

El Tablero Contrachapado

SU FABRICACION Y APLICACIONES

Por César Peraza Oramas

Este artículo es continuación de un trabajo sobre el tablero contrachapado, que el Dr. Peraza ha venido desarrollando en los Boletines núms. 8, 13, 14, 16 y 20.

En una introducción presentó la estructura de esta industria en España a la sazón, observando que de las 131 (1) empresas de chapa y tablero sólo el 33 por ciento tienen ciclo completo, y, sin embargo, éstas fabrican el 60 por ciento de la producción total. Estudió las materias primas y dio unas tablas de producción y consumo de tablero por habitante y año en España, comparativamente con otros países.

En el estudio de la fabricación se detuvo en el patio de apilado, observando que puede ser en seco o en agua.

Ya en la preparación de la madera en rollo estudió: la limpieza de costillas que pueda tener la madera; el troceado, el clasificado, dando las normas UNE para ello, y el vaporizado, viendo las posibilidades de ser en agua o en vapor, e incluyendo una tabla de tiempos de cocido o vaporizado, según las especies o diámetros de la madera.

A continuación comienza la parte más importante del tema y que tratará con mayor profundidad: la obtención de la chapa. Describe la desenrolladora y empieza la teoría del desenrollo de la chapa, que continúa en este artículo.

objeto de que ésta efectúe el corte limpio (Fig. 2.6.5a).

Cara de la cuchilla.—Superficie de la cuchilla que mira hacia el tronco que se desenrolla (Fig. 2.6.5a).

Espalda de la cuchilla.—Es la superficie de la cuchilla opuesta a la anterior (Fig. 2.6.5a).

Contrahierros.—Elementos de soporte y de apoyo de las barras de presión y de la cuchilla, que sirven para fijarlos.

Desplazamiento horizontal.—Distancia horizontal entre el borde de la barra de presión y el filo de la cuchilla (Fig. 2.6.5a) «m».

Desplazamiento vertical.—La distancia vertical entre el borde de la barra de presión y el filo de la cuchilla (Fig. 2.6.5a) «h».

Fendas de desenrollo.—Son las fendas producidas en la cara abierta de la chapa.

Plano del torno.—Es el plano que pasa por el eje del torno de desenrollo paralelo al filo de la cuchilla (Fig. 2.6.5a). Plano OA.

Presión de la barra.

*100 (grueso nom. chapa—desp. hor.)
grueso nominal de la chapa*

Entre los tres ángulos se verifica, pues:

*áng. de ataque + áng. de afilado +
+ áng. de desahogo = 90°*

Llamando G. al grueso de la chapa

$\frac{100 (G - m)}{G}$

G,

2.6 - Teoría del Desenrollo de Madera

(Continuación)

2.6.5.—Variables de desenrollo.

Angulo de afilado.—Es el ángulo formado por la cara y la espalda de la cuchilla (Fig. 2.6.5a) γ .

Angulo de ataque.—Es el ángulo formado por la espalda de la cuchilla y el radio en el punto de corte (Fig. 2.6.5a) α .

Angulo de cuchilla.—Es el ángulo

formado por la cara de la cuchilla y el de desplazamiento del portacuchillas.

Angulo de desahogo.—Es el ángulo que forman la cara de la cuchilla y el plano perpendicular al radio en el punto de corte (Fig. 2.6.5a) β .

Barra de presión.—Barra de acero adecuada que efectúa una presión delante del filo de la cuchilla con

la acción retardadora de la chapa cortada.

Zona 3.—Se origina una zona de compresión de las células situadas delante del filo de la cuchilla y que puede producir desgarres de células, bien en la parte superior o inferior de dicha zona, es decir, del plano de corte.

Como consecuencia de las tensiones anteriormente producidas se originan las que Leney clasifica en (Fig. 2.6.5.1b):

- Fendas de tracción (Zona 1).
- Rajas de esfuerzo cortante (Zona 2).
- Desgarres con compresión (Zona 3).

Estas fendas, rajadas o desgarres son consecuencia de las zonas de tensión anteriormente reseñadas.

2.6.5.2.—Ángulo de desahogo y ángulo de ataque.

