

308917

20
24



UNIVERSIDAD PANAMERICANA

ESCUELA DE INGENIERIA

Con estudios incorporados a la UNAM

“Diseño de un ablandador de madera por medio de vaporización indirecta para la obtención de chapa”

T E S I S

Q u e p r e s e n t a

MARIO PEZZI CASTAÑEDA

para optar por el Título de
Ingeniero Mecánico Electricista
Area Ingeniería Industrial

México, D. F.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1990



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE

I Introducción.	1
II Generalidades.	4
2.1 Vaporización indirecta.	5
2.1.1 Efectos del vapor sobre las maderas.	7
2.1.2 Diferentes tipos de corte de un tronco.	12
2.1.3 Duración del tratamiento.	16
2.1.4 Ventajas y desventajas sobre otros tratamientos.	22
2.1.5 Procedimiento.	24
2.1.5.1 Fase activa.	29
2.1.5.2 Fase pasiva.	31
2.1.5.3 Fin.	32
2.1.5.4 Agua residual.	33
2.2 Calor producido.	34
2.3 Calor absorbido.	38
2.3.1 Humedad e hinchazón.	39
2.3.2 Condiciones de los troncos.	46
2.3.3 Constitución de los troncos.	49
	ix

2.3.4 Medidas de los troncos.	51
2.3.5 Penetración de la humedad.	54
2.3.6 Conducción del calor.	55
2.4 Otros tratamientos para ablandar la madera.	56
2.4.1 Vaporización directa.	56
2.4.2 Calentamiento con energía eléctrica.	58
2.4.3 Calentamiento con alta frecuencia.	60
2.4.4 Calentamiento con rayos infrarrojos.	61
2.4.5 Vaporización directa con mucha presión.	61
III Diseño del equipo.	63
3.1 Tinas.	64
3.1.1 Medidas estándar.	68
3.1.2 Tapadera.	71
3.1.2.1 Hermeticidad.	75
3.1.3 Tubería de alimentación.	79
3.1.4 Material de construcción.	80
3.1.5 Aislante térmico.	82
3.1.6 Fases de la construcción.	83
3.2 Aplamamiento de las maderas.	85
	x

IV Conclusiones 91

V Referencias bibliográficas. 94

Anexos.

Fig. 1 Variaciones dimensionales de la madera de pino por el efecto del calentamiento.

Fig. 2 Esquemas de la preparación de los troncos.

Fig. 3 Esquemas de rebanados de los troncos.

Fig. 4 Desarrollo de la temperatura en el interior de un tronco de pino durante la vaporización a 127 °C.

Fig. 5 Correlación entre el tiempo de vaporización, el diámetro del tronco y la densidad en bruto de la madera.

Fig. 6 Tiempo de calentamiento con el tratamiento de vaporización indirecta para troncos de distintos diámetros (hasta un diámetro de 150 mm).

Fig. 7 Tiempo de calentamiento con el tratamiento de vaporización indirecta para troncos de distintos diámetros (hasta un diámetro de 200mm).

Fig. 8 Coeficiente de correlación de las Fig. 6 y 7 por peso específico diferente y por el calentamiento completado con agua o con vapor.

Fig. 9 Temperaturas favorables en los troncos a rebanar o deshojar en relación a la densidad que la madera contenga al momento de trabajarse.

7

Fig.10 Balance térmico estudiado durante la vaporización de los troncos de caoba con distintos diámetros.

Fig.11 Avance de la temperatura con el tratamiento de vaporización indirecta, después de 12 horas del paro de suministro de vapor.

Fig.12 Avance de la temperatura con el tratamiento de vaporización directa, después de 12 horas del paro de suministro de vapor.

Fig.13 Correlación entre la duración de la cocción, el diámetro del tronco, la densidad en bruto de la madera y la temperatura del agua caliente.

Fig.14 Variaciones en la densidad en bruto o peso específico de la caoba.

Fig.15 Variación del grado de humedad en las chapas de caoba.

Fig.16 Velocidad de la pérdida del agua.

Fig.17 Distribución de la humedad en el interior de un tablón de encino a distintas distancias del corte.

Fig.18 Esquema de una tina seccionada para el tratamiento de vaporización indirecta.

Fig.19 Sistema de llenado y de vaciado de una tina para el calentamiento de la madera.

Fig.20 Tapadera de las tinas para el tratamiento de vaporización

Indirecta.

Fig.21 Sello perimetral a base de agua.

Fig.22 Tipos de serpentines tubulares más usados en la práctica.

Fig.23 Métodos para el llenado de una tina.

Fig.24 Esquema seccionado de una tina para el tratamiento de vaporización directa.

CAPITULO I
INTRODUCCION

La finalidad de este estudio es diseñar un equipo para obtener un ablandamiento de los troncos de madera, por medio del tratamiento de vaporización indirecta, en forma económica y al precio mas bajo posible, para obtener chapa.

Como se sabe, para poder trabajar los troncos, o bien reducirlos en hojas de distinto espesor, lo más delgado posible (chapa), es necesario que estas se encuentren en condiciones tales que las máquinas operadoras puedan efectuar fácilmente su trabajo de extracción en forma regular y suave. En la producción de hojas de chapa por rebanado o deshojado (desenrollado), el tratamiento para ablandar los troncos es de gran importancia.

Pero en la práctica, es considerado generalmente un tratamiento fácil y elemental, y se hace con cierto desculdo, según cánones muy discutibles, aproximados y empíricos.

Bajo el aspecto real el tratamiento de vaporización indirecta hay que clasificarlo entre los menos conocidos, porque para realizarlo se deben de considerar varios aspectos y comportamientos de la madera.

Estos están ligados e influenciados por muchos factores, los cuales difícilmente se pueden establecer como leyes fijas o comunes.

Los resultados reportados servirán a las personas interesadas (los cuales deberán de poseer conocimientos sobre las maderas) para buscar reglas de fácil aplicación, válidas para su propio sistema productivo interno y para sus propios tipos de maderas a trabajar.

De esta manera el tratamiento de ablandado de la madera ya no se hará con los procedimientos empíricos hasta hoy adoptados, sino será regulado por teorías obtenidas a través de estudios conducidos sobre bases científicas.

Aquí se proporcionarán únicamente explicaciones simples y prácticas, evitando en lo posible profundizar en descripciones teóricas, que harían más compleja la interpretación.

Pero ya que el fenómeno es vasto y complejo, para poderlo ilustrar ampliamente, se tiene que recurrir a conceptos teóricos, que se limitarán al mínimo, para una visión de conjunto, que se considera indispensable.

CAPITULO II
GENERALIDADES

2.1 Vaporización indirecta.

El propósito del tratamiento es el de ablandar la madera y dejarla en condiciones para rebanarla o deshojarla, es decir, obtener lo que comúnmente se conoce como chapa.

Para suavizar la madera es necesario un ambiente con presencia de calor y humedad; si en el ambiente existiera únicamente calor seco, los troncos de madera estarían sujetos a tensiones térmicas, con una compresión muy intensa, que obligaría a los troncos a romperse y llenarse de fisuras con relativa facilidad.

Con la vaporización indirecta se da un intercambio de calor entre el vapor (o agua caliente en el fondo) y la madera fría. La fuente de calor húmedo es la más alta que se puede obtener para que la madera se pueda beneficiar, compatiblemente con las leyes que regulan el tratamiento.

En las tinas de tratamiento para vaporización indirecta se encuentra un baño de agua dentro del cual está colocado un serpentín tubular. La transformación del agua en vapor se obtiene en una tina cerrada. En el serpentín tubular pasa, como en cualquier medio de calentamiento, el vapor o agua recalentada.

El medio de calentamiento es un circuito cerrado, y por lo tanto, aumenta el aprovechamiento del calor.

El calentamiento de la madera se realiza en forma muy delicada ya que la temperatura aumenta lenta y gradualmente. La penetración del calor ablanda la estructura de la madera. Aunque es difícil de separar, la influencia de la temperatura en la variación de la humedad, se puede decir que, con un aumento constante en la humedad de la madera, al elevarse la temperatura provoca un ablandamiento que poco a poco es más sensible. En la práctica, éso se manifiesta, por ejemplo en las maderas, en una disminución de resistencia en la compresión y flexión con el incremento de la temperatura.

Si se pone en vaporización a la madera verde, o de alguna manera todavía fresca, con un alto contenido de agua libre y goteando a la presión atmosférica, antes que todo se va secando. Al contacto con el vapor que tiene una temperatura mayor a los 100 °C, el agua libre contenida en los estratos superficiales de la madera se vaporiza; el calor absorbido de la vaporización del agua superficial tiende a mantener la madera abajo del punto de ebullición del agua, mientras que hasta que existe agua libre en las cavidades celulares externas, un ligero extracto de vapor más o menos saturado protege la superficie de la madera de las

7

severas condiciones de secado que seguido se encuentra en las maderas que contienen altas temperaturas con un grado de humedad relativa prácticamente nulo.

Aunque estas condiciones no se pueden obtener en las tinas para la vaporización indirecta, como información adicional, será importante conocer que el porcentaje de humedad en la madera en un ambiente con vapor arriba de los 100 °C decrece con el aumento de la temperatura; de hecho en un diagrama de Keylwerth (Ref. Bib. 1), se puede observar que mientras la humedad de la madera a 100 °C, en vapor a presión ordinaria, es del 22%, a 110 °C es apenas del 7%, a 120 °C menos del 5%, a 130 °C del 3%, y así sucesivamente.

Cuando la madera fría entra en contacto con el vapor, son inevitables los fenómenos de condensación.

2.1.1 Efectos del vapor sobre las maderas.

Los efectos del vapor sobre las maderas, además de ablandar, se pueden resumir en:

a) Tendencia a llevar la tasa de humedad hacia el límite de saturación de las fibras.

7

b) Disminución de la contracción con relación a la contracción de la madera sometida al vapor, o sea, parece que esto sucede por el conjunto de dos causas concomitantes:

1. La acción de la temperatura elevada (ésta tiene mucho mayor influencia cuanto más se acerca a los 100 °C).

2. La acción del vapor mismo, es más notable cuando es mayor la presión aplicada.

c) Cambios de color. Cada madera tiene ciertas modalidades de tinta que son muy peculiares. En definitiva, los tejidos de las maderas de por sí serían de un color blanco amarillizo; pero las distintas sustancias accidentalmente presentes en sus jugos, pegados sobre las paredes celulares o en las cavidades, pueden alterar profundamente dicha tinta. Hay que observar que las sustancias colorantes extrañas a las paredes celulares pueden ser sin color cuando se encuentran completamente frescas, mientras que asumirán una nueva coloración después de ser expuestas al aire, o a un tratamiento térmico, o en presencia de otras sustancias. Los fenómenos de oxidación de los jugos son aquéllos que causan los cambios de tonalidad del color en las maderas. La mayoría de las veces las sustancias contenidas accidentalmente en las maderas confieren a éstas colores oscuros, rojizos, grises, amarillosos, etc. El

color muy raras veces es uniforme pero tiene colores alternos con relación a la primavera y el invierno de cada anillo de crecimiento anual.

A temperatura más elevada, algunos elementos de la madera, sufren una oxidación que los hacen más solubles, de manera que aumenta en conjunto, la cantidad de sustancias que se transforman en solución con el agua caliente que proviene de la condensación del vapor.

Dicha oxidación actúa también sobre sustancias colorantes, y produce una coloración más oscura y más intensa en las maderas. Al prolongarse el tratamiento, las maderas obtendrán siempre un color más oscuro, ya que se manifiesta más intensamente la acción oxidante.

d) Eliminación de sustancias que no son componentes propios de las paredes celulares y, que por ser además azúcares y almidones, se pudren fácilmente.

La presencia en el agua de la condensación de sustancias de fácil alteración, como azúcares, almidones y albúminas contenidas en la savia de la planta, hace que en su eliminación se esterilice la madera.

Exámenes hechos con papel cromático de las condensaciones de vapor (de E. L. Plath, Ref. Bib. 2) llevan a concluir que durante la vaporización se liberan también sustancias de pectina de la madera y ciertas partes de lignina se hacen solubles en el agua. La reducción de

7

las sustancias endurecedoras en las láminas centrales ablanda a la madera en su celulosa y favorece la formación de superficies lisas al momento de deshojar y rebanar la madera para obtener chapa.

Con la vaporización se logran, el reblandecido de la suciedad superficial adherido a los troncos y el reblandecido de la corteza.

Para evitar las peligrosas tensiones internas de calor sin olvidar la necesidad de aprovechar al máximo el calor, no se debe mantener dentro de las tinajas temperaturas más altas de aquéllas que requiere la relación entre calor producido y absorbido.

Para los troncos con diámetro muy grande o bloques con grandes dimensiones, pueden ser un problema muy serio las tensiones térmicas que pueden causar roturas durante el período de calentamiento.

Las roturas se producen principalmente en los extremos. También con los troncos de diámetros medianos (de 300 a 500 mm), perfectamente inmunes de cualquier fisura inicial, en forma de pata de gallina, se observan frecuentemente grietas centrales que disminuyen muchísimo su rendimiento. Para determinar el origen de este fenómeno tan dañino se desarrollaron investigaciones tomando como base para el estudio la madera de pino. La causa se encontró en el diferente comportamiento ante el calentamiento de la madera en sus dos direcciones, tangenciales

o radiales. Esta prueba se desarrolló sometiendo cinco muestras de pino en condiciones diferentes de calentamiento de la manera siguiente:

a) La primera, "A", sumergiéndola en agua a 60 °C por una hora, después en agua a 80 °C por otra hora, y al final sumergiéndola en agua a 100 °C por una hora.

b) La segunda, "B", sumergiéndola en agua a 80 °C por una hora y después sumergiéndola en agua a 100 °C durante otra hora.

c) La tercera, "C", sumergiéndola en agua a 100 °C por sólo una hora.

d) La cuarta, "D", exponiéndola al vapor a 110 °C por una hora y después exponiéndola al vapor a 120 °C durante otra hora.

e) La quinta, "E", exponiéndola al vapor a 120 °C por tan sólo una hora.

Se obtuvieron las variaciones dimensionales con sus porcentajes indicados en el diagrama de la fig. 1.

Como se podrá observar en la dirección tangencial, se encuentra una hinchazón o alargamiento positivo, mientras que en la dirección radial se manifiesta una contracción negativa, con variaciones desde 1/3 a 1/6 de uno a otro, es obvio que intervengan en la madera tensiones, que por el estado particular de elasticidad de la madera húmeda calentada

llevan fácilmente a roturas centrales.

Es cierto que la madera experimenta un aumento de volumen mayor cuando es impregnado de agua y calentado, y si es así, se admite, que en el mismo momento están presentes calor y humedad. Las dilataciones térmicas con la presencia de humedad generan estímulos moderados, por su estado de extrema elasticidad de las células que llevan a amortizar las tensiones. Con la vaporización indirecta, la velocidad de penetración del calor es mucho mayor que la penetración de la humedad (el calor se evalúa en horas, mientras que la humedad se evalúa en días); la mayor velocidad de penetración del calor lleva casi siempre a determinar dilataciones térmicas en las zonas de escasa humedad y a crear tensiones internas muy notables.

2.1.2 Diferentes tipos de corte de un tronco.

Para establecer si un tronco debe ser cortado de una manera o de otra, depende de su calidad, de las condiciones existentes y de las dimensiones de la madera. En la práctica común se dice que se pueden someter a la vaporización indirecta, sin correr riesgos, los troncos reducidos en un único bloque con las dimensiones máximas de los lados

de 40 a 50 centímetros (Ver particular A de la fig. 2) o bien, dividido en dos mitades (corte a la Italiana, ver particular B de la fig. 2) para los que poseen un peso específico que varía de 0.5 a 0.7 (caoba, nogal, etc). Refiriéndose a los particulares A y B de la fig. 2 hay que hacer notar que, con troncos en un bloque único o en dos mitades, en la zona X se obtendrán hojas con dibujos a flamas, en la zona Y se obtendrán hojas con dibujos rayados, haciendo el corte transversalmente a los anillos de crecimiento y en la zona central W en donde no siempre se facilita el corte por la presencia de la parte más dura del tronco, se obtendrán hojas rayadas en la parte exterior y flameadas en la parte media.

Se advierte también que las hojas amplias se deben cortar a velocidad más bajas y hacen difícil su manejo.

En las fábricas rebanadoras, es muy usada la técnica de accionar el tronco en cuatro partes (corte a la francesa, ver el particular C de la fig. 2) sobre todo para las maderas con peso específico cercano a 1 (polissandro, palofferro). Esta técnica permite obtener ciertas ventajas que se enumeran por orden de importancia:

a) Posibilidad de ejecutar la totalidad de los cortes en sentido perpendicular a los anillos de crecimiento de manera que la superficie rebanada coincida con la sección radial del tronco y las hojas aparecen

7

con muchas rayas paralelas (vulgarmente llamados rayitos) constituye un rayado brillante de aspecto particularmente agradable. Este rayado es objeto de gran demanda y aumenta el valor comercial del producto. Ya que en el comercio, las hojas rayadas son las más apreciadas y muy bien pagadas, los troncos se cortan en cuatro partes, y así se obtiene la mayor cantidad de hojas con figura de rayas, las cuales no se obtendrían con otros cortes. De hecho si se tuvieran que comparar dos troncos con las mismas dimensiones y características y se redujeran ambas en hojas de chapas, el primero en forma de tronco único, y el segundo en cuatro partes (corte a la francesa), se obtendría en el primero una cantidad de hojas rayadas un poco menor de la mitad de las que se obtendrían en el segundo. Resulta obvio que la comparación sólo puede interesar para los efectos de la cantidad de hojas producidas, mientras que pierde su importancia si se considera la superficie total de las hojas obtenidas con los dos sistemas.

b) Disminución en los tiempos de calentamiento gracias a la formación de bloques con dimensiones más pequeñas, lo que facilitará la penetración del calor.

c) Posibilidad de aumentar el volumen del tronco sin someterse a fuertes tensiones térmicas. Con la división del tronco en cuatro partes,

7

se viene a romper la continuidad de los tejidos que constituyen el árbol y las variaciones volumétricas en estas partes libres generan tensiones muy moderadas. Refiriéndose a la disminución de volumen o la pérdida de humedad, el particular D de la fig. 2, ilustra las fuerzas que por el efecto de contracción se manifiestan en los cuartos del tronco. Hay que observar que en la contracción radial "RR" tiende a acercar todo el sector hacia el centro mientras que la contracción tangencial "RT" tiende a restringir lateralmente el cuarto.

d) Eliminación de la parte dura interior del tronco, la cuál dificulta el proceso. En algunas maderas, como el polisandro o el palo fierro, se acumulan residuos de sustancias minerales (carbonatos, silicios) y estas sustancias se encuentran en mayor cantidad a medida que nos acercamos al centro del tronco. Dichas sustancias constituyen un inconveniente muy serio, ya que durante el proceso pueden dañar seriamente las navajas de las máquinas de corte. Con la separación de las partes centrales, las cuales contienen abundantes sustancias minerales solidificadas (vulgarmente llamadas ferret) se contribuye a hacer más ágil el trabajo de la rebanadora.

