	160	175	190	200	215	225	240	250
Corteza madera blanda	300	330	360	385	410	440	470	495	520	550
Madera triturada	125	190	210	225	240	255	270	290	305	320
Polvo de lijado	265	290	310	335	—	—	—	—	—	—
Desperdicios carpinteria	105	120	130	140	—	—	—	—	—	—
Recortes chapas varios	110	125	140	155	170	185	200	215	230	245
Recortes chapas finas	120	135	150	165	180	195	205	220	250	265