Dado que los ángulos de afilado, desahogo y ataque están relaciona

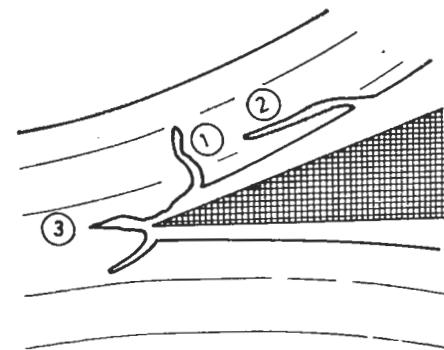


Fig. 2. 6. 5. 1 b

dos por la fórmula siguiente $\alpha + \beta + \gamma = 90^\circ$, estudiamos simultáneamente el de desahogo y el de ataque.

El ángulo de desahogo determina en primer lugar la superficie de apoyo del bisel de la cuchilla en el tronco que sirve como guía.

La cuchilla tiene tendencia a seguir camino de mínima resistencia; por consiguiente, tiende a esquivar

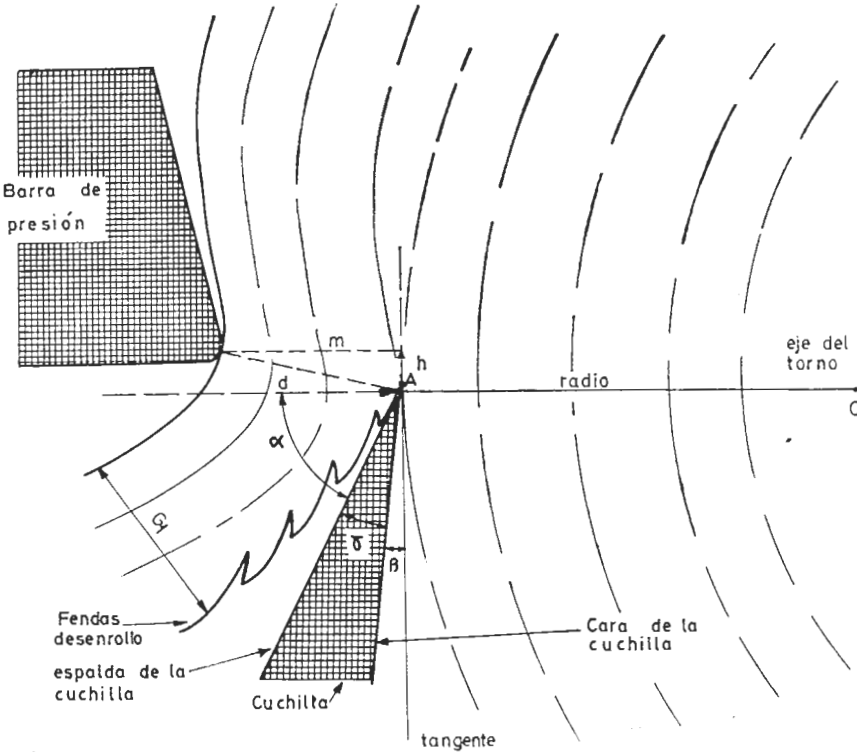


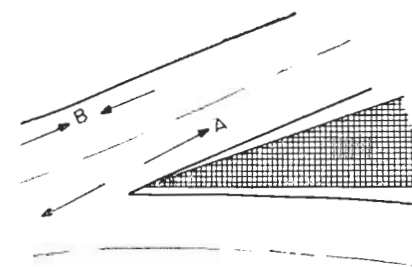
Fig. 2. 6. 5 a

2.6.5.1.—Formación continua de la chapa.

La condición fundamental de la obtención de la chapa de desarrollo de calidad es la obtención continua y con grueso uniforme de la chapa. De acuerdo con Leney, se define como «chapa continua» la hoja de madera sin roturas, en la que la estructura original de la madera se conserva esencialmente la misma después del proceso de corte.

El desarrollo se inicia por corte del filo de la cuchilla, separando una parte que se mueve sobre la espalda de la cuchilla.

Fig. 2. 6. 5. 1 a



A medida que la lámina se va moviendo, las células recién cortadas se encuentran comprimidas por las anteriormente cortadas.

Por otra parte, las células de la madera situadas delante del filo de la cuchilla son comprimidas primeramente hasta que se produce el corte. La hoja de madera, al cambiársela de posición, se comprime igualmente contra la espalda de la cuchilla.

A medida que el corte continúa se produce el flexado, lo que origina una tracción en la zona inmediata superior al filo de corte de la cuchilla A y de la compresión en la zona B (Fig. 2.6.5.1a).

Finalmente, al continuar la operación de desarrollo estas tensiones van progresivamente aumentando en valor. Como consecuencia, estas tensiones se localizan en zonas que definimos de la siguiente forma (Fig. 2.6.5.1b).