La fig.3 muestra algunos esquemas de como se puede obtener la chapa con el proceso de rebanado o con el proceso de deshojado.

Puede suceder que los cuartos de madera dura con peso específico alrededor de 1, más bien largos pero con sección pequeña, tienden a torcerse después de ser sometidos al tratamiento. Cuando éstas vienen fijadas sobre la mesa de la rebanadora, su plano anterior curvo no puede apoyarse al plano de la viga de reacción al corte, y por lo tanto, están sujetos a un muelleo, haciendo difícil el trabajo. En estos casos, será siempre conveniente efectuar la preparación del plano anterior que deberá apoyarse a la viga de reacción al corte de la máquina con la sierra cinta, únicamente después que los bloques se hayan sometido al calentamiento.

2.1.3 Duración del tratamiento.

La transmisión del calor al interior del tronco requiere un cierto tiempo, el cuál depende de las condiciones, dimensiones y tipo de esencia, especialmente para piezas con dimensiones muy grandes; para alcanzar a obtener en el interior una cierta temperatura, será necesario calentar durante un tiempo bastante largo de manera que sobre la superficie exterior, la temperatura llegue a valores muy elevados tales que puedan resultar dañinos para la madera.

Según J. D. Mac Lean (Ref. Bib. 4), la temperatura óptima para trabajar los troncos se alcanza más rápidamente (de 5 a 10 %) con el tratamiento de vaporización indirecta, que con el de cocimiento en agua.

La fig.4, indica el avance de la temperatura en el interior del tronco de una madera redonda de pino, originalmente verde. En la práctica, las indicaciones sobre la temperatura y los tiempos de los tratamientos varían mucho. Esto lo favorece también el escaso conocimiento de los fenómenos, por parte de los encargados del manejo de las tinas y de la propia dirección, en los conceptos poco claros que regulan los tratamientos.

Como norma importante se ha demostrado la conclusión práctica de que los tiempos de vaporización, a paridad de medidas, se incrementan al aumentar la densidad en bruto de la madera.

La fig.5, indica la influencia del diámetro del tronco con relación a la duración de la vaporización en maderas de distintas densidades. La duración del tratamiento varía según el estado de la madera: desde un mínimo de 24 horas para maderas blandas y de medidas pequeñas, y puede aumentarse hasta durar varios días para maderas duras como el ébano y el polisandro o bien para dimensiones grandes. Para citar un ejemplo concreto del tiempo necesario para hacer llegar el vapor al

interior de los troncos, puede decirse que una cepa de nogal negro de 60 cm. de diámetro y un largo de 240 cm. sumergido en agua a 100 °C, llega a tener en el centro, temperatura de 44 °C después de 20 horas, de 61 °C después de 30 horas, de 73 °C después de 40 horas, y de 82 °C después de 50 horas.

Para buscar y determinar en forma práctica los tiempos de duración del tratamiento, serán muy útiles los diagramas de la fig. 6 y de la fig. 7.

Según H. O. Fleischer (Ref. Bib. 5), estos diagramas indican la duración de calentamiento con las temperaturas deseadas, referidas al diámetro de los troncos: la fig.6 representa las curvas relativas al calentamiento interior hasta un corazón de 150mm, mientras que la fig.7 representa un calentamiento hasta un rollo de 200mm.

Los diagramas son válidos para madera de encino con la densidad base (relación entre el peso seco y el volumen verde) de 0.5 para el tratamiento de cocción. Si por ejemplo se tuviera que calentar un tronco con un diámetro de 76 cms. a más o menos 65 °C, calculando tener una temperatura de trabajo hasta el centro del tronco de 150 mm., se puede comprobar en el diagrama de la fig. 6 que el tiempo de cocción requerido es de 48 horas.

7

Para otras densidades de base u otras densidades en bruto, y si el calentamiento se hace con vapor o con agua caliente, será necesaria una corrección. Para la selección de los coeficientes de corrección se debe de utilizar el diagrama de la fig.8.

Por ejemplo, para una madera con una densidad en bruto de 0.5 tratada con vapor, se puede leer un coeficiente de corrección (proveniente de una variación de conductividad de la temperatura) de 0.83 más o menos. La duración de la vaporización se calculará en 48 horas (número de horas necesarias para el calentamiento con agua caliente) X 0.83 (coeficiente de corrección con empleo de vapor) = 40 horas aproximadamente.

Para poder abreviar los tiempos de vaporización de los troncos grandes para ser deshojados, E. Morat (Ref. Bib. 2) recomienda hacer el tratamiento en dos fases: un primer calentamiento seguido de la rebanadora para deshojar hasta un diámetro de 400mm; luego un segundo calentamiento y deshojar hasta el corazón.

Particularmente interesante se presenta el diagrama de la fig.9 el cual se debe usar en común con los diagramas de las fig. 6, 7, 8 y sirve para establecer las temperaturas óptimas que deben contener los troncos mediante el proceso de corte.

7

Si durante el proceso, la temperatura de los bloques bajara y se saliera de el campo marcado por las rayas, entonces las hojas tendrían un espesor variable, serían muy frágiles y sus superficies se presentarían muy irregulares; si en cambio las temperaturas estuvieran por arriba del campo óptimo de trabajo, las superficies aparecerían toscas y lanudas. Para la extirpación de hojas de espesor más grueso, se deben de escoger los límites superiores de temperatura.

En general se puede decir que las maderas ligeras (con peso específico bajo) y además suaves, se pueden trabajar a temperatura ambiente sin darles ningún tratamiento de calentamiento, teniendo en cuenta que el ángulo de corte escogido de las máquinas operadoras sea exacto.

Se citan por ejemplo la elaboración de la madera de palofierro y del chenchen la cual es posible efectuar en frío debido al peso específico más bien bajo de estas maderas (el peso específico de la madera desflepada al aire libre es de 0.4 a 0.5 en el chenchen y del 0.6 a 0.7 en el palofierro). Otro ejemplo más lo cita A. Kuhlmann (Ref. Bib. 5), el cual encontró que para trabajar la caoba, 60 °C son termicamente muy favorables y que en todos los casos, se podrían obtener hojas con superficies lisas aún con una temperatura media del tronco de 40 °C.

7

Cuando se trabaja el roble, el nogal, el castaño, el fresno, etc, es bastante fácil y frecuente obtener hojas que presentan ciertas manchas oscuras. El fenómeno se origina por el hecho que estas maderas tienen incorporadas pequeñas cantidades de tanino. El tanino tiene cierta afinidad con el fierro (Fe), y al contacto con las partes mecánicas tiene ciertas reacciones con éstas, produciendo una sustancia muy oscura que causa las manchas. Cuando no existen limitantes del tiempo de tratamiento que es el que impone la coloración de las hojas, para evitar al máximo este inconveniente, se deben de someter al tratamiento mas tiempo los bloques, para que el tanino presente en la sabla interior, pueda disolverse con el vapor junto con otras sustancias. Al prolongar al máximo el tratamiento se obtienen troncos con muy bajo contenido de tanino. Sucesivamente esos troncos al reducirlos en hojas, se obtendrá una gran disminución del defecto de las manchas.

Observando los balances térmicos relativos (ver diagrama de la fig.10), se aprecia que el elemento decisivo de valorización es la pérdida por la emisión de calor en el medio ambiente debido a una cubierta no hermética. En cambio, con una cubierta hermética, el uso del calor disminuye muchísimo. Porque la dispersión del vapor en el aire libre está unido a la cantidad de calor producido y calor absorbido, sería

recomendable la instalación de reguladores de la cantidad de vapor distribuido que aseguren el mantenimiento de la temperatura media de vaporización más favorable.

Una desventaja digna de mencionarse es el calor emitido por los bloques a causa del cual pueden calentarse en forma excesiva la máquina de corte, de modo que se produzcan en ellas ciertas alteraciones que influyen desfavorablemente sobre la regularidad del producto.

La duración de las navajas de corte es más larga cuando se deshojan bloques vaporizados que cuando no lo son, comparando siempre bloques exentos de toda impureza.

2.1.4 Ventajas y desventajas sobre otros tratamientos.

Haciendo una comparación con otros tratamientos, el alto costo para la construcción de las tinas para la vaporización indirecta vienen más que compensado con el bajo costo de mantenimiento.

Con la vaporización indirecta lo óptimo de la temperatura se obtiene más lentamente y más uniformemente que con la vaporización

directa, sin que se prolonguen los tiempos del tratamiento. Los diagramas de la fig.11 y de la fig.12 ilustran gráficamente dichos fenómenos.

Con la vaporización indirecta se tienen las siguientes ventajas y desventajas:

VENTAJAS:

1. Tratamiento sumamente delicado de la madera, y por lo tanto, daños casi nulos.
2. Posibilidad de recuperar el vapor condensado y consecuentemente un buen ahorro de la energía térmica.
3. Ninguna dificultad creada por la formación de condensación.
4. No es necesario que el vapor esté exento de aceite.
5. Posibilidad de conectarse con otras instalaciones de diversos tipos, como por ejemplo, una planta de agua caliente a alta presión que llevaría a un alto ahorro del trabajo.

DESVENTAJAS:

1. En caso que se tuviera que usar vapor como energía térmica, la presión dentro de la tubería sería un poco más elevada que si se utilizara con la vaporización directa (de 1.3 hasta 1.4 atm).

2. Conductos tubulares costosos y muy extensos.

CONSUMOS:

La necesidad total de calor viene influenciada de la cantidad de troncos que una pila contenga. Por lo tanto, para efecto de calcular, se puede referir el consumo de calorías en un metro cúbico sólido (la definición corresponde en idioma alemán, se expresa con, la abreviación fm, que significa fest meter).

Para calcular los costos generales es necesario que se investiguen todos los consumos referidos de acuerdo con las cantidades producidas. Las definiciones técnicas podrían expresarse por el consumo de calorías según el tratamiento usado, las dimensiones de la madera y la temperatura usada.

2.1.5 Procedimiento.

Como se ha visto la vaporización indirecta es aquel tratamiento que permite suministrar a las maderas, con presencia de humedad, la máxima cantidad de calor obtenible en un ambiente cerrado a la presión atmosférica sin alterar en forma dañina el estado físico de los cuerpos,

7

produciendo en ellos únicamente variaciones volumétricas, pérdida de constituyentes internos volatilizables a altas temperaturas y cambios de calor por oxidación de calor.

Además de los factores enumerados en este capítulo, el proceso del tratamiento está ligado también al método de suministro de energía térmica. De hecho en las fábricas para deshojar madera puede haber dos maneras de erogar la energía: en forma continua y en forma alterna.

Es raro encontrar en la industria para la elaboración de la madera la aplicación del método de forma continua, por lo tanto nuestra descripción la orientaremos hacia el método de forma alterna, el más aceptado en la práctica común.

En las fábricas para deshojar madera que operan con el método alterno, el calentamiento de las maderas se da en forma espaciada, con periodos diurnos de calentamiento que pueden variar de 10 a 18 horas, sucesivamente periodos nocturnos, durante los cuales la energía del calor ya no se suministra dentro de los serpentines tubulares. Los motivos que llevaron a determinar este método de conducción son los siguientes:

1) Conexión del tratamiento con el funcionamiento de la secadora.

Por lo regular, la secadora opera 16 horas diarias, distribuidas en dos

turnos. La potencia térmica de la caldera, en este período de selección mancomunada se aprovecha completamente.

2) No será conveniente poner a funcionar la caldera únicamente para producir una pequeña cantidad de calor para el calentamiento de las tinas en el período nocturno.

Cuando existan esencias claras, para las cuales la tonalidad de color incide de manera sobresaliente sobre el valor comercial, y para las cuales el tiempo del tratamiento sea alrededor de unas 10 horas, será siempre conveniente llevar a cabo la vaporización sin interrupciones. Porque los tiempos breves lo permiten, el tratamiento continuo nos da la posibilidad de obtener las maderas con la coloración deseada, sin correr el riesgo de obtener tonalidades muy diferentes y más oscuras, que llevarían al demérito del producto.

Para no ampliar en forma desmedida este argumento, se describirá solamente el calentamiento de los troncos en su estado de bloque único, sobre los cuales haya sido quitado, mediante corte de sierra, las 4 rebanadas de corteza, con el fin de obtener partes planas para dar inicio al corte de hojas delgadas con un largo comercial. (ver el particular A de la fig.2).

El bloque único es la peor condición para una madera a calentarse

porque, manteniendo intacta su propia estructura que tenía en su vida vegetativa, se revela un campo favorable al generarse tensiones térmicas peligrosas.

En cambio en los troncos reducidos en dos o en cuatro partes, no es tan marcado el problema de las tensiones térmicas porque al cortarlos además de romper la continuidad de los tejidos, pone al descubierto las zonas internas ricas de humedad, de manera que, se crean condiciones óptimas para la expansión de calor y para dejar libre las variaciones volumétricas.

Considerando lo apilado de los bloques dentro de la tina, hay que considerar que con la vaporización indirecta, no todas las maderas sufren un mismo tratamiento. Las capas medias y superiores están inmediatamente expuestas y se mantienen, a la acción directa del vapor y gozan del máximo calor, unida a la humedad moderada. Las capas inferiores, sumergidas en el agua sufren en cambio, un tratamiento mixto de cocción y vaporización; ellos se benefician de una menor fuente de calor y de una cantidad absoluta de humedad. Conforme avanza el procedimiento el nivel del agua disminuye gradualmente y las capas inferiores pasan poco a poco de un estado de cocción a un estado de vaporización.

Llegados al final de la operación, si la cantidad de líquido fué calculado exactamente, el agua deberá de cubrir únicamente los serpentines tubulares. La hoja gradual del nivel de agua va en relación a la absorbida por los bloques de madera y la moderada dispersión de vapor en la atmósfera.

Hay que tener presente, de alguna manera, que la madera de las capas bajas presentan temperaturas internas, tonalidades de colores y contenido de humedad muy distintas y que los tiempos de secado de las hojas obtenidas de esos troncos tardará mucho más. En las fábricas rebanadoras se encuentran casi siempre troncos que tienen la zona exterior condicionada con la humedad ambiente (vulgarmente denominada zona seca) mientras que en el centro concentran su particular régimen de humedad.

La profundidad de la capa seca superficial depende del tiempo transcurrido desde la tala y de la duración de los troncos en los bosques. El aumento de la profundidad de la capa seca, lleva al aumento de la duración del tratamiento. Con la vaporización indirecta se obtiene la penetración contemporánea de calor y de humedad desde el exterior hacia el interior.

El tiempo de penetración del calor prevalece completamente sobre

la penetración de la humedad. Es muy difícil establecer los efectos de influencia del calor a aquéllos de la humedad pero, se debe reconocer que unas se integran a las otras, y no sería posible preparar maderas para ablandarlas sin alguna de éstas.

2.1.5.1 Fase activa.

Al iniciarse la vaporización, los troncos fríos al contacto con el vapor, empiezan a calentarse en los estratos exteriores; al suspender el calor, parte del vapor se condensa y las maderas lo absorben. Esta primera absorción periférica de humedad no debe hacer pensar que la propagación del calor fue muy fácil porque, prosiguiendo con el tratamiento y al aumentarse las temperaturas interiores de los bloques, el calor que cedió el vapor obliga al agua libre en los poros de los estratos exteriores a vaporizarse para lo cual la transmisión de la humedad se da muy lentamente con la sola agua de saturación contenida en las fibras. Si tuviéramos que detener nuestra atención por algunos instantes sobre la naturaleza del fenómeno, nos induciría a imaginar los poros de la superficie de la madera que se impregnan, en un primer tiempo, de condensación la cual, con la llegada de otro calor, se

transformará nuevamente en vapor después de haber cedido una buena parte de sí mismo a la estructura celular (agua de saturación). El llenado y el vaciado superficial de los poros se da en breves instantes de tiempo y se repite con frecuencia invariable durante toda la duración de vaporización.

El fenómeno crea un delgado y permanente estrato de vapor más o menos saturado sobre la superficie y la protege de las severas condiciones de secado que tiende a imponerles la acción del calor.

La absorción de la humedad en la periferia, en donde se localizan las tensiones de contracción, en su mayoría se presenta en forma beneficiosa sobre el estado general de tensiones porque reporta las maderas a las condiciones naturales, como cuando apenas fueron cortadas.

El aflojamiento parcial del estado general de tensiones, debido a la absorción de agua periférica, lleva al bloque a las condiciones de soportar sin sufrir profundas alteraciones, el desarrollarse de las tensiones térmicas en la zona pobre de humedad, comprendida entre el anillo exterior impregnado de agua absorbida con el tratamiento y entre la zona central que conserva todavía las condiciones de vida vegetativa.

2.1.5.2 Fase pasiva.

Durante la noche, la caldera deja de funcionar y la erogación de agua caliente dentro de los serpentines tubulares se para. Faltando así el medio de calentamiento, la temperatura dentro de la tina baja y el vapor lentamente se condensa. El agua de la condensación se deposita sobre las superficies de los bloques y en parte será absorbida. Por lo que, con el calor de la temperatura dentro de la tina, la cantidad de agua de saturación de las fibras aumenta, en este período las maderas pueden beneficiarse con un mayor flujo de humedad hacia el interior.

La llegada de la humedad en las zonas de mucha tensión, por el proceder más veloz del calor, hace los tejidos más elásticos y amortigua el estado de fuerza. Los bloques sumergidos en el agua en los estratos inferiores podrán gozar en cambio, de una mayor fuente de calor porque al momento de parar el suministro de energía de calentamiento, el líquido contenido en la tina constituye algo de energía térmica que continuará a dispersarse aunque en una cantidad reducida de calor.

2.1.5.3 Fin.

Es bastante frecuente encontrar en las fábricas rebanadoras, la costumbre de destapar las tinas tan pronto termine el tratamiento. La costumbre está equivocada, porque al momento de abrir, todo el vapor contenido en la tina se pierde en el medio ambiente, perdiéndose así una buena cantidad de calor. En virtud de que la producción de vapor tiene su costo, se debe considerar nocivo, desperdiciar esta preciosa fuente de calor sin aprovecharla al máximo.

En la búsqueda de los tiempos óptimos de vaporización, se debe de considerar también el período final en espera de la condensación del vapor. Desde el momento en que se para el suministro de calentamiento será necesario esperar algunas horas (dependiendo de las condiciones climatológicas) para permitir que todo el vapor ceda su propio calor a las maderas, obteniendo así el aprovechamiento total. Para reducir el tiempo de espera de la condensación del vapor residual, se ha encontrado que resulta muy práctico el sistema de enfriar la tapadera mojándola con agua. El vapor residual que sale desde el interior hacia arriba, encuentra la tapadera fría y se condensa más rápidamente. El tiempo de espera disminuye proporcionalmente con la posibilidad de enfriar más

7

velozmente la tapadera. El agua para el enfriamiento puede ser proporcionada por una simple manguera como las que se usan en un jardín.

2.1.5.4 Agua residual.

El cálculo cuantitativo del agua para llenar la tina no siempre resulta exacto y algunas veces, al final del tratamiento, su nivel llega todavía a mojar las maderas. En este caso existen dos maneras para conducir el tratamiento que presenta ventajas y desventajas recíprocas.

La primera manera de proceder es aquella de quitar toda el agua residual dejando lo suficiente para que cubra los serpentines tubulares. Si se hace así, se impide a los bloques que se encuentran sumergidos en el agua, de continuar a absorberla y llegar a saturarse demasiado, por no hacer más dificultosa la operación de secado de sus hojas y por no causar cambio en la tonalidad de los colores.

El rellenar de nuevo con agua fría y el reiniciar el calentamiento nos lleva a un fuerte aumento en el costo del tratamiento.

La segunda manera de proceder es aquella de dejar en el fondo de la tina el agua residual. Dicha solución permite volver a vaporizar al

7

momento que se necesita mantener caliente los troncos de los estratos inferiores. Al volver a empezar el tratamiento, siendo que el agua está todavía bastante caliente, lleva a un aumento moderado del costo del tratamiento. En este caso las maderas resultan excesivamente reimpregnadas de agua porque la absorción es en relación a la teoría que dice que el punto de saturación de las fibras (o sea la cantidad de agua de saturación incorporada) aumenta al bajarse la temperatura de la madera. El agua de saturación constituye aquella parte de humedad muy difícil de extraerse mediante el secado de las hojas.

2.2 Calor producido.

Al inicio del tratamiento, para llevar la masa de agua a la temperatura de ebullición, las válvulas que regulan el flujo de vapor o del agua calentada que circula en los serpentines tubulares, deberán de estar abiertas. Dentro de los serpentines deberá de circular la máxima cantidad de fluido caliente, de acuerdo, naturalmente, con la capacidad máxima de la bomba para la circulación forzada que se disponga. En la primera fase del proceso, el baño de las tinajas tiene necesidad de absorber la mayor cantidad de calor evaporado por los serpentines tubulares. En general,

7

como norma sugerida, para iniciarse el tratamiento real y definitivo, se necesitan más o menos de tres a cinco horas. Muy útil sería, para reducir el tiempo de espera inicial, poner en las tinas agua caliente (recuperada a lo mejor de un tratamiento anterior a la cocción) en lugar de usar agua potable de la llave que tiene una temperatura aproximada de 10 °C. Alcanzada la temperatura de ebullición, el suministro de calor a través de los serpentines deberá de regularse para lograr la producción de vapor en la cantidad requerida de acuerdo al calor absorbido por las maderas, la reintegración de la cantidad de condensación y de las varias dispersiones de calor. Estas afirmaciones son muy fáciles de decir pero difíciles de llevarse a cabo. Para mantenerse coherentes con nuestra argumentación de carácter práctico, sugerimos proceder de la siguiente manera. Después de algunas horas de haberse iniciado el proceso (la práctica llevará a definir en forma muy aproximada este tiempo), será necesario seguir con mucha atención el funcionamiento de la válvula que reestablece automáticamente el equilibrio interior (ver fig. 20). Cuando de ésta se vea escapar vapor de manera continua, entonces se deberá de empezar a regular la cantidad de flujo caliente en circulación a los serpentines. El cierre de la válvula de admisión, deberá de efectuarse observando lo que sucede en la válvula de equilibrio interno, instalada

sobre la tapa o cubierta. Por algunos minutos, será necesario maniobrar la válvula de admisión, aumentando o disminuyendo el paso, hasta que la emisiones de vapor a través de la válvula de equilibrio Interior se produzca con Intervalos. Cuando logremos establecer esta condición, podremos decir que en el Interior de la tina se habrá creado una temperatura para el tratamiento, óptima y económica.

Si a medida que avanza el proceso de vaporización, las fugas de vapor llegaran a aumentar el ritmo de Intervalos, podremos reestablecer inmediatamente las condiciones óptimas, haciendo la misma operación anterior.

¿Qué es lo que significa todo esto?

Significa que en primer término todo el calor de los serpentines es aprovechado para llevar la masa de agua a la temperatura de ebullición. Tomando en cuenta que las paredes y la cubierta metálica forman una cámara hermética, dentro de la misma, con la ebullición del agua, se forma vapor.

Alcanzada la temperatura óptima y económica del tratamiento el calor expedido por los serpentines resulta excesivo y por lo tanto tenemos la necesidad de regular el suministro. El calor que no será aceptado por las maderas, porque están imposibilitadas de absorber más, esto conduce

7

a la producción de una mayor cantidad de vapor y aumenta la presión interior de la tina. La presión causa la fuga de vapor a través de la válvula de equilibrio interior, instalada sobre la tapadera. Si no existiera válvula y si continuáramos a suministrar en forma indiscriminada calor, se correría el riesgo que se destapara la tina. Es obvio que las fugas de vapor habrá que mantenerlas en los límites aceptables.

A más cantidades de producción de vapor se deberá de contraponer con fugas frecuentes si no se quiere correr el riesgo de destapar la tina por el notable aumento de presión.

Estas son las razones de por qué se propone regular cuidadosamente el calor proveniente de los serpentines de manera que se produzcan fugas de vapor con intervalos muy largos; cuanto más largos sean los intervalos, tanto más las condiciones del tratamiento resultarán económicas. La erogación de calor deberá ser siempre un poco de mayor cantidad con relación a la necesidad real de absorción, para compensar las propagaciones irregulares de la temperatura en el interior de la maderas. Es siempre mejor perder una pequeña cantidad de calor que prolongar la duración de la vaporización indirecta. Adaptando el sistema de suministro alterno de la energía térmica, una fábrica como ésta deberá de repetir todos los días el mismo procedimiento de

operación, o sea, a una fase de calentamiento irregular seguirá una segunda fase de calentamiento controlado.

2.3 Calor absorbido.

Sobre la cantidad de calor absorbido coinciden muchos factores. El lector por lo tanto, se dará cuenta de las dificultades que se encuentran al tratar de establecer un sistema de vaporización científico exacto sobre ese argumento. El lenguaje técnico se basará sobre resultados que tendrán valores medios. Al calor absorbido está ligada la duración del tratamiento. El tiempo de la duración deberá ser determinado por las temperaturas tomadas en las zonas centrales de la madera, según lo establecido en los diagramas del capítulo primero. Sería bueno registrar estos datos levantados las primeras veces, para establecer estadísticas que lleven a determinar los tiempos de duración del tratamiento sin tener que recurrir a los controles de las temperaturas.

Los datos deberán referirse a las dimensiones de la madera, al tipo de esencia, en el estado en que se encuentran los troncos y las condiciones atmosféricas y de temporada. Vale la pena recordar el uso escaso que se hace de los termómetros en la fábricas, aún considerando

7

que sean instrumentos de control de bajo precio, es muy raro encontrarlos y que los usen. Esta manera de proceder confirma como el calentamiento de las maderas está regulado por juicios confusos y arbitrarios. La dificultad para establecer una relación exacta entre el calor producido y el calor absorbido aumentan el problema y crean la conveniencia de adaptar un dispositivo de regulación automático de la cantidad de vapor erogado. Este tipo de aparatos, no son muy conocidos y su aplicación no es considerada muy conveniente porque su precio es más bien elevado (aproximadamente \$1800 USD).

2.3.1 Humedad e hinchazón.

Cualquier pedazo de madera que ya no sea parte de un árbol vivo, ya sea tronco, tablón o cualquier pedazo, está sujeto, por pérdida de humedad, a la contracción, o hinchazón por absorber agua, en las tres direcciones anatómicas.

Estos fenómenos no pueden suprimirse nunca, a menos con tratamientos particulares, o sea, la madera no está nunca inactiva, en confrontación con la humedad, aunque tenga mucho tiempo de elaborada.

Para conocer los fenómenos que se dan en la madera para efectos de variación de la humedad contenida en la misma, es necesario analizar el equilibrio de humedad entre la madera misma y el ambiente.

Podemos tener madera seca en ambiente húmedo, o madera húmeda en ambiente relativamente seco.

Pongamos el caso, como ejemplo, la madera seca en ambiente húmedo. El fenómeno de la absorción del agua por parte de la madera está ligado a dos condiciones:

a) La afinidad química mostrada por el agua de las sustancias que componen las paredes celulares.

b) La constitución íntima de la madera.

Partiendo de la madera completamente seca, la afinidad química de sus componentes que se manifiestan por el agua, provoca una rápida absorción de ella del mismo ambiente; no se trata de una penetración del agua en sus partículas, sino únicamente se humedece la superficie de dichas partículas.

En un segundo tiempo, dada la constitución de la madera, el agua empieza a penetrar en espacios mínimos, extremadamente pequeños entre las partículas.

Eso provoca un movimiento, un alejamiento recíproco de las

partículas por medio del engrosamiento de los espacio mínimos que se encuentran entre ellos. Consecuentemente, las paredes celulares se engrosan y ya que ellas están estrechamente unidas entre sí, toda la madera aumenta de volumen, y se vuelve a hinchar. Si la humedad ambiente permite todavía la absorción de agua, se puede llegar al "punto de saturación de las fibras".

El conocimiento de esta condición es esencial porque es el punto en el cual la madera alcanza su mayor volumen. El punto de saturación de las fibras, corresponde al mayor volumen alcanzable por la madera, está definido como la máxima cantidad de agua que, a determinada temperatura, puede ser absorbida por las paredes celulares, sin que de ella se pueda encontrar, aunque sea una mínima cantidad, libre en las cavidades celulares.

En la naturaleza, se encuentran casi siempre de frente a árboles cortados y que tienen una humedad superior a aquélla que compone el equilibrio con el estado del medio ambiente.

Por lo general los árboles resinosos tienen una humedad notablemente superior en el estrato claro que está abajo de la corteza con respecto a la zona del centro que es la más dura, mientras que en las ramas esta diferencia es menor, sobre todo en ciertas especies como por

ejemplo los álamos, las zonas periféricas presentan menos agua libre que en la zona interior de esos brazos.

La adquisición o pérdida de la humedad va en relación con la hinchazón o contracción del volumen de las maderas analizadas. Para dar una idea de los cambios que pueden darse en las dimensiones del cuerpo de una madera, se puede decir, que la hinchazón o la contracción axial tiene un valor muy bajo (del 0.1 al 0.5%) en comparación de la hinchazón o la contracción radial (del 3 al 10%) y más todavía de la hinchazón o contracción tangencial (del 6 al 15%).

Es muy raro encontrar anillos anuales de crecimiento que se sucedan con espesor regular; la mayor parte de las veces se comprueban zonas de variada entidad y naturaleza, debido a las condiciones de luz y de densidad, y también según la temporada con referencia a las precipitaciones, lo soleado, etc.

Dado que la madera es un conjunto de zonas primaverales y tardías, la irregularidad del crecimiento se refleja sobre la relación de las dos cantidades. Las variaciones frecuentes de esas relaciones nos lleva a la búsqueda y a la sucesiva adopción de valores de contracción o de hinchazón medios. Esta conclusión es dictada por el hecho que las contracciones o hinchazones lineales de las zonas primaverales o tardías

no son iguales, y precisamente en la zona tardía (con más densidad) son superiores en dirección transversal e inferiores en dirección axial.

Por lo tanto, la contracción o hinchazón radial total para un conjunto de varios anillos se calcula sobre la media de los dos tejidos.

La contracción o hinchazón tangencial estará entre las dos y depende no sólo de los porcentajes de las dos maderas y del valor de las dos contracciones o hinchazones, sino también de la relación entre los módulos de elasticidad de la madera tardía o primaveral, las cuales a su vez dependen de la humedad.

La contracción o hinchazón axial de la madera tardía es más o menos la mitad del de la madera primaveral. Bajo el aspecto dimensional, dado que las contracciones o hinchazones axiales no comportan variaciones sensibles por lo regular se desculdan.

La relación entre la contracción o hinchazón tangencial media total y la contracción o hinchazón radial media total (E) baja al aumentar la contracción o hinchazón total y con el crecer del peso específico.

Más preciso por lo general será:

-) Peso específico con humedad cero entre 0.3 y 0.5 será en promedio $E=2$.

-) Peso específico con humedad cero entre 0.5 y 0.7 será en

promedio $E = 1.8$

-) Peso específico con humedad cero entre 0.7 y 0.9 será en promedio $E = 1.6$

-) Peso específico con humedad cero entre 0.9 y 1.1 será en promedio $E = 1.5$

Las contracciones o hinchazones axiales, radiales y tangenciales determinan en las maderas estímulos. Los estímulos (que dependen de las contracciones o hinchazones) son necesariamente sujetos a valoraciones de carácter medio.

Las distintas contracciones tangenciales llevarán a constituir tensiones Internas notables y, por lo tanto, la madera primaveral vendrá con la contracción sujeta a compresión (en el sentido perpendicular a las fibras) y la madera tardía sujeta a tracciones (en el sentido perpendicular a las fibras).

Las contracciones radiales de las zonas primaverales y tardías no están influenciados y los estímulos radiales totales giran sobre la media de las dos zonas.

Las contracciones axiales, aunque sean descuidados bajo el aspecto de sus dimensiones, generan ciertas tensiones que no son inferiores a las de los retiros transversales.

7

La heterogeneidad de los tejidos de las maderas nos lleva a una variación del peso específico y a establecer zonas con distinto contenido de humedad. La confirmación de esto nos la da el diagrama de la figura 14, el cual ilustra las variaciones que sufre la densidad en bruto de las hojas delgadas de caoba, mientras que el diagrama de la figura 15, demuestra la notable variación de la humedad de la misma zona siempre de las mismas hojas delgadas de okume. Este hecho es absolutamente determinante sobre la cantidad de las contracciones y de los hinchazones absolutos sobre la propagación del calor entre las maderas.

El resultado común que se logra verificar en las tensiones de retiro o de hinchazón por los distintos grados de humedad o bien por la heterogeneidad de los tejidos de las maderas, es aquél de inducir a las sensibles divergencias de valores y de originar esfuerzos que todos están muy elevados y que pueden llevar a la formación de cuarteaduras, y por lo tanto a la interrupción de la continuidad de los tejidos. Además, el calor se propaga de manera irregular y su velocidad, según las zonas encontradas, puede sufrir disminución o aceleraciones muy variadas.

2.3.2 Condiciones de los troncos.

Lo que se dirá enseguida se refiere a la pérdida de humedad en las maderas según el desarrollo de un proceso que normalmente se verifica en la naturaleza.

Como marcha de guía, la descripción puede ser considerada también en el caso de adquisición de humedad durante el tratamiento de vaporización indirecta.

El contenido de agua en el acto del corte del árbol varía según la especie, la época del año, el punto del árbol mismo que se trata y en particular según la distancia del centro. Estas diferencias de humedad, hacen que la pérdidas de agua no puedan ser, ni en forma porcentual ni en forma absoluta, idénticas en varios puntos. En la madera recién cortada el agua se encuentra contenida en:

a) Estado libre en las cavidades celulares como agua absorbida, ésta se mueve en la madera por capilaridad.

b) Adherida a las paredes celulares bajo la forma de agua de saturación.

c) Estado de vapor, mezclado con el aire contenido en las cavidades celulares.

Los estudios relativos a la circulación (flujo o transpiración) del agua en el interior de un cuerpo de madera, ya sin vida vegetativa, se presentan con extrema dificultad. Nos limitaremos a resumir enseguida únicamente los puntos esenciales para una justa interpretación de los principales fenómenos. La continua variación de los factores que influyen en el proceso nos lleva necesariamente a fijar condiciones básicas de análisis, sobre las cuales imprimir los estudios. Como primer caso, tenemos que decir que la pérdida de la humedad puede darse únicamente en las zonas externas de los bloques de madera de tal modo que, mientras que la superficie puede equilibrarse rápidamente con el medio ambiente, en el interior la variación se dará extremadamente más lenta por medio de una migración desde el interior hacia el exterior.

Después de transcurrido un período de tiempo bastante largo desde el corte, el agua absorbida, que en la madera fresca está libre en las cavidades celulares, se transforma en vapor y se va.

El término de agua libre no debe hacer pensar en agua libre existente en un vaso grande; en las cavidades celulares el agua está siempre vinculada con respecto a las paredes, de la fuerza de capilaridad.

También el agua de saturación se reduce a una parte de la cantidad máxima que podría contener. El agua en estado de vapor tiene muy poca

importancia y para mantenernos en una simplificación de los conceptos, no la vamos a tomar en cuenta.

Como condición de análisis básico, se considera que en la madera existe únicamente agua de saturación de las fibras; que la humedad de la madera sea superior a la del medio ambiente y además (condición puramente teórica) sean mantenidas fijas todas las condiciones iniciales.

Se establece entonces una evaporación en la superficie, la cual provoca un flujo de humedad desde el interior. La corriente circulatoria depende de la diferencia de humedad entre la madera y el ambiente; cuanto más grande es la diferencia, tanto más rápida se hace la transmisión. Esa formulación no es rigurosamente exacta y, aún siendo aceptable bajo un punto de vista práctico, depende de lo homogéneo de la madera y de la suposición que la temperatura sea igual en todas las partes de la madera.

Para dar una idea muy inherente a la realidad, mientras el avance de la velocidad de la pérdida de agua puede ser expresado por la figura 16, la distribución de la humedad en el interior de la madera en un momento dado (anterior a establecerse el equilibrio con el medio ambiente) sigue un avance expresado en el diagrama de la figura 17.

Resumiendo, los troncos presentados en las fábricas presentan

7

zonas ricas de humedad en el interior; las zonas externas están equilibradas por la humedad interior.

Cuanto más profunda sea la capa exterior condicionada con el estado que marca el higrómetro del aire (denominada vulgarmente capa seca) el tratamiento térmico deberá de ser prolongado.

2.3.3 Constitución de los troncos.

Los anillos visibles en las secciones transversales de cada tronco derivan de las alteraciones del tejido menos compacto que se formó durante la temporada de primavera y de tejidos más compactos que se formaron durante la temporada de verano-otoño. No siempre el crecimiento es regular y puede haber poros en la vegetación por varias causas (sequías, incendios, etc.) en ese caso puede haber en un mismo año dos o más anillos; si ellos no se extienden a todo el perímetro del tronco se llamarán falsos anillos. Puesto que la velocidad de propagación del calor es dependiente de la densidad de la madera, la continua variación de ésta en la madera de primavera y de verano conduce a una expansión de calor de manera irregular y alterna. La expansión irregular del calor se acentúa más si se considera la penetración en el sentido

radial del tronco. En las secciones transversales de los troncos se tiene:

a) Una zona interior con únicamente células muertas, en las cuales no se manifiesta ningún fenómeno de conducción de linfa. Las sustancias contenidas en la linfa desaparecieron o se transformaron en sustancias insolubles. Esta zona con sólo células muertas e inactivas, tiene color más oscuro y es más compacta, se le llama corteza, corazón o lingote. A paridad de humedad, el peso específico es mayor a causa de las deposiciones del tanino. El mayor peso específico va en relación al menor contenido de humedad y el aumento de la dureza.

b) Una zona periférica, constituida por un número variable de anillos anuales, está formada por células vivas y muertas, en las cuales se verifica el paso ascendente de la linfa. Dicha zona es llamada estrato joven que está abajo de la corteza.