- Zona 1.—Zona de tracción debido a la flexión.
- Zona 2.—Esfuerzo cortante producido por el deslizamiento de la cuchilla y

Fig. 2. 6. 5. 2 a

los tejidos duros y seguir los de menor resistencia. De aquí que una superficie de apoyo adecuada del bisel de la cuchilla, para que sirva de guía segura a ésta, sea muy importante en la uniformidad de grueso y tersura de la superficie de la chapa obtenida.

Por otra parte, el ángulo de desahogo viene limitado por las razones siguientes:

- Si es grande, se produce vibración en la cuchilla y se disminuye el ángulo de ataque, aumentando el esfuerzo de corte. Además, la flexión de la chapa es muy brusca y las fendas de desenrollo serían muy abundantes y pronunciadas disminuyendo la resistencia mecánica de la misma. Este último efecto es más acusado cuando el radio de la troza es pequeño y la presión ejercida por la barra es también pequeña.
- Si es pequeño, el apoyo del bisel es grande pero, por el contrario, el filo tiene una guía insegura, produciéndose el corte en condiciones difíciles.

Teniendo en cuenta que la cuchilla se desplaza paralelamente a sí misma y llamando «h» al desplazamiento vertical de la cuchilla respecto a la horizontal, tenemos (Figura

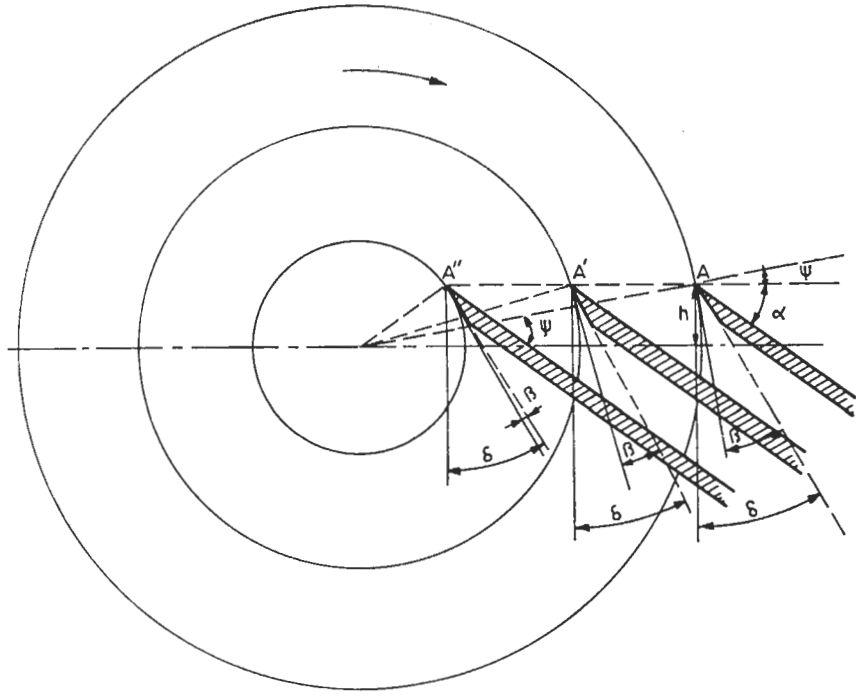
$$2.6.5.2a) \quad \text{sen } \psi = \frac{h}{r} \quad \delta = C^{10} \text{ por}$$

desplazarse la cuchilla a sí misma, y $B = \delta - \psi$; por consiguiente, $B = K - \text{arc sen } \frac{h}{r}$.

Al producirse el desenrollo, «r» disminuye, el seno aumenta y, por consiguiente, el arco cuyo seno es $\frac{h}{r}$ crece y, por tanto, el ángulo de

desahogo disminuye. Esto, según hemos visto, es correcto siempre que no se sobrepasen ciertos límites.

Por el contrario, si la cuchilla está



por debajo del plano de la desenrolladora (Fig. 2.6.5.2), $B + \delta = \psi$ y $B = \psi - \delta$.

Por un razonamiento análogo del anterior, al disminuir «r» aumenta sen ψ , lo que no favorece el desenrollo, pues aumenta.

Por ello, la cuchilla debe estar un poco por encima y cuanto menor

sea «h» las variaciones de «r» tendrán menor influencia en la variación de ψ ; de aquí que el desplazamiento sobre el plano de la desenrolladora deba ser muy pequeño.

El ángulo de desahogo suele variar entre 1° y 2° para trozas de 100 a 300 cms. de diámetro, según Andersen.

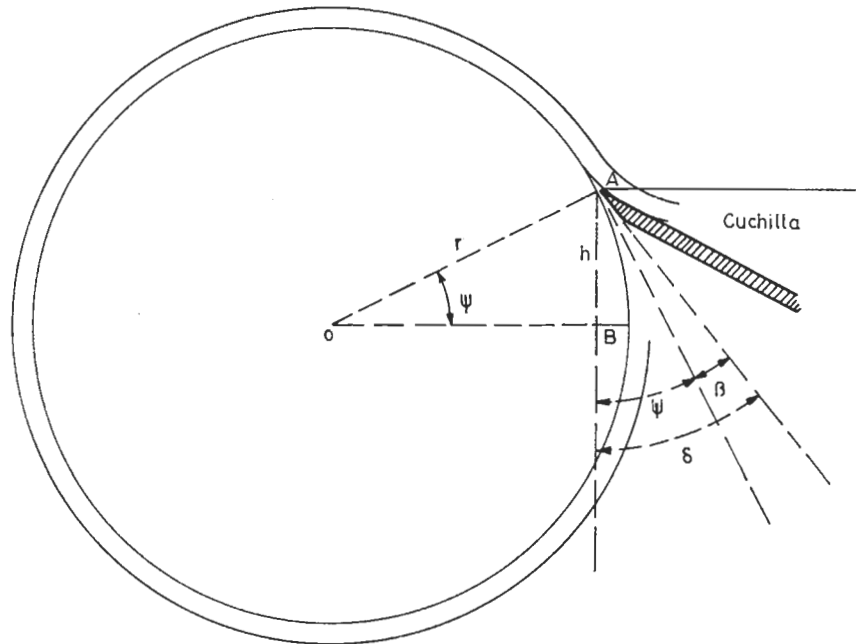
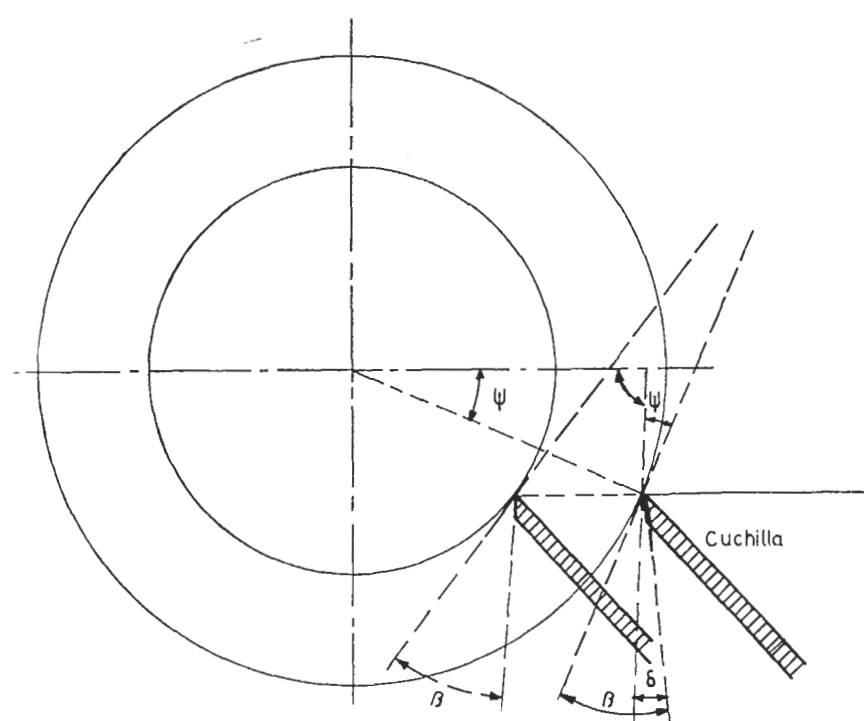