También bajo este aspecto el calor varía su velocidad de propagación, por lo cual dicho calor se expande bastante bien a través del estrato joven que está abajo de la corteza y en cambio con dificultad en la parte interior del árbol. Dicho comportamiento se agrava por el hecho que el calor encuentra mayor resistencia a medida que llega al interior de las maderas.

Si además se considera que los troncos no siempre son perfectos

7

y que pueden presentar algunos defectos que llevan a alterar la estructura se acrecentan más las causas por una penetración Irregular del calor. Por ejemplo cuando el calor se acerca a los nudos, emplea un tiempo mayor al calentar estas zonas. Además de los nudos puede haber zonas con fibras cruzadas o torcidas, zonas que hallan sufrido heridas por accidentes y zonas con otros defectos. Las distintas conformaciones de los troncos nos llevan a la conclusión que el avance del calor se da de manera muy variada por lo cual es natural pensar que su propagación se sale de cualquier cálculo o valoración de orden matemático.

2.3.4 Medidas de los troncos.

Los tiempos de duración del tratamiento aumentan a medida que aumentan las dimensiones de los troncos. El aumento no es proporcional, por lo tanto, los tiempos no se doblan o triplican, con las medidas dobles o triples, de las maderas, se sigue un camino parabólico, por lo cual los bloques grandes requieren tiempos mucho más largo de calentamiento. Lo que nos interesa es saber cuándo las maderas están en condiciones óptimas para procesarlas. La investigación debe ser directa en la búsqueda de las temperaturas internas de las zonas centrales medias de

los bloques, donde es más difícil la penetración el calor. Serán exactamente estas zonas centrales las que determinen la duración del tratamiento, por lo que no será posible reducir los bloques en hojas delgadas si presentan temperaturas de trabajo aceptables en la parte exterior y en el interior no sean suficientemente calientes. Del diagrama de la figura 9, se establece la temperatura de trabajo óptima que debe poseer un cierto tipo de madera durante el proceso de corte. Se sabe también que el calor se propaga en las maderas con una doble velocidad en dirección paralela a las fibras que en dirección perpendicular a las mismas.

La noticia interesa de manera particular cuando se deben calentar raíces, las cuales normalmente tienen una forma esférica; dado que ellas casi siempre tienen un largo inferior al diámetro, en este caso la transmisión del calor debe ser controlada en el sentido paralela a las fibras.

Será bastante con tomar nota con intervalos regulares de la temperatura sobre las dos caras: cuando ésta halla adquirido condiciones de trabajo aceptables (deducidas de los diagramas de la figura 6,7,8 y 9) el tratamiento se deberá considerar terminado. Por tal motivo los tiempos de duración del tratamiento de estas maderas deben considerarse como

un capítulo aparte no comparable.

En general, en la fábricas se trabajan bloques de madera que tienen un largo muchas veces mayor a su diámetro para lo cual el control de avance de la temperatura deberá efectuarse en el sentido perpendicular a las fibras o en dirección radial si se considera el diámetro del tronco. Tomando en cuenta que las únicas zonas en las cuales nosotros podemos hacer tomas de temperatura (por medio de un termómetro cualquiera) son las dos cabezas, con intervalos periódicos debemos controlar las temperaturas sobre éstas. Es cierto que las cabezas tienen una temperatura un poco más elevada con respecto a las zonas medias centrales porque la penetración de calor se alcanza también en el sentido axial del tronco, pero por otro lado, será necesario pensar que también es necesario establecer un método para controlar la expansión del calor.

El tratamiento se deberá parar cuando nosotros hallamos conseguido, en el centro del bloque, un valor de temperatura igual al de los estratos exteriores y comprendido el campo de las temperaturas de elaboración del diagrama de la figura 9. A este punto, dado que la propagación del calor a lo largo de todo el tronco en sentido radial al diámetro es mas o menos constante, podríamos deducir que, en las

7

zonas medias centrales se encontrarán temperaturas óptimas de elaboración. Dichas condiciones deberán ser confirmadas por los controles de temperatura llevadas a cabo durante la elaboración de los bloques a medida que se rebanen ciertas cantidades de hojas delgadas. Las operaciones de control de las temperaturas deberán de llevarse a cabo en los primeros tiempos de actividad de la fábrica.

2.3.5 Penetración de la humedad.

Cuando se deba subordinar el suministro del calor a la propagación de la humedad (condición esencial para las maderas duras y delicadas) será muy necesario controlar cómo y a qué velocidad se dá dicho fenómeno. En las maderas con peso específico de 0.8, la humedad se propaga cuatro veces más veloz en el sentido axial que en el transversal, mientras que en las maderas con peso específico de 0.5 esta relación es de 5 a 1. Para este tipo de toma de datos se deberá disponer de un higrómetro. Por el calor, las cabezas son las zonas que más se prestan para los controles. Regulando oportunamente el avance del calor con respecto al avance de la humedad, se controla el estado general de

7

las tensiones y se evita la creación de las cuarteaduras.

2.3.6 Conducción del calor.

Los distintos grados de humedad, pueden hacer variar en forma notable las condiciones de conductividad de la madera. Si se piensa en la cantidad de zonas con distinto contenido de humedad, que cada tronco presenta, no deberá resultar difícil entender que la propagación del calor pueda darse de manera anormal.

La capacidad de la madera de dejar que el calor la atraviese, llevándose de la cara caliente a la cara fría, está muy limitada y su coeficiente de conductividad es demasiado bajo. El coeficiente de conductividad varía según el sentido de las fibras; paralelamente a las fibras es igual de 0.2 a 0.3 Kcal/mh, o sea de 1/4 a 2.5 del de concreto y de 1/250 a 1/500 del de acero:

Perpendicularmente a las fibras es igual a 0.1-0.12 Kcal/mh, o sea alrededor de 1/7 del de concreto y más o menos 1/500 del de acero.

El calor específico de la madera, o sea la cantidad de calor necesaria para elevar a 1 °C su temperatura es igual a 1/2 del del agua, a 3 veces del de los materiales comunes de la construcción y a 3/5 veces

del de los metales. Estas comparaciones demuestran que a paridad de calor suministrado se provoca un aumento menor de temperatura en la madera que en los demás materiales. La distinta porosidad de las maderas influye tanto en el calor específico como en la conductividad.

2.4 Otros tratamientos para ablandar la madera.

2.4.1 Vaporización directa.

El tratamiento se llama así porque el vapor disuelto (teniendo una sobre-presión limitada, de 1.08 a 1.1 atm) viene introducido dentro de las tinajas y proyectado directamente al contacto con los troncos. En las tinajas, los bloques para rebanar o deshojar deben de ser sistemados de manera de poder ser envueltos sobre todas las partes de la nube de gas. Las maderas no deben ser puestas unas sobre otras con las superficies planas en contacto, pero deberán ser separadas con espesores intermedios. Los tubos para la distribución deberán poder moverse para permitir que el gas pueda distribuirse lo más uniformemente posible y para que el vapor hirviendo emanado por la ollas de salida no vaya a golpear los bloques en el mismo lugar fijo porque éstas sufrirán un

calentamiento local demasiado violento. Los múltiples hoyos de salida del vapor deben ser acomodados en posición tal que el vapor pueda rebotar con ángulos agudos contra la pared o el piso y nunca pueda salir verticalmente hacia arriba. Más eficaz sería la sistemación de una barrera de lámina delante de los hoyos de salida del gas como se indica en la figura 24, pero también esta solución no evita un calentamiento irregular del material que se va a vaporizar.

Con la vaporización directa se tienen las siguientes ventajas y desventajas:

Ventajas:

- 1) Sistemación muy sencilla de los conductos tubulares
- 2) El uso de vapor con una presión muy limitada (de 1.08 a 1.1 atms.)

Desventajas:

- 1) La necesidad de una cuidadosa vigilancia para evitar daños en las maderas
- 2) Imposibilidad de recuperar el líquido de las condensaciones y, por lo tanto, aprovechamiento poco favorable del calor producido
- 3) El vapor debe ser completamente libre de aceite

La velocidad de calentamiento con la vaporización directa es la

causa de la rotura de gran cantidad de madera sensible.

2.4.2 Calentamiento con energía eléctrica.

Tentativas hechas en los Estados Unidos por el 'Forest Products Laboratory' (Ref. Bib. 3) confirman que se puede calentar, y con ello suavizar los bloques para sacar chapas, también con energía eléctrica con voltaje normal pero con alta tensión. El calentamiento se logra por medio de calor-Joule desarrollado en seguida de la resistencia ohmmétrica de la madera.

A los bloques se les fijan electrodos; entre los electrodos y los bloques de madera se interpusieron unos discos de feipa impregnados de agua salada para atenuar la resistencia del paso.

Para un tronco de Chen Chen fue, por ejemplo, empleada una tensión de 10000 voltios.

La ventaja principal es que el calentamiento se produce muy rápido. El tronco de douglasen de tres metros de largo y con un diámetro de 0.5 mts. se dejó calentar a lo largo de 55 minutos a una

temperatura media de 60 °C, mientras que un tronco con dimensiones similares metido en agua a 61 °C adquirió la temperatura media después de 42 horas más o menos. Con la energía eléctrica el calentamiento resulta desventajoso y no uniforme. Tomando en consideración el tronco de muestra fue primero sometido a la corriente por 25 minutos durante los cuales el estrato claro que está abajo de la corteza se calentó a 48-60-74 °C, mientras que la temperatura del corazón aumentó únicamente a 32 °C. más o menos. La madera joven que está abajo de la corteza fue deshojada; el corazón fue después quitado de la máquina deshojadora y conectado nuevamente al circuito eléctrico. Después de 30 minutos alcanzaba la pieza, según los puntos medidos, 38-59-99 °C., Para el calentamiento eléctrico los bloques deben ser húmedos. Si el contenido de humedad es inferior al 30%, la resistencia al paso de la electricidad es tan alta que se tienen descargas eléctricas y la madera se carboniza. Estas pruebas indican que se puede usar en forma ventajosa el calentamiento eléctrico para calentar troncos rápidamente en la zona externa hasta los 60 °C; los troncos después deberían ser vaporizados para obtener un campo de temperaturas uniformes.

Pero como el calentamiento eléctrico es el tratamiento de un sólo tronco o de pocos y la vaporización se hace con un grupo grande de

7

troncos, ésta acarrea dificultades para la creación de una planta con un tratamiento mixto eléctrico-vaporización.

Actualmente el calentamiento eléctrico no se usa todavía en las fábricas de elaboración de madera en los Estados Unidos.

2.4.3 Calentamiento con alta frecuencia.

Este sistema, en un primer tiempo, parecía prometer óptimos resultados. El calor de hecho no viene, como en el caso de calentamiento con aire caliente, suministrado o transferido a la madera desde el exterior hacia el interior, éste viene creado desde el interior del pedazo de madera por medio de un campo eléctrico de alta frecuencia. Con este sistema, la humedad emigra desde el interior hacia la periferia evitando las fisuras, cuarteaduras y deformaciones.

Todo esto corresponde a la verdad, pero sólo para bloques de espesor pequeño (5 centímetros); cuando el grosor aumenta, la migración del agua se logra mucho más lentamente y existe el peligro que la presión del vapor en el interior de la pieza sea tal de llevar exactamente a las fisuras que el tratamiento debería evitar. Además, cerca de los nudos y a otras deformaciones, se crean puntos de

concentración de calor que pueden llevar también a quemaduras.

Aún dándonos cuenta de lo que sucede, para remediar este inconveniente, será necesario el mantenimiento de un ambiente saturado de humedad alrededor de la madera y la disminución del campo hasta llegar a temperaturas relativamente bajas, todo esto no ha llevado aún a ninguna solución satisfactoria.

2.4.4 Calentamiento con rayos Infrarrojos.

Con los medios que la técnica dispone, los resultados con los rayos infrarrojos no permiten actualmente buenas previsiones.

El calentamiento con rayos infrarrojos penetra en la madera a poca profundidad, así que en el interior se logra un levantamiento de la temperatura únicamente por vía de conducción y por lo tanto es muy lento. Además la acción de los rayos infrarrojos debe ser aplicada por separado en cada tronco, por lo cual es muy difícil pensar en un aprovechamiento en el campo industrial.

2.4.5 Vaporización directa a mucha presión.

Con la madera de Haya viene usada la vaporización a presión

7

superior a la normal (de 2 a 4 atmósferas, correspondientes a temperaturas de 120 a 143 °C).

Los tiempos se reducen notablemente con relación a la vaporización directa a presión atmosférica y se obtiene un oscurecimiento muy fuerte en la madera. El costo de la planta sube mucho y la duración del tanque donde vienen encerradas las maderas es bastante limitada.

7

CAPITULO III
DISEÑO DEL EQUIPO

3.1 Tinajas

El número de las tinajas va en proporción al número de las máquinas operadoras que una fábrica tenga. Cuantas más máquinas se tenga ya sea rebanadoras o deshojadoras, más tinajas serán necesarias. Para caracterizar este concepto, nos referiremos a una fábrica moderna para sacar hojas delgadas y chapa de los troncos de madera, con una capacidad de producción media, de dos rebanadoras y una deshojadora. Ya sean las rebanadoras o las deshojadoras deberán tener características tales que puedan efectuar 40 cortes por minuto o más. Una fábrica de este tipo debe disponer normalmente de cuatro tinajas. Un grupo de cuatro tinajas pueden abastecer en forma ágil y expedita los troncos calientes para su elaboración a las máquinas de corte sin crear ningún obstáculo a la producción. En una (o dos) tinajas se encuentran los troncos listos para ser elaborados; en una (o dos) tinajas está en proceso el calentamiento; en una (o dos) tinajas se está efectuando el llenado con troncos ya seccionados sobre medida con la sierra cinta. Las distintas fases del proceso se intercalan con regularidad en cada tina y el abastecimiento está asegurado. Las tinajas deberán estar equipadas con

7

un sistema de levantamiento y transporte con una capacidad mínima de tres mil kilogramos.

Como medida de protección contra accidentes de trabajo, las paredes perimetrales de las tinas deberán tener una altura de por lo menos de un metro arriba del nivel del pavimento, para que no calga ningún obrero. El material que mejor resultado ha dado hasta hoy es el cemento armado mezclado con productos impermeabilizantes.

Con el cemento armado se obtienen buenos resultados también para las maderas muy finas que sirven para sacar chapa y que deben ser protegidas contra la decoloración. El empleo del cemento armado ha permitido también la eliminación de los tabloncillos de protección dispuestos a lo largo de las paredes internas de las tinas; los tabloncillos tenían la tarea de proteger las paredes contra los golpes de los troncos y además limitaban la capacidad volumétrica de las cámaras.

Las grietas y las roturas de las paredes deberán de ser selladas con material resistente a los ácidos orgánicos y que no contengan ninguna acción decolorante.

En una esquina de la tina se encuentra un pozo destinado a la limpieza del fondo cuya profundidad es de 50 centímetros aproximadamente. En dicho pozo se bajará la tubería de una bomba de

aspiración portátil para facilitar su uso, que servirá para aspirar y eliminar el líquido sucio que se fue depositando allí. Para facilitar que el agua fluya hacia el pozo, el fondo de la tina deberá tener una pendiente del 3%. Se aconseja hacer la limpieza del fondo por lo menos cada 15 o 20 días.

Cada tina debe tener su propia tubería para el llenado de agua potable. La salida del tubo debe estar situada en uno de los puntos más altos de la tina de manera de poder llevar a cabo también el tratamiento de cocción por Inmersión completa de los troncos. Antes del tratamiento de vaporización, puede suceder que no esté bien lleno de agua. En este caso, en el proceso, la cantidad de agua se reduce y los troncos sujetos a la acción del sólo calor seco, se cuartean y los serpentines pueden sufrir daños muy sensibles. Para que esto no suceda, está instalada en el interior de la tina, una válvula con flotador para que con su intervención provoque el flujo automático de agua cuando el nivel se baje hasta alcanzar las condiciones de peligro. El espesor de las paredes y del fondo es de 30 centímetros. En los ángulos interiores donde se unen las paredes y donde se encuentran las fuerzas, el espesor debe ser aumentado como se indica en la figura 18. La adopción de estas soluciones fue tomada después de haber constatado el estado de

muchas tinas que operaban desde hace años, las cuales presentaban exactamente en esas zonas ciertas roturas y profundas fisuras. El vaciado del concreto se deberá hacer en una sola vez además de usar vibradores para un mejor acomodo y no dejar porosas las paredes.

Sobre el fondo de las tinas se encuentran los serpentines tubulares en los cuales aflora el vapor de agua a temperatura muy alta. Para protegerlo se deberá construir sobre el fondo una parrilla sobre-elevada. Dicha parrilla que sostiene los bloques de madera impide que los serpentines sean aplastados y evita a los troncos el contacto directo con el lodo que tiende a depositarse sobre el piso del fondo. Ella puede construirse sobre cemento o madera.

Sobre el pavimento, cerca de las paredes de la tina, hay unas canaletas que sirven para recolectar el agua, usada para enfriar las tapaderas y llevarlas al drenaje.

Las tinas que sirven para ablandar los troncos con el tratamiento de vaporización indirecta, deberán poseer las siguientes características:

Impermeabilidad: no deben dejar que el agua o la humedad pasen a través de las paredes.

Aislamiento térmico: no debe haber dispersiones de calor; las eventuales dispersiones de calor deben ser reducidas al mínimo.

Antidecolorantes: el material usado para su construcción no debe producir reacciones químicas que tiendan a decolorar la madera.

Resistencia a los ácidos: el material de construcción deberá soportar el ataque los ácidos orgánicos (tánico).

Construcción sólida y robusta: resistencia con el tiempo a los golpes asestados (por los troncos al meterlos y sacarlos de las tinas).

3.1.1 Medidas estándar.

El largo de una tina está determinado por el claro de trabajo de una máquina rebanadora aumentado de 0.5 a un metro.

El ancho está determinado por el claro de trabajo de una máquina deshojadora aumentado de 0.3 a 0.5 metros.

Estos aumentos son ligados al sistema de llenado y de vaciado que se desarrolla como indicamos en la figura 19. Dicho método es universalmente aceptado como el más práctico y permite apilar los troncos (ya sea que todos se acomoden en el mismo sentido o que sean acomodados en forma perpendicular) dentro de las tinas sin causarles lesiones, ni desgarrar o magullar las mismas que llevarían a la pérdida de hojas preciosas y chapas.

Para el transporte de los troncos se usan cadenas con un largo fijo y una capacidad de carga apropiada y que tienen en los extremos unos ganchos especiales de acero templado. Los ganchos penetran en las cabezas de los bloques de madera y los atrincan, aprisionándolos en forma muy sólida. Para hacer que esta operación se desarrolle en la manera más rápida y segura es necesario que la cadena, que se encuentran entre los ganchos y el nudo, se ajusten más o menos en la posición horizontal. La condición se determina fijando oportunamente el punto donde se debe hacer el nudo. Esta posición varía en medida que varía el largo de los troncos; haciéndolo así será posible con pocas cadenas disponibles transportar los troncos de distintos largos. Considerando una cadena normal con una capacidad de carga de 3000 kilogramos.