Fig. 2. 6. 5. 2 a

Fig. 2. 6. 5. 2 b

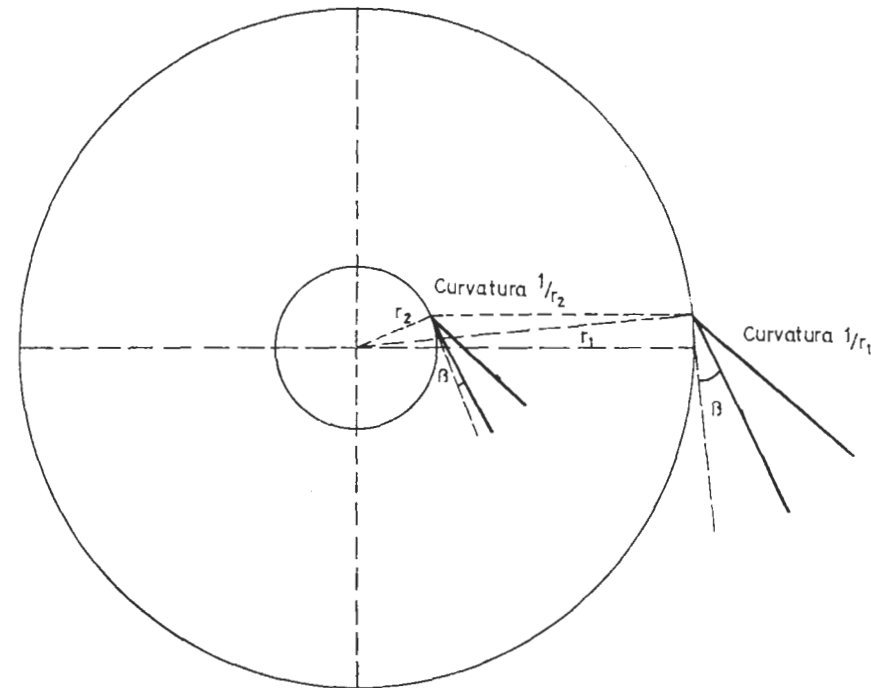


Teniendo en cuenta las fórmulas anteriormente deducidas, se llega a la conclusión de que manteniendo «h» positiva (por encima del plano de la desenrolladora) entre 0,5 y 1 milímetro se asegura la variación necesaria del ángulo.

Para $h = 0$, el ángulo de desahogo se conserva constantemente, pero

entonces al disminuir el radio el efecto de desdoblado de la chapa es mayor y las fendas de la cara son más pronunciadas (Fig. 2.6.5.2b).

Desde la posición «A» (Figura 2.6.5.2c), curvatura $\frac{1}{r_1}$, el ángulo de desahogo tiene que variar para



que en la posición «B», curvatura $\frac{1}{r_2}$, el ángulo del plano de deslizamiento

(espalda de la cuchilla) sea similar al que tenía al principio. Esta disminución se debe hacer automáticamente por la máquina cuando la relación inicial y final es superior a 3:1 ó 4:1, para lo que el eje soporte del carro portaherramientas es giratorio. La relación entre B y el radio de la troza es, según hemos visto anteriormente, $\text{sen } B \times D = 2h$.

Fleischer, en sus experimentos, demostró que para chapas delgadas se necesitan ángulos de desahogo mayores y, al contrario, son menores para chapas gruesas.

Para las desenrolladoras comerciales, los ángulos pueden variar entre 0° y 2° .

Finalmente, Mac Combe y J. W. Gottstein encontraron que para muchas especies dos y tres grados no son peligrosos.

Cuando se sobrepasan estos límites presentan los siguientes efectos: Valores superiores:

Vibración de la cuchilla y chapa. Valores inferiores:

Mayor consumo de energía, grueso variable y retraso en alcanzar el grueso nominal uniforme de la chapa.

Ángulos de ataque de 55° a 60° producen las rajadas de esfuerzo constante.

2.6.5.3.—Barra de presión de presión.

Los efectos de la barra de presión son los siguientes:

— Comprimir los tejidos delante del filo de la cuchilla.

Acción que se extiende un espacio considerable delante del filo de la cuchilla. Este aumento de la compresión en la cara cerrada de la chapa modifica la línea neutra de la misma y, por consiguiente, favorece la flexión y su paso por la ranura.

Esta compresión disminuye igualmente la profundidad de las fendas

Fig. 2. 6. 5. 2 c

de desenrollo de las chapas gruesas y prácticamente las elimina en chapas delgadas.

El efecto de la compresión tiende, por consiguiente, a disminuir o a anular, según el grueso de la chapa, los siguientes defectos del desenrollado.

- Fendas de tracción.
- Fendas de compresión.

- Guiar la cuchilla con respecto a la superficie exterior de la troza.
- Fijar el grueso de la chapa.

La situación de la barra de presión viene fijada con relación a la cuchilla (Fig. 2.6.5.1a) por:

- Desplazamiento vertical = h .
- Desplazamiento horizontal = m .
- Espesor de la chapa que quiere obtenerse = G .