Sobre el mercado mundial las rebanadoras que se producen en mayor cantidad tienen un claro de trabajo de 4 metros, mientras que las deshojadoras más comunes tienen un claro de 2.7 metros. Con relación a estas medidas, las tinas estándares tienen un largo de 4.5 mts, un ancho de 3.00 mts. y una profundidad de 4.00 mts. Estas dimensiones nos dan las siguientes ventajas:

- a) Posibilidad de un mejor aprovechamiento de la capacidad

7

volumétrica ya sea que se preparen únicamente troncos para deshojar o rebanar.

b) Posibilidad de un mejor aprovechamiento de la capacidad volumétrica en el supuesto caso que se quisiera procesar contemporáneamente troncos para deshojar (acomodados a lo largo de los 3.0 metros) y troncos para rebanar (acomodados perpendicularmente a los troncos para deshojar sobre el largo de 4.5 metros)

c) Pérdida mínima de espacio con relación a las exigencias del sistema de llenado y de vaciado de los troncos.

d) Ventajosa relación entre el volumen sólido (constituido por la masa de los troncos) y el volumen vacío (constituido por la suma de todos los espacios libres dentro de la tina).

Como orientación general, con los troncos contenidos en una tina estándar de 4.5 X 3.0 X 4.0 metros se puede dar trabajo a dos máquinas rebanadoras y una máquina deshojadora (o tres máquinas rebanadoras) por 8-10 horas.

3.1.2 Tapadera.

El rendimiento térmico de una tina depende mucho del tipo de su tapadera. Las tapaderas deben ser herméticas para evitar que el vapor salga a la atmósfera y se desperdicie. Si el cierre de las tinas no fuera hecho con el máximo cuidado, las pérdidas de calor serían muy grandes y el costo del tratamiento sufriría un aumento sensible. Sin embargo es bastante frecuente encontrar en esas fábricas las tinas que dispersan grandes cantidades de vapor. El punto desagradable es comprobar el desinterés que rodea por esos desperdicios y los descuidos ante la masa de energía tan preciosa y costosa que se desperdicia sin una razón justificable.

Las fábricas más modernas adoptan el sistema de tapaderas metálicas. Estas están construidas en lámina de acero con un espesor de 8 a 10 mm. La forma es de un prisma trapezoidal con la base rectangular y una altura entre la base y el vértice de 0.7 metros (ver particular A de la figura 20). Las tapaderas llevan en la parte superior dos ganchos para poder ser transportadas más fácilmente y además permiten gozar de las siguientes ventajas:

- a) Constitución ligera y de fácil construcción. Vienen maniobradas

y transportadas con gran facilidad, la construcción se puede realizar en cualquier taller.

b) Aumento de la capacidad volumétrica de la cámara y de su tapadera.

Como nosotros ya sabemos, para determinar la duración del tratamiento es importante conocer la relación entre el volumen sólido (suma de todos los volúmenes de los troncos) y el volumen libre (suma de todos los espacios no ocupados por los troncos).

En virtud de que el apilamiento de las maderas se hace como máximo hasta el nivel de las paredes de las tinas, con el empleo de tapaderas metálicas, que proyectan su estructura hacia arriba, se crea un volumen libre mayor. Un aumento de volumen libre nos lleva a mantener más tiempo, durante el calentamiento, las condiciones de equilibrio internas que están reguladas por la cantidad de calor producido y de lo absorbido. Los pequeños volúmenes libres son mucho más sensibles a las variaciones de los factores que influyen en el fenómeno y tienden a romper con mayor facilidad las variaciones de equilibrio constituidas.

c) Eliminación de las manchas de los troncos. El vapor de agua viene al contacto con la paredes frías de la tapadera y se condensa. El líquido ya condensado no es puro sino que contiene también algunas

7

substancias que se soltaron de las maderas. Cuando una cierta cantidad de líquido se ha pegado sobre las paredes superiores, por efecto de la ley de gravedad, tiende a caer y se forman de esta manera unas gotas grandes que se despegan una tras otra y caen sobre las maderas. Las gotas (que referimos no son constituidas únicamente de pura agua sino que contienen otras substancias) causan manchas sobre las superficies de los bloques; manchas que penetran a cierta profundidad según la porosidad de las maderas. Las manchas degradan la calidad de las hojas delgadas y disminuyen su valor comercial.

Los defectos producidos son más graves y más vistosos cuando se calientan maderas claras. Con la adopción de las tapaderas metálicas con forma de prisma trapezoidal con base rectangular, el agua condensada se resbala hacia las paredes laterales inclinadas y va a caer dentro del baño de la guarnición del agua perimetral. El escurrir libre del líquido hacia abajo no causa gotas y por lo consiguiente los bloques de madera no serán manchados.

Las tapaderas metálicas están sujetas a oxidaciones muy fuertes. La acción del oxígeno tiene un deterioro tan grande que provoca el consumo de las láminas de acero en tres a cinco años. Después de dicho período las tapaderas deberán reponerse completamente.

7

Por otro lado, existe el problema de controlar, de alguna manera, el proceso del tratamiento si se quieren evitar accidentes. El sistema más práctico y menos costoso es aquél de recurrir a un sistema de seguridad que funcione en base al principio de la diferencia entre la presión atmosférica externa y la presión ambiente interior.

El dispositivo representado por una válvula que está montada sobre la tapadera y que se encarga de reestablecer automáticamente las condiciones de equilibrio internas, las cuales dependen del calor producido y el calor absorbido.

Este tipo de válvula puede ser construido de distintas maneras y debe tener la posibilidad de poder regular las cargas que influyen sobre ella. Una de las maneras de hacerla más fácil y menos costosa es la representada en el particular B de la figura 20. Ella consiste en una tapaderita de lámina con bisagras sobre la tapadera y que tiene una orilla a lo largo de la cual se desliza un contrapeso. Por medio de la regulación del contrapeso (combinación con el control de las válvulas que regulan la cantidad de flujo caliente en circulación en los serpentines tubulares) será posible establecer una posición en la cual las fugas de vapor se sucedan con intervalos muy largos.

3.1.2.1 Hermeticidad de la tapadera.

Sello perimetral a base de agua.

Sostener las tapaderas con los sellos perimetrales de madera de fácil sustitución, como es indicado en la figura 24, no es suficiente.

Segun A.Kuhlmann (Ref. Bib. 5), si se observan algunos balances térmicos (ver fig. 10) no será difícil reconocer que el elemento de balance que más influye y representa cierta pérdida de calor tramite la emisión de vapor en el aire por una tapadera no perfectamente hermética.

Con un sistema de tapadera más hermético el uso del calor disminuye muchísimo.

Mucho mejor son los cierres o sellos con agua, de acuerdo a lo indicado en la fig. 18. Los perfiles de acero que conforman la canaleta del sello y que contienen agua constantemente están sujetos a los ataques de oxígeno y a deteriorarse. Después de algunos años deberán sustituirse. Por lo tanto será mejor evitar anclarlos directamente sobre cemento armado y anclarlos como se indica en la fig 21. Las piezas que fijarán los perfiles deben de ser de latón, porque resiste mejor a la corrosión. Este sistema de montaje permite una fácil y rápida sustitución de los perfiles.

7

El agua del baño contiene óxido de hierro y puede a su vez, causar manchas sobre los bloques de madera que incorporan fuertes cantidades de tanino.

Las tapaderas son apoyadas dentro de los perfiles de acero y están sumergidas por lo menos 3 ó 4 cms.

Las paredes de las tapaderas dividen el baño en dos zonas (ver fig 21) :

a) Una zona interior formada por un marco rectangular, en contacto directo con el vapor.

b) Una zona externa formada por un marco rectangular a contacto con la atmósfera.

En el interior de la tina el vapor choca con el baño (que obstaculiza su dispersión en el aire) y lo va calentando. Al prolongarse el contacto interno entre el vapor y el agua podría llevar el líquido a ebullición y a consumir toda el agua contenida dentro de los perfiles de acero. Si se diera esta condición el vapor se escaparía y se perdería en aire libre. Pero para mantener en equilibrio todo el sistema entra en juego el comportamiento de aquella parte del baño que forma el marco rectangular exterior.

El agua tiende a pasar de su estado líquido al vapor por la

7

absorción de una cierta cantidad de calor no sensible. Cuando un kg. de agua es calentada a 100 °C y se transforma en vapor a 100 °C, absorbe 537 calorías que el termómetro no mide y por lo tanto se define como "calor latente de vaporización"; éste varía con su temperatura y disminuye con su aumento. La transformación del agua en vapor puede darse de dos maneras:

Por evaporación (que es el caso del baño del marco exterior) cuando la formación de vapor se dá lentamente a temperaturas inferiores a la de ebullición. A cualquier presión y temperatura que se encuentre, el agua tiende a pasar al estado de vapor. Este fenómeno interesa solamente a la superficie del líquido y crece con el aumento de la temperatura. En los procesos de evaporación, las cantidades de moléculas que pueden dejar la masa de agua y pasar a la atmósfera en la unidad de tiempo depende del reabastecimiento de calor al agua y de las condiciones del aire. La velocidad de evaporación está regulada por la energía térmica que el agua posee, pero, si como la evaporación provoca enfriamiento, el proceso se detiene cuando el aire circundante alcanza el punto de saturación y vuelve a encontrar la condición ambiental de equilibrio.

Por ebullición (que es el caso de la vaporización indirecta).

Cuando toda la masa asume gradualmente impulsos enormes y transforma rápidamente el líquido en vapor.

El agua del marco exterior, por evaporación, dispersa el calor acumulado en el baño interior al contacto con el vapor y mantiene todo el baño a temperaturas inferiores a las de ebullición (esta condición depende también del clima ambiental).

Pero con ese proceso llevaría inevitablemente, con el tiempo, a la total dispersión del agua por evaporación si no interviniera alguna reposición de más agua.

El nuevo líquido que mantendría inalterada la cantidad de agua contenida en el baño, está constituido con el vapor que se condensa en la tapadera y que resbala a lo largo de las paredes inclinadas hasta caer dentro de las canaletas metálicas. La cantidad de líquido que cae es mucho mayor que la cantidad de líquido evaporado. Por esa razón las paredes de las canaletas están perforadas, para que el agua que sube de nivel lo tire en la tina (ver fig. 21).

3.1.3 Tubería de alimentación.

En las fábricas modernas para producir hojas delgadas, la energía térmica viene producida directamente de la caldera, por medio de un tanque de alimentación y bombeo. Las tuberías principales de ida y vuelta llegan a un colector general el cual regula el funcionamiento de las tinas. Dicho colector separado se encuentra repegado a una pared y las válvulas de flujo están instaladas a una altura de 0.90 cm. del nivel del pavimento, para poderlos maniobrar cómodamente. Desde el colector general sale la tubería que va conectada a los serpentines. Para esta tubería de la red se emplean tubos con diámetro exterior de 1" gas y 1 1/2" gas y con un espesor de 3mm. Hay una zona en la cual los tubos están sujetos a más deterioro porque están expuestos a la acción combinada de agua y de aire. Es aquella parte de tubería de entrada y salida que está conectada a los serpentines y que se encuentra en el interior de las tinas. Su oxidación es relativamente rápida y es muy conveniente proveerse de un sistema de sustitución simple y rápido. Para esta parte de tubería se usan tubos con un espesor de 5mm. y un diámetro interior de 32 mm. Esta tubería deberá de ser sistemada dentro de huecos hechos especialmente en las paredes para evitar que sea

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

aplastada o golpeada.

Para los serpentines tubulares de calentamiento se recomiendan tubos de cobre que tienen la ventaja de poseer una alta resistencia a la corrosión y una alta conductividad térmica.

Existen varias maneras para construir los serpentines: los detalles A-B-C de la fig. 22, ilustran algunos tipos de serpentines más usados.

Los serpentines tubulares están apoyados sobre el fondo de las tinas y están protegidos, para que no sean aplastados por los troncos, por muros de cemento (o de madera). Esos serpentines deberán ser forzosamente desarmables para poder quitarlos en caso de limpiarlos o reforzarlos. Para conservar los serpentines por mucho tiempo será necesario que queden siempre bajo el nivel del agua, también cuando el tratamiento está terminado. Esta advertencia evita el peligro de oxidación.

3.1.4 Material para la construcción.

Las tinas para el ablandamiento de los troncos con el sistema de vaporización indirecta o de cocción son construidos completamente de cemento armado. El cemento armado tiene, en comparación con otras estructuras las siguientes ventajas:

- 7
- a) Posibilidad de construir paredes con un espesor limitado.
 - b) Rapidez en la ejecución sin afectar las salidas.
 - c) Alta resistencia a las tensiones y a las fisuras.
 - d) Posibilidad de soportar la acción de las temperaturas por la casi igualdad de los coeficientes de dilatación térmico de la armadura metálica y de la mezcla de cemento.

Para obtener un metro cúbico de una buena mezcla de cemento impermeable será necesario dosificar

- 1) 300 a 350 kgs. de cemento 750.
- 2) 0.4 - 0.45 m³ de arena granulada sílica, absolutamente limpia y libre de materia orgánica. No se debe nunca emplear arena granulada, la cual no asegura nunca la tersura ni la proporción de las dosis.
- 3) 0.75 - 0.80 m³ de grava dura cribada de más o menos 1 cm. de diámetro. La grava debe ser absolutamente limpia, bien lavada y de buena calidad sílica.
- 4) Del 10 al 15% de agua en volumen, a según el tipo de cemento usado. Tomar nota que, a paridad de cantidad, se obtiene un mejor resultado con el cemento apenas húmedo, en comparación del que tiene mucha agua.
- 5) Substancias impermeabilizantes. La cantidad de esta sustancia

para mezclarse deberá de establecerla el constructor. En el comercio se encuentran estos productos bajo la forma de líquido o de polvos que deberán revolverse con la mezcla. En el mercado hay muchos de estos productos y constantemente lanzan nuevos. El constructor seleccionará el que más le convenga.

3.1.5 Aislante térmico.

El aislante térmico deberá ser estudiado por el constructor según la naturaleza geológica del terreno. El deberá establecer si utilizar algún aislante térmico revuelto con la mezcla de cemento o bien crear capas o compartimientos con otros materiales buenos para evitar la dispersión del calor dentro del terreno.

Para la construcción del esqueleto de fierro se usarán varillas de 10 mm. de diámetro, el fondo y las paredes deberán tener su propia jaula con las dimensiones interiores de 6 cm. con respecto a las medidas exteriores del concreto. Todas las jaulas deberán de ser unidas entre si con ganchos especiales.

La mayor presión de las paredes perimetrales está representada por los golpes de los troncos contra ellos durante el llenado y el vaciado de

7

ias tinas. En virtud de que las zonas donde se concentran las mayores presiones son los ángulos en donde se unen las paredes, éstos deberán de ser robustecidos.

3.1.6 Fases de la construcción.

1) Hacer las excavaciones en el terreno. Sus dimensiones deberán permitir el armado de los cajones de madera para el vaciado de las paredes perimetrales.

2) Disponer el fierro armado en el fondo y levantar los cajones (de madera o metálicas) para las paredes.

3) Acomodar las jaulas de las paredes dentro de los cajones de madera. El fierro armado de las paredes y del fondo deberá ser unido por medio de ganchos especiales.

4) Cuando todo esté bien armado y acomodado, se iniciará el vaciado de la mezcla de cemento. Primero se hará el colado del fondo. Su espesor será de más o menos 30 cm. y deberá tener un declive hacia el pozo de limpieza, con un declive del 3% más o menos. Del fondo se deberá dejar unos ganchos que servirán en un segundo tiempo para anclar la parrilla (de concreto o de traves de madera) que protegen los

serpentines tubulares. Al llevar a cabo el colado, el cemento debe ser bien extendido y bien apianado, valiéndose también de vibradores. Estos aparatos dan lugar a unos impulsos vibratorios horizontales que se dirigen en todas las direcciones, obligando a todas las pequeñas partículas que se encuentran suspendidas en la masa a adaptarse a su justo lugar para asegurar la máxima densidad de la masa. Terminada la primera capa, se le pone una segunda y luego una tercera y así con el mismo procedimiento hasta el llenado total de los cajones. El vaciado se deberá llevar a cabo de ser posible en una sola vez. Si eso no fuera posible, adoptar las medidas necesarias para hacer que la construcción resulte en un sólo bloque impermeable e indeformable.

5) En la parte superior de las paredes dejar la canaleta dentro de la cual serán instalados los perfiles de acero que servirán como sello perimetral a base de agua.

6) Cuando el colado endurezca, construir sobre el fondo la parrilla de protección de los serpentines. La altura de la parrilla es de más o menos 25 cm. desde el piso del fondo. Dicha parrilla debe de ser de concreto o de traveses de madera. Deberá de ser enganchada con las varillas que sobresalen del concreto que se dejarán previamente en el piso y su forma la determinará el tipo de serpentines utilizados.

7) Tomando en cuenta que el cemento armado ha demostrado poseer buenas características contra el ataque de los ácidos y de no causar decoloraciones de la madera, en algunas fábricas de este tipo se ha procedido a revestir las paredes interiores de las tinajas con un empaste a base de cemento resistente al calor, a la humedad, a los ácidos y que no decolora las esencias de la madera. Nosotros dejamos a criterio del constructor el hacer o no el revestimiento. El espesor del revestimiento es de dos a tres centímetros. Los materiales que componen el empaste deberán ser localizados en los mercados locales. Para ser que este estrato sea resistente a los golpes de los troncos, el empaste deberá de ser distribuido sobre una red o malla de fierro común pegadas sobre las paredes en bruto del cemento armado. La malla, que constituye la armadura del estrato que se va a emplastar, será recubierta totalmente con el empaste especial.

3.2 Aplamamiento de las maderas.

El aplamamiento de las maderas tiene su importancia para el aprovechamiento del volumen de las cámaras que tenemos a disposición.

Los troncos pueden estar en su estado de bloque único o bien

7

divididos en dos mitades o en cuatro partes (ver figura 2, corte a la francesa o corte a la italiana). Todo lo que diremos enseguida tiene validez únicamente para las maderas que tienen un largo tal que permite aprovechar de lleno todas las superficies de trabajo de las máquinas de corte. Para largos menores, se deberán de encontrar cada vez acomodos más adecuados.

No hay que olvidar que las dimensiones de los bloques para calentar influyen sobre la duración del tratamiento y que por lo tanto, cuando sea posible, será necesario separar los troncos en lotes que tengan dimensiones aproximadamente iguales antes de llenar la tina. De este modo, será posible encontrar al final del calentamiento, en las zonas medias centrales, temperaturas no muy diferentes.

Apilamientos de las maderas con distintas dimensiones con el tratamiento de vaporización indirecta.