Las conclusiones obtenidas en Plywood Laboratory, Division of Forest Product C.S.I.R.O. establecen que:

— Al aumentar la presión de la barra, la profundidad de las fendas y la resistencia a la tracción de la chapa aumenta, naturalmente, hasta un cierto límite, ya que, cuando ésta aumenta excesivamente, se producen desgarres.

— El grueso de la chapa disminuye generalmente poco con el aumento de la compresión de la barra.

El aumento de compresión aumenta el consumo de energía y lleva a las roturas de la troza que se desarrolla por el esfuerzo exagerado de las garras.

Los valores de compresión vienen dados por « m »; generalmente son admisibles hasta un 20 por 100, que puede ser de un 30 por 100 para maderas blandas.

— Los trabajos de varios investigadores (Nakamura, Saito, Saraos, Vanguard) llevan a la conclusión de que se puede obtener chapa de buena calidad con una amplia variación de desplazamientos verticales. Esta variación se establece entre 0—2 milímetros.

En cuanto a la forma y más especialmente al perfil de la barra de presión, se utilizan actualmente tres:

Industrial de la Madera y Corcho:



trabaja para usted poniendo
la investigación técnica al
servicio de su industria

- Perfil de aristas vivas y trapecoidales (Fig. 2.6.5.3b).
- Perfil de aristas suavizadas (Fig. 2.6.5.3a).
- De filo de rodillo.

En todos ellos viene fijado por el ángulo de afilado que suele ser de 50 a 60° y hasta 80°. Cuando las especies son propensas a desgarres se debe estudiar un perfil adecuado a ellas.

La barra de presión, cuyo principal objeto es, como su nombre indica, efectuar una presión adecuada para que la cuchilla efectúe el corte limpio, debe tener los bordes redondeados, ya que si no podría cortar la chapa y en el mejor de los casos, por lo menos, dejar una superficie marcada. Los dos tipos que suelen emplearse son los que se han puesto en las figuras 2.6.5.3. El de la figura 2.6.5.3a puede emplearse en cualquier tipo de desenrollado, pero presenta el inconveniente de que hace más difícil la graduación de « h », ya que no permite conocer exactamente el punto de apoyo directo sobre el tronco que se desenrolla. No obstante, es evidente que con un borde redondeado la superficie de presión es más pequeña y asegura, en el caso de emplear valores pequeños de « h », la obtención de una lámina de madera lisa y sin fendas superficiales. Muchos constructores utilizan, no obstante, un perfil con los filos « x » e « y » ligeramente ma-

tados. La superficie « S » no debe ser demasiado grande, pues si no opondrían una gran resistencia a la rotación del tronco; como orientación se dan los valores siguientes:

MADERAS		
duras	blandas	«S»
Espesores en mm.		
0,00 a 3,00	0,00 a 2,00	1,5 a 2,00
3,00 a 6,00	2,00 a 3,00	3,00
	3,00 a 6,00	4,00 a 5,00

En ambos casos se supone que la cuchilla y la barra de presión se mueven automática y simultáneamente.

El reglado conveniente de esta variante constituye la base fundamental del desenrollo y necesita práctica y muchos ensayos.

Las fórmulas recomendadas para un primer tanteo del problema, que luego los resultados obtenidos permitirán corregir, son las siguientes:

$$m = \frac{7}{10} \cdot G, \quad \text{y} \quad m = \frac{8}{10} \cdot G,$$

En la que « G » es el espesor de la chapa que pretendemos obtener. Se emplea la primera fórmula cuando las maderas sean duras, densidad superior a 0,700.

Además la « h » se establece en relación con los espesores de chapas que vamos a obtener con arreglo a la tabla siguiente:

Valores de « h » mm.	Valores de « G » mm.
0,00	Menor de 10/10
0,50	De 10/10 a 20/10
1,00	De 20/10 a 50/10
1,50	De 50/10 a 80/10

Otra fórmula que se recomienda también es la empírica de:

$$d = \frac{2}{3} \cdot G,$$

Efectuando los cálculos correspondientes con esta fórmula se obtienen valores algo diferentes a los

obtenidos con las anteriores. Teniendo en cuenta que $m^2 = d^2 - h^2$, los valores obtenidos serían como da una de las fórmulas fig. 2.6.5.3c:

«G ₁ » en mm.	$d^2 = \sqrt{m^2 + h^2}$			«h» en mm.
	$d = \dots \cdot G_1$	$m = 0,7 \cdot G_1$	$m = 0,8 \cdot G_1$	
1	0,66	0,70	0,80	0,00
2	1,33	1,40	1,70	0,50
3	2,00	2,30	2,60	1,00
4	2,66	2,90	3,30	1,00
5	3,33	3,80	4,20	1,50
6	4,00	4,40	5,00	1,50
8	5,33	5,70	6,50	1,50

2.6.5.4.—Afilado de la cuchilla.

— Se utiliza un filo de cuchilla de 25°, que es un afilado efec-

— Las fendas de la zona 1, debidas al curvado de la chapa, se reducen aumentando el ángulo de ataque, lo que lleva la disminución del ángulo de afilado de la cuchilla γ y el ángulo de desahogo B.

— Los desgarrres por compresión de la zona 3 se disminuyen con un afilado grande, es decir, el ángulo γ pequeño.

Estos son los factores favorables a un afilado fino de la cuchilla; por el contrario, hay otros que se oponen a ellos y son:

- El desgaste.
- El embotado.
- El mellado.

El desgaste depende de la densidad de la especie, contenido de humedad, aleación metálica de sustancias minerales en la madera. Este desgaste lleva al embotamiento o desaparición del filo cortante. Cuanto mayor sea el afilado, más pronto se llega al embotamiento de la cuchilla.

— El mellado consiste en la rotura irregular del filo de la cuchilla debido principalmente a la presencia de nudos, depósitos, arenas o piedras embebidas en el tronco.

— Al iniciarse el desenrollo con una cuchilla recién afilada, se produce un embotado inicial.

Leney ha estudiado los efectos del micro-afilado, o sea, el afilado en dos partes, como se indica en la figura 2.6.5.4a, con las siguientes ventajas:

- Se puede utilizar un ángulo de ataque grande (74° 30').

tivo y más duradero desde el punto de vista de desgaste.

— El micro-afilado en 2 mm., con un ángulo de desahogo negativo de 9° 30', comprime las células debajo de la cuchilla, lo que da un ángulo virtual de afilado de 15° 30'.

— La fuerza F_r necesaria es inferior a la que se necesitaría con una cuchilla de la misma geometría.