En la práctica normalmente, nos encontramos siempre que debemos apilar maderas con secciones diferentes. Independientemente del método de suministro de la energía térmica adoptado, como regla general diremos que los bloques con dimensiones mayores deberán de ser puestos en los extremos de la tina, cerca de las paredes. En esta zona, entre la pila y las paredes quedan espacios libres, son como pasillos que

se forman a medida que la pila se acompleta. Las maderas, después de ser aprisionadas con los ganchos en sus cabezas (ver figura 19) son introducidas dentro de la tina, acomodadas sobre el montón y luego liberadas de los ganchos. La operación es llevada a cabo por un obrero desde el interior de la tina. Los pasillos libres laterales son exactamente los espacios que se necesitan para el paso de entrada y salida de los ganchos.

Es estos pasillos el flujo de vapor es más abundante porque no está obstaculizado como en otras zonas de la tina y las maderas pueden beneficiarse de una mayor cantidad de calor.

Si se considera el método de suministro de la energía térmica hay que resaltar que con el método de sistema continuo (poco práctico en la industria de la elaboración de las maderas) es mejor acomodar las maderas con dimensiones más grandes en las partes más altas de la pila para que puedan gozar de una fuente de calor más intensa.

Con el método alterno existen dos maneras para hacer la pila de troncos que presentan ventajas y desventajas recíprocas. Los troncos grandes, si fueran puestos en las partes más altas, podrían aprovechar de una fuente de calor más elevada durante la fase activa diurna del tratamiento y la perderán completamente durante el paro nocturno; en

cambio si fueran puestos en los estratos inferiores, podrán beneficiarse de una fuente de calor menor pero continua porque la velocidad de penetración del calor no se detiene durante la fase pasiva nocturna por la presencia del enorme tanque de energía térmica que está constituida de la masa del agua caliente.

Cuando se traten maderas con dimensiones distintas será mejor hacer depender la duración del tratamiento de los bloques más grandes.

El llenado de una tina con troncos en su estado de bloque único no tiene complicaciones; su sección circular aproximada hace que durante el apilamiento de los troncos estén acomodados de manera que muy pocas puntas harán contacto entre sí. Entre un bloque y otro se crean ciertos espacios entre los cuales el calor (vapor de agua) puede circular libremente (ver particular A de la figura 23). Si por ejemplo consideramos una fábrica con dos máquinas rebanadoras y una deshojadora con tinas de calentamiento estándar de 4.5 X 3.0 X 4.0 mts. de profundidad, en el cual se deben hacer trabajar las máquinas por una jornada más o menos con la misma cantidad de madera, el apilamiento deberá hacerse acomodando las maderas para las rebanadoras a lo largo de la tina y los bloques para la deshojadora a lo ancho de la misma.

El número de los pisos de las maderas de la pila, perpendiculares

entre ellos, debe ser 1/3 para la deshojadora y 2/3 para las rebanadoras (ver detalle B de la figura 23).

Suponiendo que la tina se tuviera que emplear únicamente para preparar maderas para la deshojadora o para las rebanadoras, entonces en este caso el apilamiento deberá hacerse como se indica en el particular A de la figura 23, recordándose que sólo para la deshojadora deberán ser acomodadas sobre el lado corto y para las rebanadoras, sobre el lado largo.

Los troncos seccionados en dos mitades o en cuatro partes presentan partes planas más o menos amplias. Se debe evitar que las partes planas se adhieran una con otra porque la acción del calentamiento (vapor de agua caliente) se distribuiría sobre una superficie periférica muy reducida (las superficies adheridas no recibirían calentamiento o lo que recibieran sería insuficiente) para lo cual el tiempo de penetración del calor y, por consiguiente, la duración del tratamiento sufrirían un aumento. El particular C de la figura 23 ilustra el apilamiento de troncos seccionados en cuatro partes, según el método llamado de corte a la francesa. Cuando se deban apilar bloques de madera con superficies muy anchas (como los seccionados por el método a la italiana), se deben de interponer de los espesores de 2 ó 3 centímetros

de alto para distanciar las partes con el fin de obtener una buena circulación del calor por toda la superficie (ver particular D de la figura 23).

Antes de llevar los troncos a las tinas será necesario que sean limpiadas las partes planas longitudinales, obtenidas con el corte de la sierra cinta y las cabezas con la motosierra de cadena, deberá limpiarse bien el aserrín que tiende a quedarse muy pegado. La operación deberá llevarse a cabo con cepillos y escobas.

Puede suceder que algunas veces deban calentarse distintas maderas en una misma tina, conociendo en forma muy aproximada las dimensiones y el peso específico, se podrá determinar, más o menos los tiempos de calentamiento de cada esencia. Las maderas con el tiempo de tratamiento más breve deben ser sistematizados en los estratos superiores de la pila para poder quitarlos de la tina cuando se termine su tratamiento sin tener que interrumpir el calentamiento en beneficio de los bloque con tiempo de calentamiento más largo.

CAPITULO IV
CONCLUSIONES

7

En la actualidad el método de vaporización indirecta no es muy utilizado debido a que las tinas en las que se quería adoptar este método no eran adecuadas, siendo éstas de madera con latón operadas como un sistema intercomunicado, restándole obviamente eficiencia al proceso.

Con la implantación de el tipo de tina y tapadera aquí propuesto el rendimiento del calor producido aumenta y por lo tanto los efectos del calor absorbido son mejores aumentando así la productividad y la eficiencia del proceso.

Se observa además que el costo de construcción de las tinas y tapaderas no es muy elevado si se considera la vida útil de las tinas de concreto contra la tina de madera y latón.

Si además se calcula el incremento tan grande en la producción, el cual se logra al reducir tiempos de proceso y aumentar la capacidad volumétrica, la ventaja que presentan estas tinas y tapaderas es enorme.

Cabe mencionar que no se recomienda la fabricación de las tapaderas en acero inoxidable (el cual por sus propiedades aumentaría la vida útil de las mismas), ya que por el trato que se les dá a éstas (golpes que muchas veces provocan hoyos o fisuras) la diferencia en su vida útil se reduce, no por el deterioro del material en su estado físico, sino por el estado en el que quedan después de los golpes, lo cual no justificaría la

7

diferencia en el costo, ya que el acero inoxidable es considerablemente más caro.

Por último, es de considerar que actualmente en 3 fábricas de chapa (2 en el Estado de Chiapas y 1 en el Estado de Durango) ya se experimentó el uso de estas tinas y tapaderas, y debido al buen resultado que obtuvieron, actualmente se están haciendo los estudios correspondientes para cambiar su sistema por el aquí propuesto.

CAPITULO V
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. "Il legno e le sue caratteristiche."

G. Giordano

Hoepli, quinta e.

Milano, 1981.

2. "Transformazioni meccaniche e miglioramenti di legno."

F. G. Giordano, E. Morat

Hoepli, prima e.

Milano, 1987.

3. "Indagini tecnologiche sul legno di alcuni ibridi euramericani."

P. Curró

Salerno editrice, seconda e.

Napoli, 1979

4. "I legnami nel mondo."

J. D. Mac Lean

Rizzoli libri S.p.A.

Milano, 1984

5. "Il comportamento del legno."

H. O. Fleischer e A. Kuhlmann

Ceschina principato

Milano, 1986

ANEXOS

FIG 1

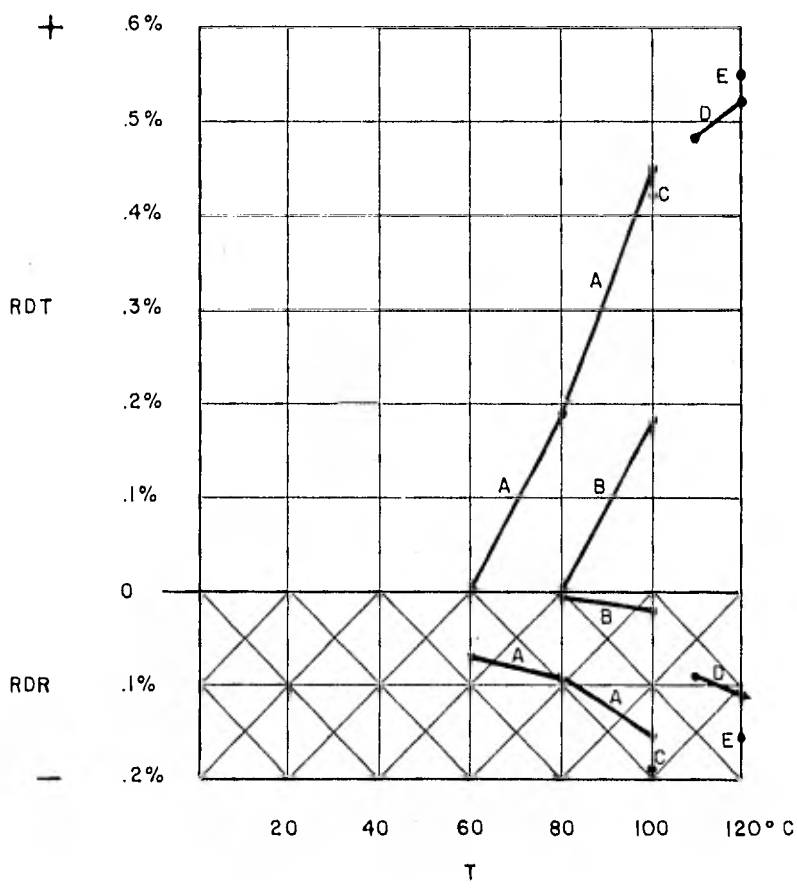
VARIACIONES DIMENSIONALES DE LA MADERA DE PINO POR EL EFECTO DEL CALENTAMIENTO.

T = Temperatura del tratamiento.

RDT = Campo de hinchazón o alargamiento positivo en dirección tangente.

RDR = Campo de contracción o acortamiento negativo en dirección radial.

FIG. 1



7

FIG 2

ESQUEMAS DE LA PREPARACION DE LOS TRONCOS

Particular A) Esquema de preparación con la sierra cinta de troncos a calentar y trabajar en un bloque único.

Particular B) Esquema de preparación con la sierra cinta de troncos a calentar y trabajar en dos mitades (corte a la Italiana).

Particular C) Esquema de preparación con la sierra cinta de troncos a calentar y trabajar reducidos un cuatro partes (corte a la francesa).

Particular D) Fuerzas que por efectos de contracción se manifiestan en los cuartos de troncos.

RR = Fuerzas de contracción radial que tienden a acercar todo el sector hacia el centro.

RT = Fuerzas de contracción tangencial que tienden a restringir lateralmente los cuartos.

FIG. 2

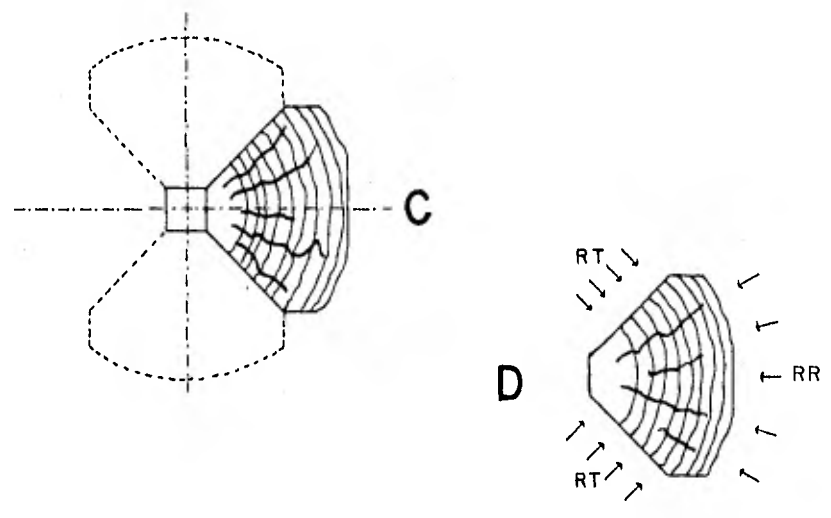
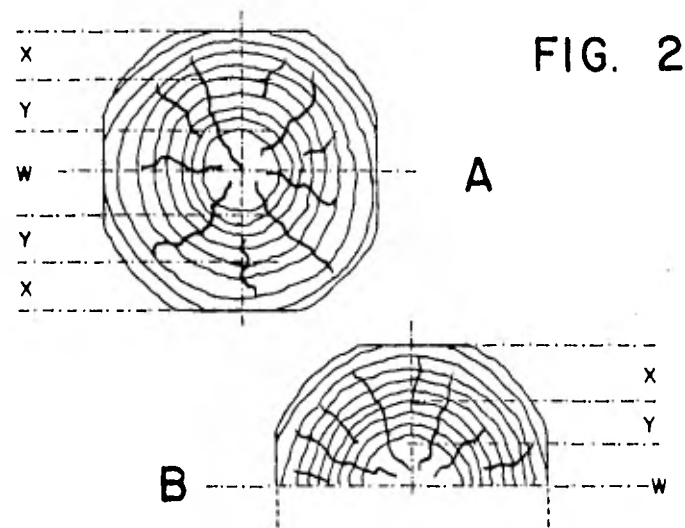


FIG 3

ESQUEMAS DE REBANADOS DE LOS TRONCOS

Particular A) Esquema del rebanado de un tronco dividido en dos mitades en dirección tangencial a los anillos de crecimiento.

Particular B) Esquema del rebanado de un cuarto de tronco en dirección paralela al radio medio (perpendicular, más o menos a los anillos de crecimiento).

Particular C) Esquema del deshojado en forma excéntrica de un cuarto de tronco en dirección tangencial a los anillos de crecimiento o de incremento.

Particular D) Esquema del deshojado en forma excéntrica de un cuarto de tronco en sentido opuesto a la curvatura de los anillos de crecimiento.

Particular E) Esquema del deshojado en forma excéntrica de un cuarto de tronco en dirección mas o menos paralela al radio medio.

Particular F) Esquema del deshojado en forma excéntrica de un tronco entero.

FIG. 3

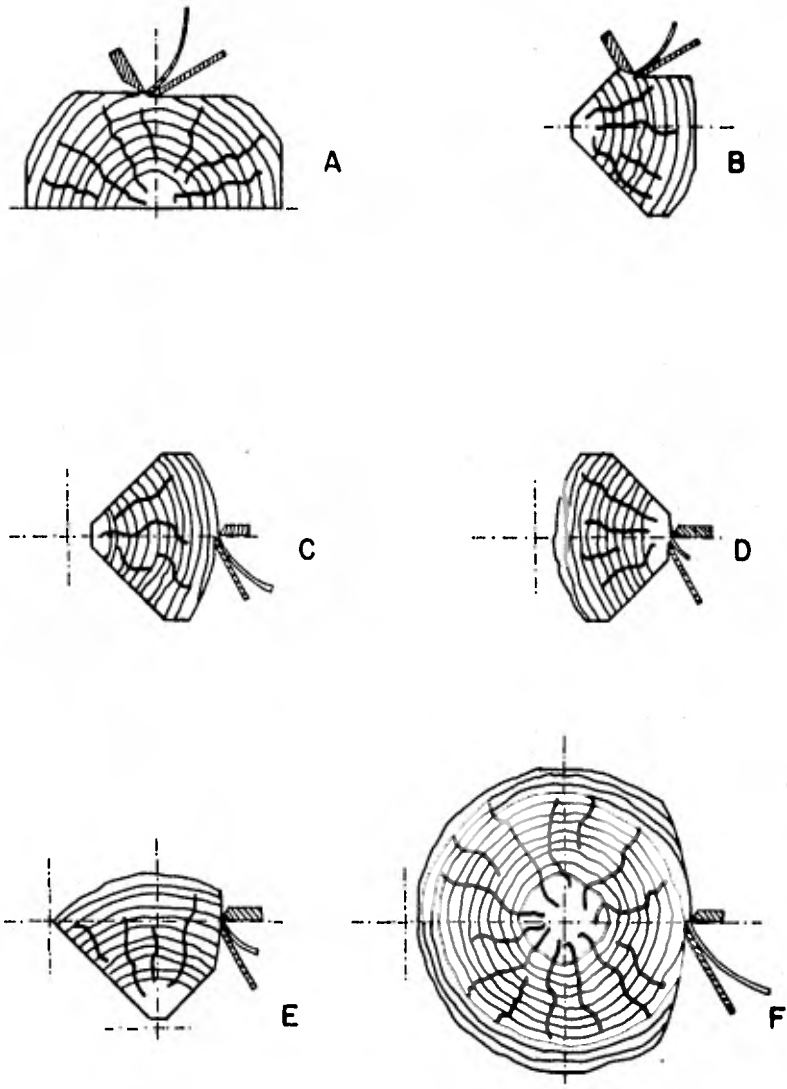


FIG. 4

DESARROLLO DE LA TEMPERATURA EN EL INTERIOR DE UN TRONCO DE PINO DURANTE LA VAPORIZACION A 127 °C.

(La temperatura inicial de la madera era inicialmente de 16 °C según

J.D.Mac Lean)

t = Tiempo de duración del tratamiento.

Tv = Temperatura de vaporización.

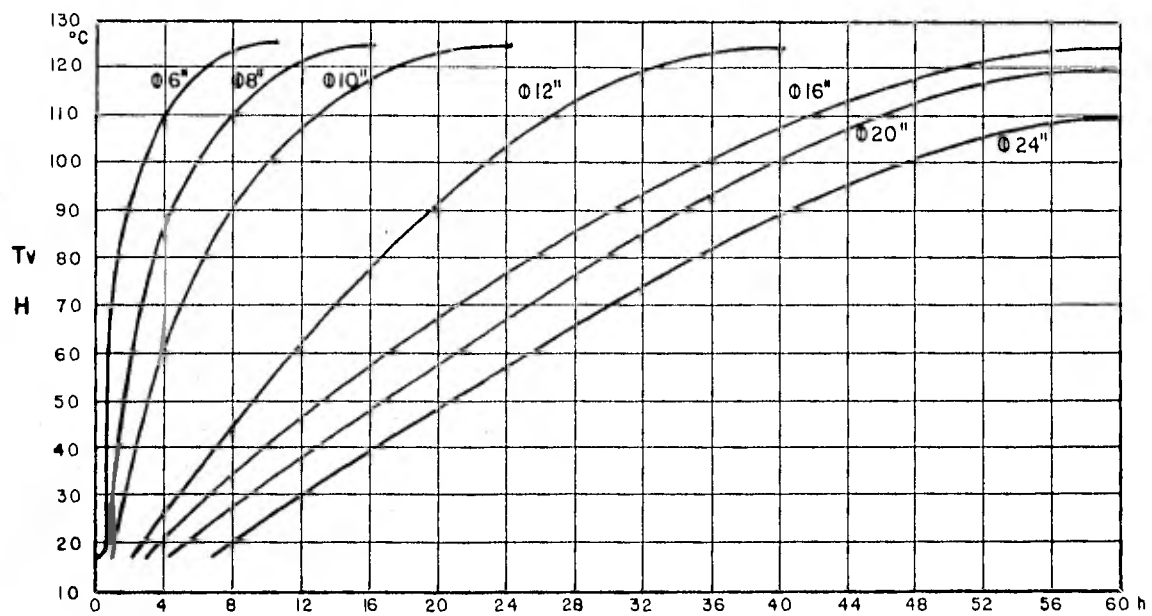


FIG. 4

7

FIG 5

**CORRELACION ENTRE EL TIEMPO DE VAPORIZACION, EL DIAMETRO
DEL TRONCO Y LA DENSIDAD EN BRUTO (PESO ESPECIFICO) DE LA
MADERA**

(segun H.O.FLEISCHER)

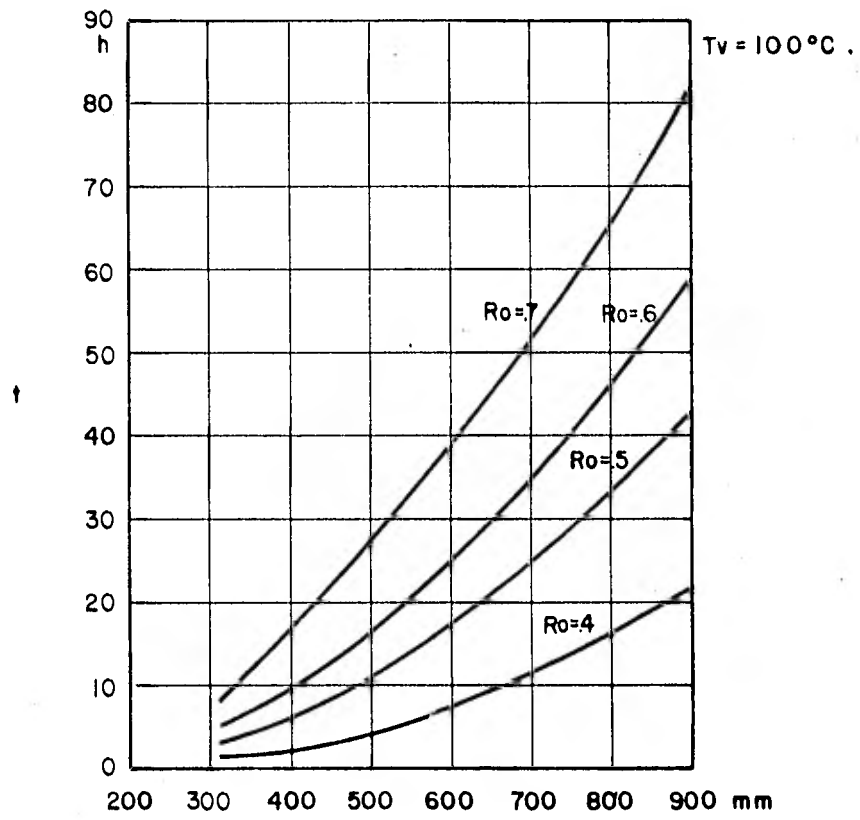
t = Tiempo de duración del tratamiento.

D = Diámetro del tronco.

Ro = Densidad en bruto o peso específico.

Tv = Temperatura del vapor.

FIG. 5



D

FIG 6

**TIEMPO DE CALENTAMIENTO CON EL TRATAMIENTO DE VAPORIZACION
INDIRECTA PARA TRONCOS DE DISTINTOS DIAMETROS CON EL FIN DE
OBTENER LA TEMPERATURA INTERIOR DE TRABAJO DESEADA HASTA
EL LIMITE DE UN TRONCO DE 150 mm DE DIAMETRO**

t = Tiempo de duración del tratamiento.

**TI = Temperatura Interna de trabajo deseada hasta el límite de un
tronco de 150 mm de diámetro.**

FIG. 6

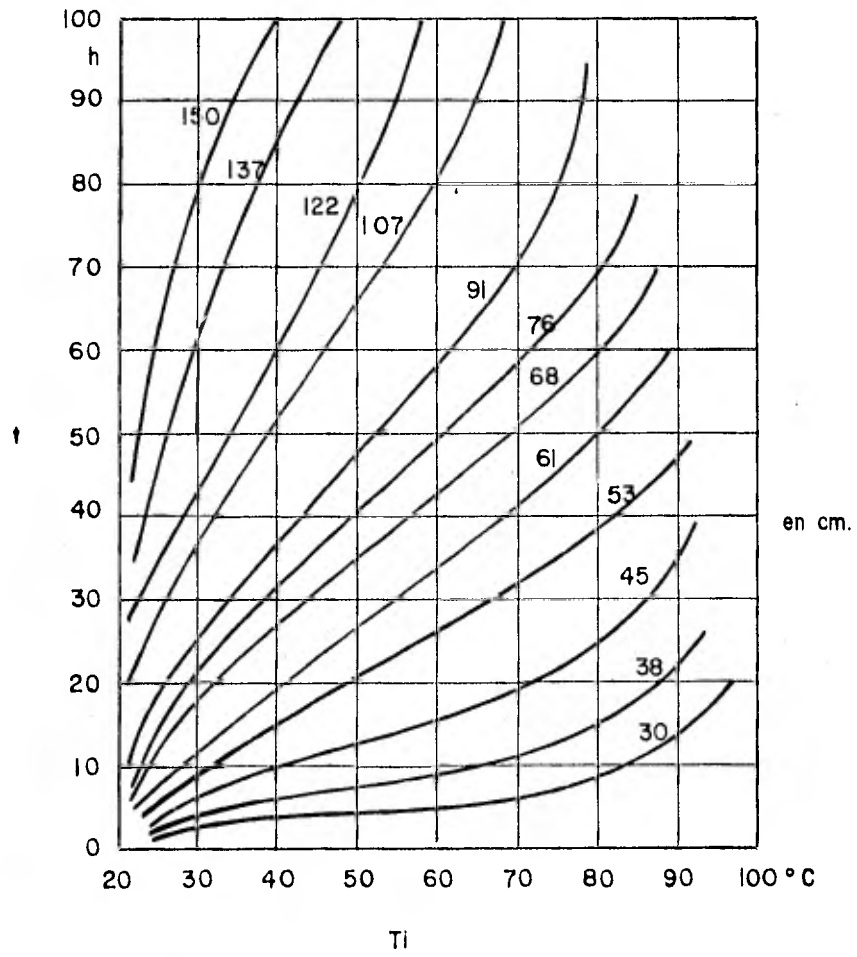


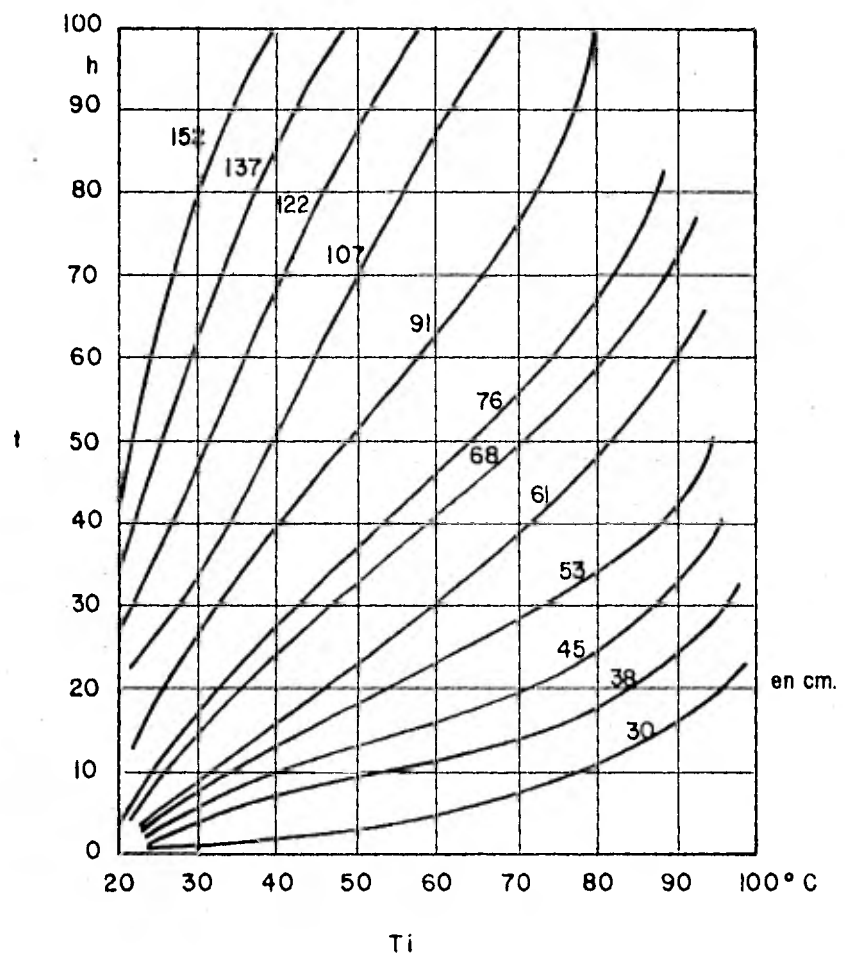
FIG 7

**TIEMPO DE CALENTAMIENTO CON EL TRATAMIENTO DE VAPORIZACION
INDIRECTA PARA TRONCOS DE DISTINTOS DIAMETROS A FIN DE
OBTENER LA TEMPERATURA INTERIOR DE TRABAJO DESEADA HASTA
EL LIMITE DE UN TRONCO DE 200 mm DE DIAMETRO**

t = Tiempo de duración del tratamiento.

**TI = Temperatura interior de trabajo deseada hasta el límite de un
tronco de 200 mm de diámetro.**

7
FIG. 7



7

FIG 8

**COEFICIENTES DE CORRECCION DE LOS DIAGRAMAS DE LA FIG.6 Y DE
LA FIG.7, POR PESO ESPECIFICO DIFERENTE Y POR EL
CALENTAMIENTO COMPLETADO CON O CON VAPOR**

(segun H.O. Felscher)

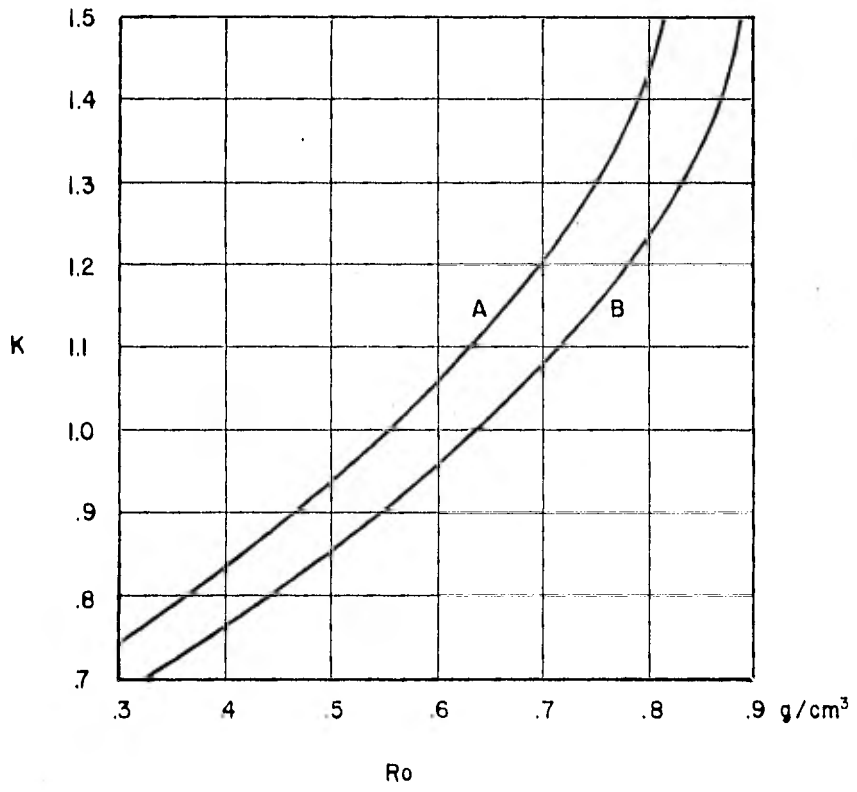
K = Coeficiente de corrección.

R_o = Densidad en crudo o peso específico.

**A = Características de la madera fresca recién cortada, calentada
en agua.**

**B = Características de la madera fresca recién cortada, calentada
con vapor.**

FIG. 8



7

FIG 9

TEMPERATURAS FAVORABLES DE TRABAJO EN LOS TRONCOS A REBANAR O DESHOJAR EN RELACION A LA DENSIDAD (O PESO ESPECIFICO) QUE LA MADERA CONTENGA AL MOMENTO DE TRABAJARSE.

Ti = Temperaturas favorables de trabajo de las maderas.

Rof = Densidad en crudo que la madera contenga al momento de rebanar o deshojar.

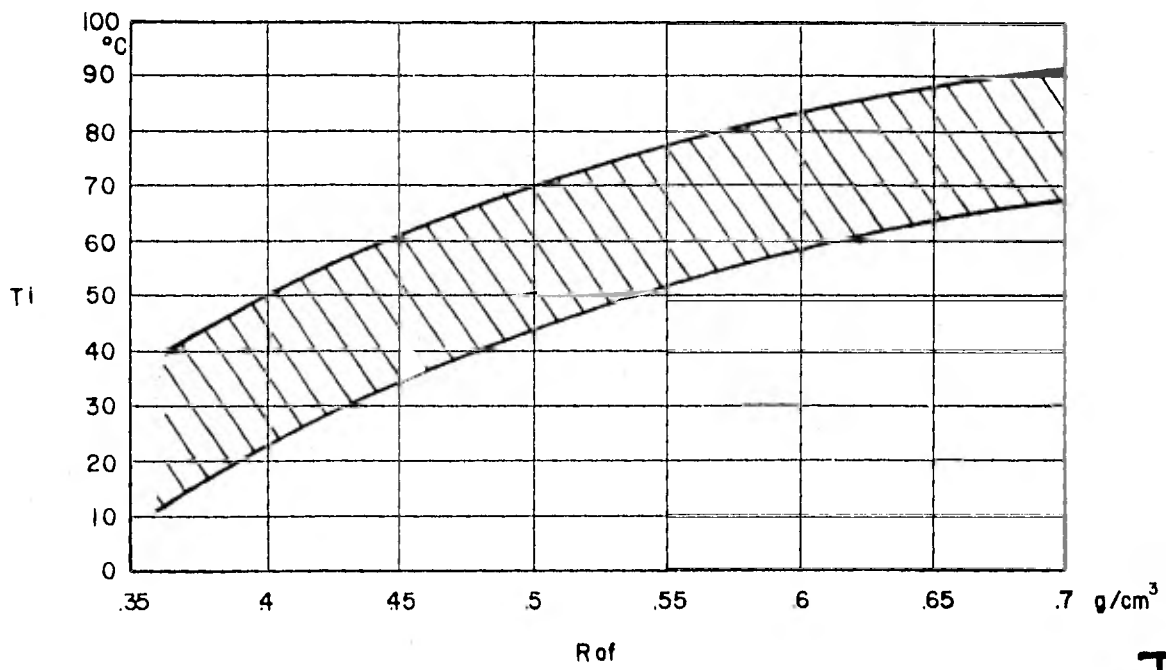


FIG. 9

FIG 10

**BALANCE TERMICO ESTUDIADO DURANTE LA VAPORIZACION DE LOS
TRONCOS DE CAOBA CON DISTINTOS DIAMETROS**

(segun A. Kuhlmann)

Q = Consumo de calor.

D = Diámetro del tronco.

A = Calor útil.

B = Pérdida de calor en los tubos conductores.

C = Contenido de calor en el condensado.

E = Calor de calentamiento.

F = Calor de radiación.

G = Pérdida de calor por emanación de vapor en la atmósfera.

FIG. 10

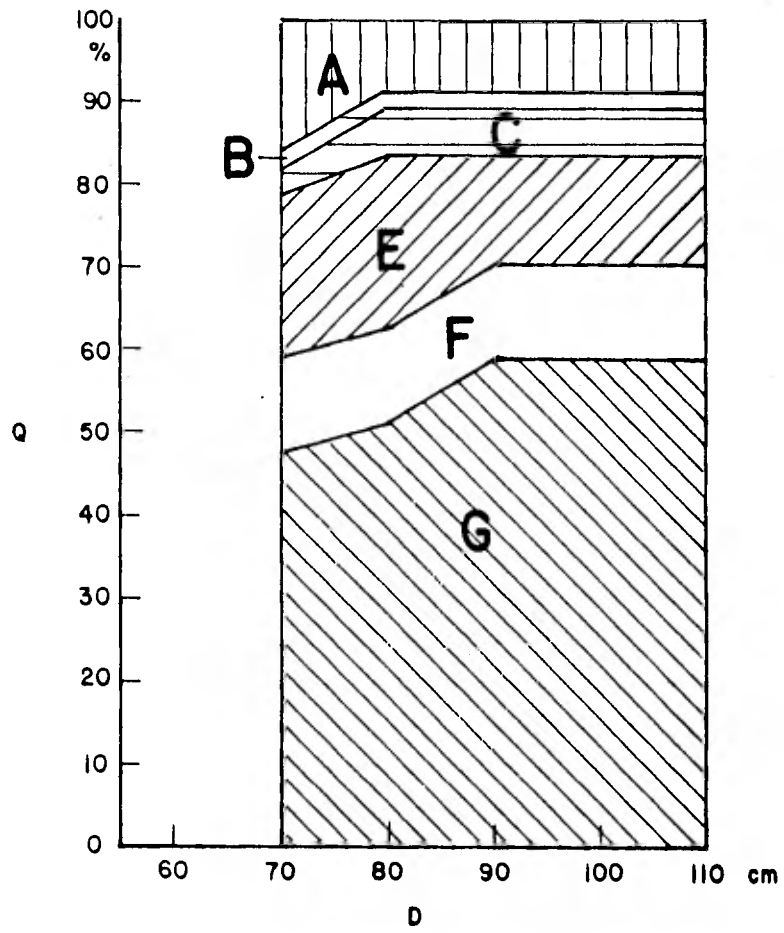


FIG 11

**AVANCE DE LA TEMPERATURA CON EL TRATAMIENTO DE
VAPORIZACION INDIRECTA, DESPUES DE 12 HORAS DE SUSPENDERSE
EL SUMINISTRO DE VAPOR**

(segun F. Kollmann y V. Housmann)

T = Temperatura.

t = Tiempo de duración del tratamiento.

X = Curva de la temperatura de la tina.