— La fuerza F_n queda prácticamente reducida a cero, ya que

Fig. 2. 6. 5. 4 a

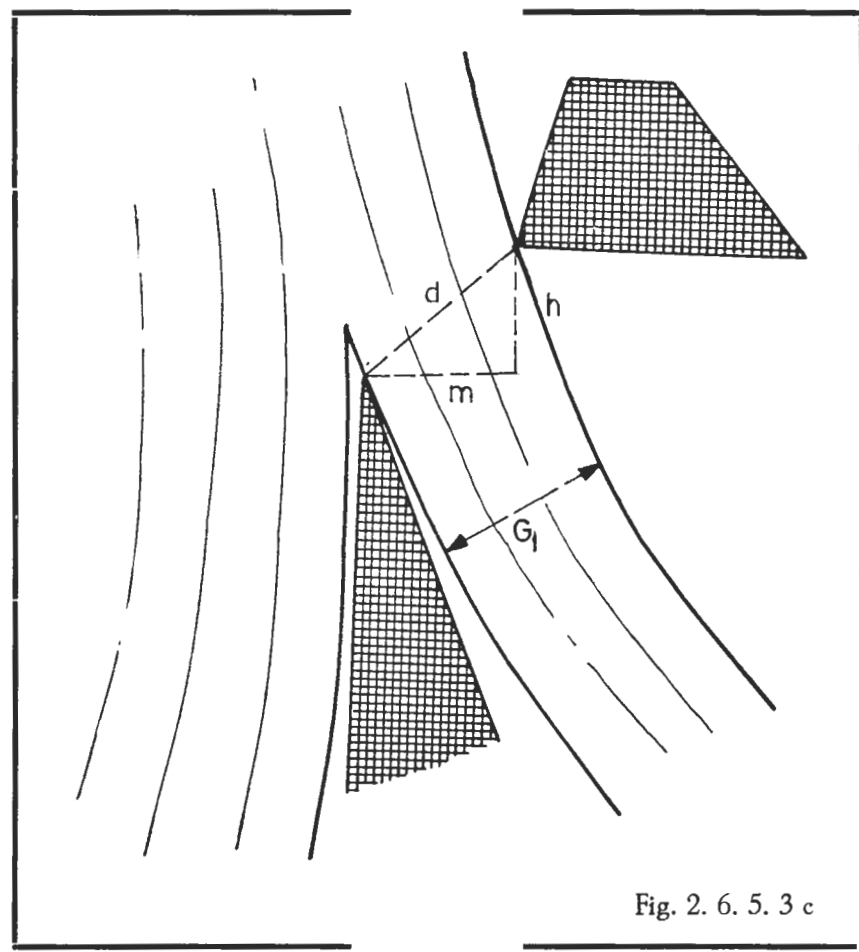
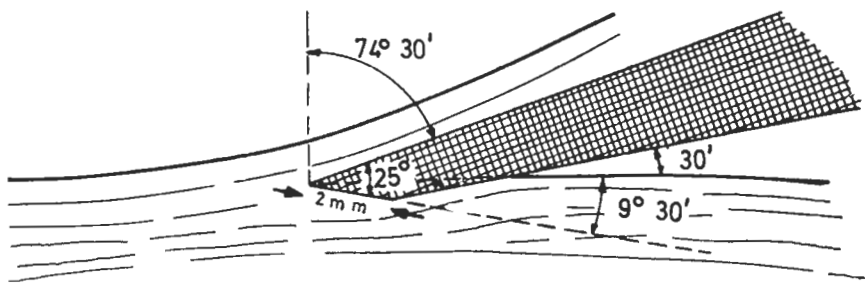
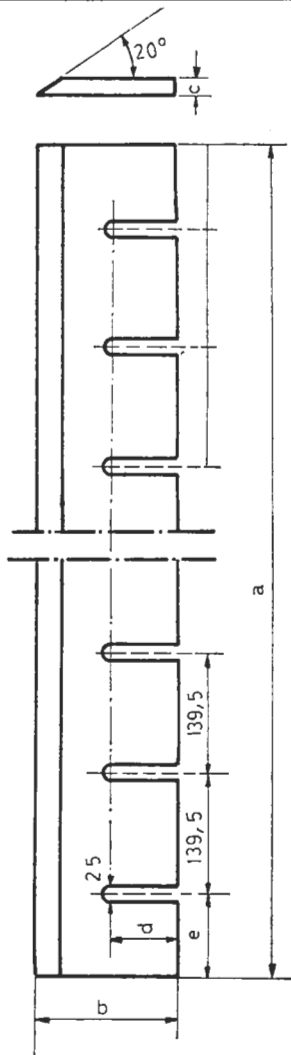


Fig. 2. 6. 5. 3 c

**CUCHILLA DE DESENLORO DE 2810.2
NORMA FRANCESA E 64502**

Fig. 2. 6. 5. 4 b



a	b	c ₁	c ₂	d	e	n
920	150	-	16	50	111,25	6
1370	150	-	16	50	127,00	9
1650	180	2	16	78,5	127,5	11
2300	180	2	16	78,5	103,75	16
2810	180	2	16	78,5	79,75	20
3350	180	2	16	78,5	140 50	23

Cotas en mm (vease figura)

a=longitud de cuchilla.

b=ancho total de cuchilla

c₁ = espesor de cuchilla para las delgadas

c₂ = espesor de cuchillas para las gruesas

e = distancia del extremo de la cuchilla a la primera ranura.

n = numero de ranuras de la cuchilla

d = distancia del borde no cortante al centro de las ranuras.

antes, como hemos visto, era negativa.

Para conservar el afilado ha de tenerse en cuenta:

- Emplear un ángulo de afilado adecuado de 20 a 25°.
- Afilar las cuchillas cada ocho horas de trabajo.
- Limpiar bien los troncos de residuos pétreos y metálicos.
- Eliminar los nudos.
- Tratamientos previos de reblandecimiento de la madera por estufado, vaporizado o cocido.

En la figura 2.6.5.4b se dan las características de la cuchilla de desenrollo de acuerdo con la norma francesa E 64 502.

2.6.5.5.—Velocidad de corte.

En la calidad de la chapa tiene, generalmente, más importancia los factores anteriormente enumerados que la velocidad de desenrollo. A este respecto se dice que la velocidad de desenrollo mejor es la de 60 metros por minuto.

En el laboratorio de la C.S.I.R.O (Australia) se ha encontrado cierta relación entre la velocidad de desenrollo y la vibración o traqueteo de la máquina; así, vibraciones de las máquinas producidas a 20 metros por minuto y a 120 metros por minuto desaparecen a 60 metros por minuto.

C. P. O.

Fig. 2. 6. 5. 3 b