**Y = Curva de la temperatura interna del tronco a 10 cm de
profundidad.**

**Z = Curva de la temperatura interna del tronco a 23 cm de
profundidad.**

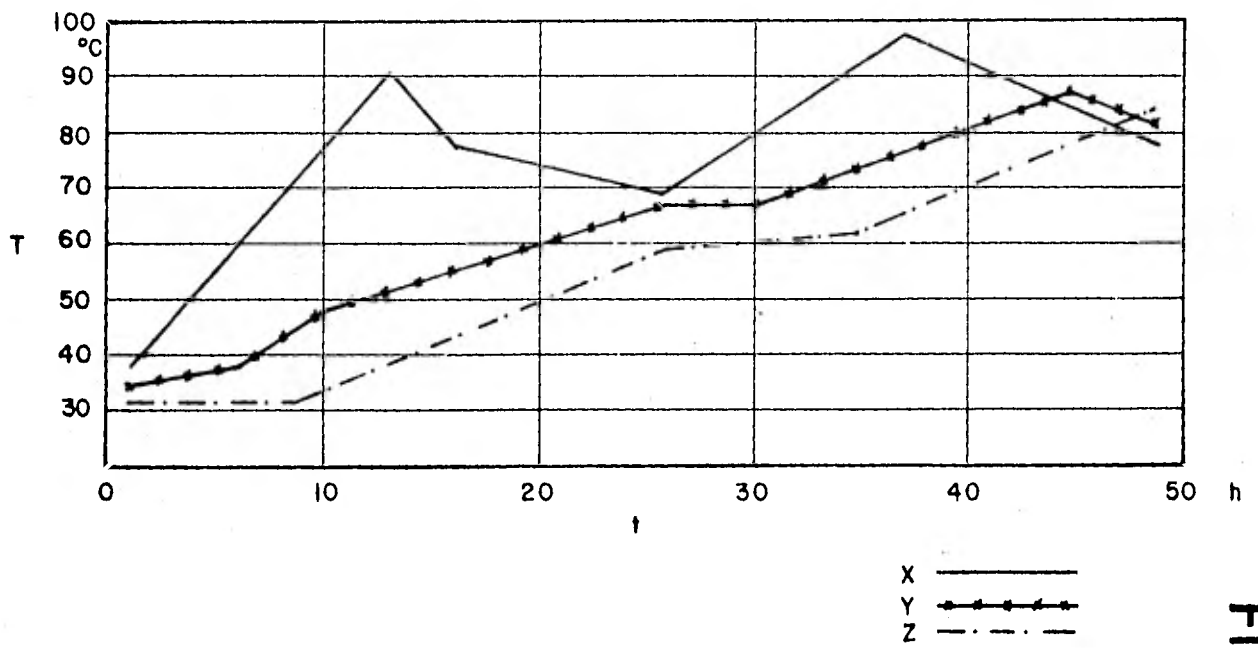


FIG. 11

7

FIG 12

**AVANCE DE LA TEMPERATURA CON EL TRATAMIENTO DE
VAPORIZACION DIRECTA DESPUES DE 12 HORAS DE SUSPENDERSE EL
SUMINISTRO DEL VAPOR**

(segun F. Kollmann y V. Housmann)

T = Temperatura.

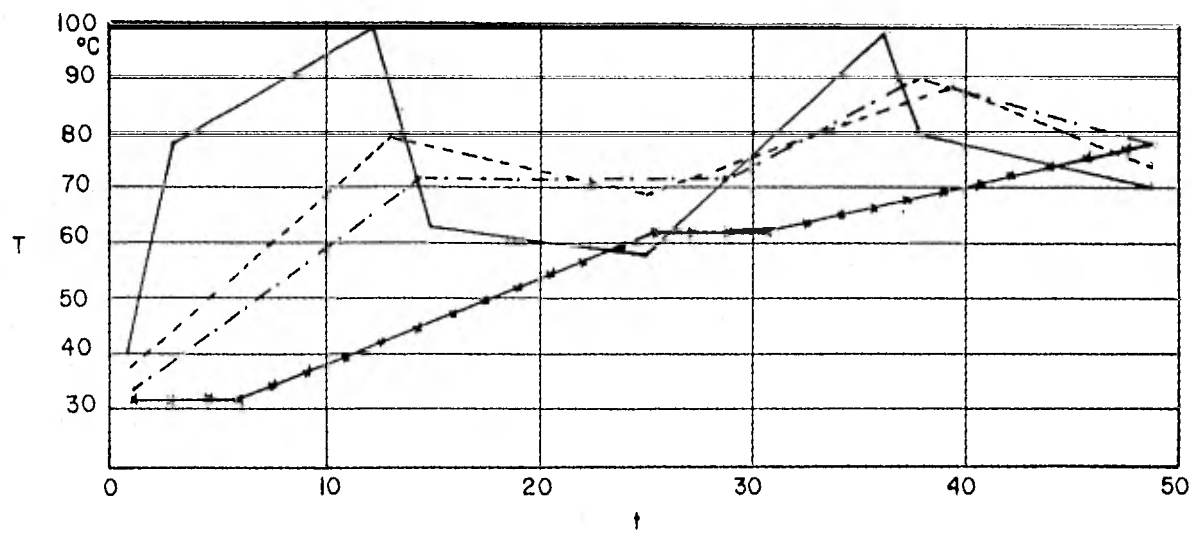
t = Tiempo de duración del proceso.

X = Curva de la temperatura de la tina.

**Y = Curva de la temperatura interna del tronco a 5 cm de
profundidad.**

**Z = Curva de la temperatura interna del tronco a 10 cm de
profundidad.**

**W = Curva de la temperatura interna del tronco a 23 cm de
profundidad.**



X ———
 Y - - - -
 Z - · - · -
 W → → → →

FIG. 12

7

FIG 13

**CORRELACION ENTRE LA DURACION DE LA COCCION, EL
DIAMETRO DEL TRONCO, LA DENSIDAD EN BRUTO (PESO ESPECIFICO)
DE LA MADERA Y LA TEMPERATURA DEL AGUA CALIENTE. (Según
H.O.Fleischer)**

t= Tiempo de duración del tratamiento.

D= Diámetro del tronco.

T= Temperatura del agua caliente.

Ro= Densidad en bruto (o peso específico) de la madera.

FIG. 13

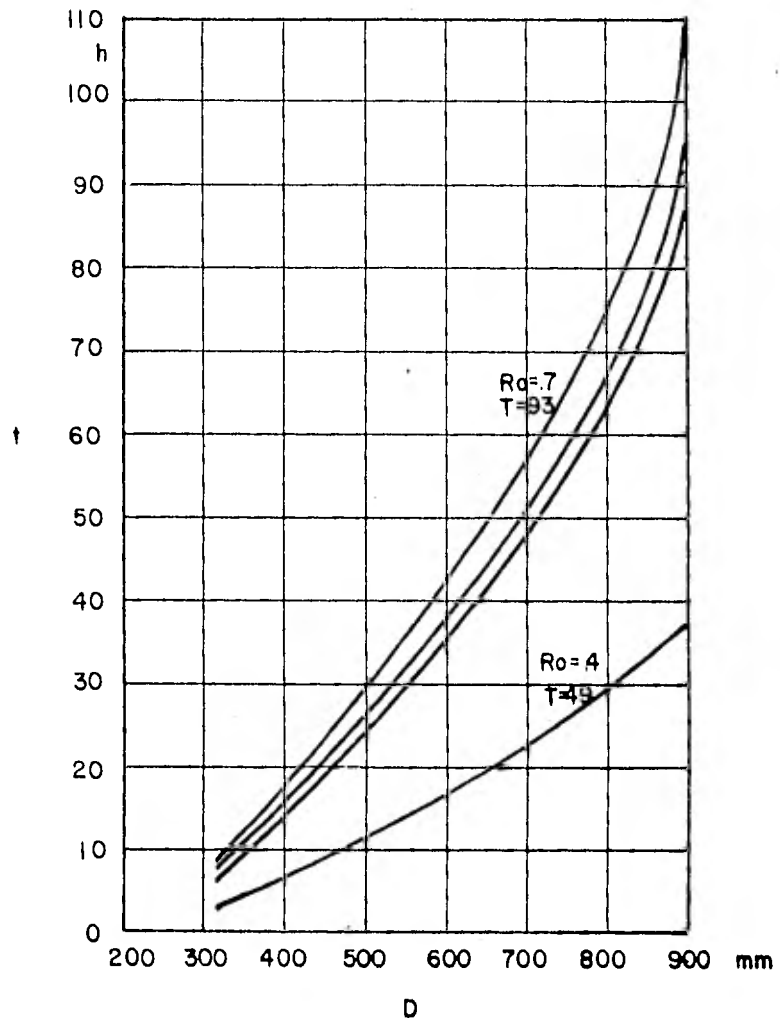


FIG 14

**VARIACIONES DE LA DENSIDAD EN BRUTO O PESO ESPECIFICO
DE LA CAOBA.**

F = Frecuencia.

n = Número de pruebas efectuadas.

Ro = Densidad en bruto o peso específico de una prueba sencilla.

Ro = Densidad en bruto o peso específico medio.

U = Grado de irregularidad.

V = Valor medio.

ZD = Zona de dispersión.

FIG. 14

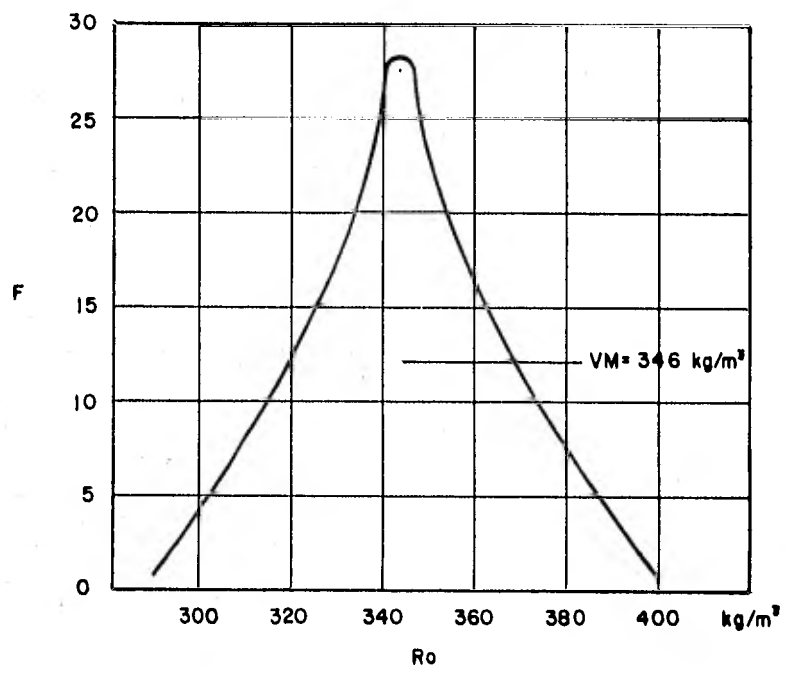


FIG 15

**VARIACION DEL GRADO DE HUMEDAD INICIAL EN LAS CHAPAS
DE CAOBA.**

F = Frecuencia.

n = Número de pruebas efectuadas.

ua = Porcentaje de humedad inicial de la madera.

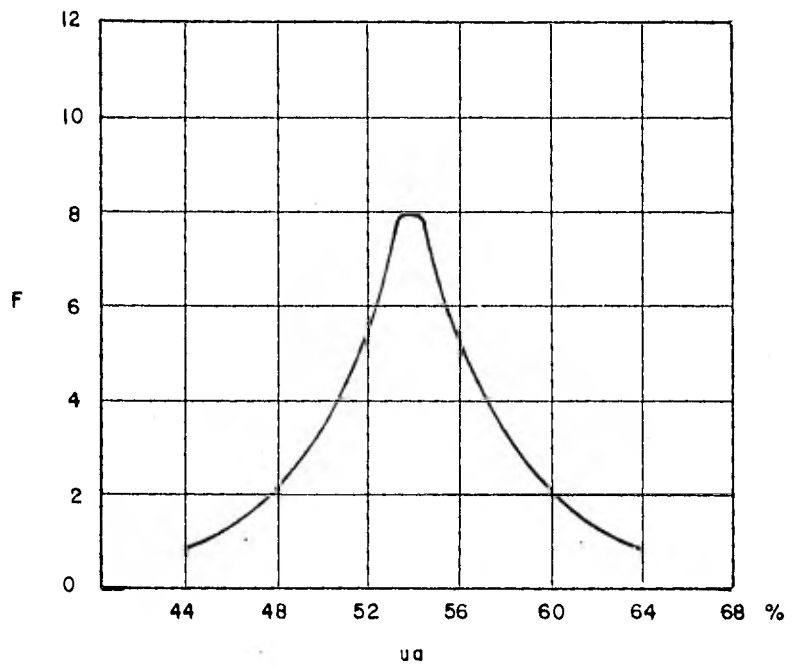
u = Contenido de humedad en una prueba sencilla.

u = Contenido de humedad media.

U = Grado de Irregularidad.

ZD = Zona de dispersión.

FIG. 15



7

FIG 16

VELOCIDAD DE LA PERDIDA DE AGUA (SEGUN G. GIORDANO)

Diagrama que indica la humedad en función del período transcurrido desde el corte, por una pequeña pieza de álamo de 100 X 100 X 25 mm. mantenido en un local con temperatura entre 17 y 20 °C y humedad relativa del aire del 70%.

h = Humedad porcentual referida al peso de la madera absolutamente seca.

d = Dias.

t = Tiempo transcurrido desde el corte.

FIG. 16

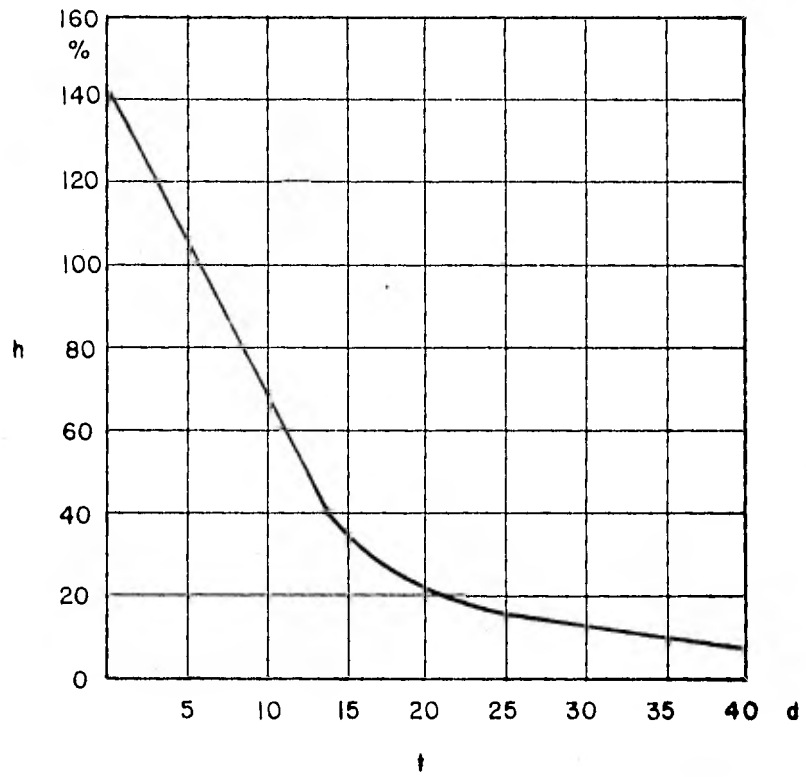


FIG 17

**DISTRIBUCION DE LA HUMEDAD EN EL INTERIOR DE UN TABLON
DE ENCINO A DISTINTAS DISTANCIAS DEL CORTE (SEGUN G.
GIORDANO)**

h = Humedad porcentual referida al peso absolutamente seco.

**A = Curva de la distribución de la humedad después de cuatro
meses del corte.**

**B = Curva de la distribución de la humedad después de tres meses
del corte.**

FIG.17

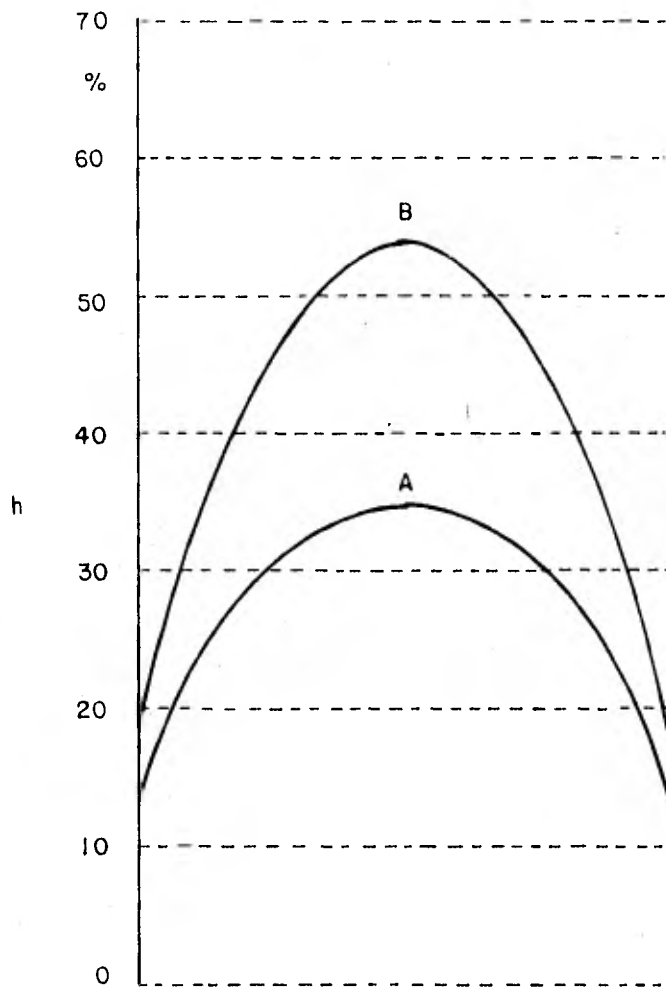


FIG 18

ESQUEMA DE UNA TINA SECCIONADA PARA EL TRATAMIENTO DE VAPORIZACION INDIRECTA.

Se deberá de notar lo elevado de las paredes para evitar que las personas puedan caer dentro.

1) Canal exterior que sirve para llevar hacia el drenaje el agua que se usa para el enfriamiento de la tapadera.

2) Plato para la fijación de los perfiles de acero que contienen el líquido que sirve de sello de la tapadera.

3) Tubería del agua potable para el llenado de la tina.

4) Cobertura metálica.

5) Perfiles de acero de contención del baño que sirven de empaque a la tapadera.

6) Gancho para el transporte de la tapadera.

7) Válvula para el llenado automático de agua potable.

8) Parrilla sobre-elevada de protección para los serpentines tubulares que sirve de soporte de las masas de madera.

9) Serpentes tubulares.

10) Maderas para ser calentadas.

11) Pozo para la recolección del agua sucia, para utilizarla en la limpieza del fondo.

7

12) Válvula con flotador que controla automáticamente la emisión de agua potable.

13) Tubería de retorno del agua caliente.

14) Tubería de entrada de agua caliente.

15) Tapa de lámina de la cubierta que contiene la tubería de distribución del flujo de agua caliente.

16) Ducto que contiene la tubería de distribución del agua caliente.

17) Tubería de distribución del flujo del agua caliente recubierta de roca suelta para evitar dispersiones de calor.

18) Espacio para la protección de toda la tubería verticales de ida y vuelta del agua caliente, conectadas a los serpentines tubulares.

19) Válvula que reestablece automáticamente las condiciones de equilibrio internas.

FIG. 18

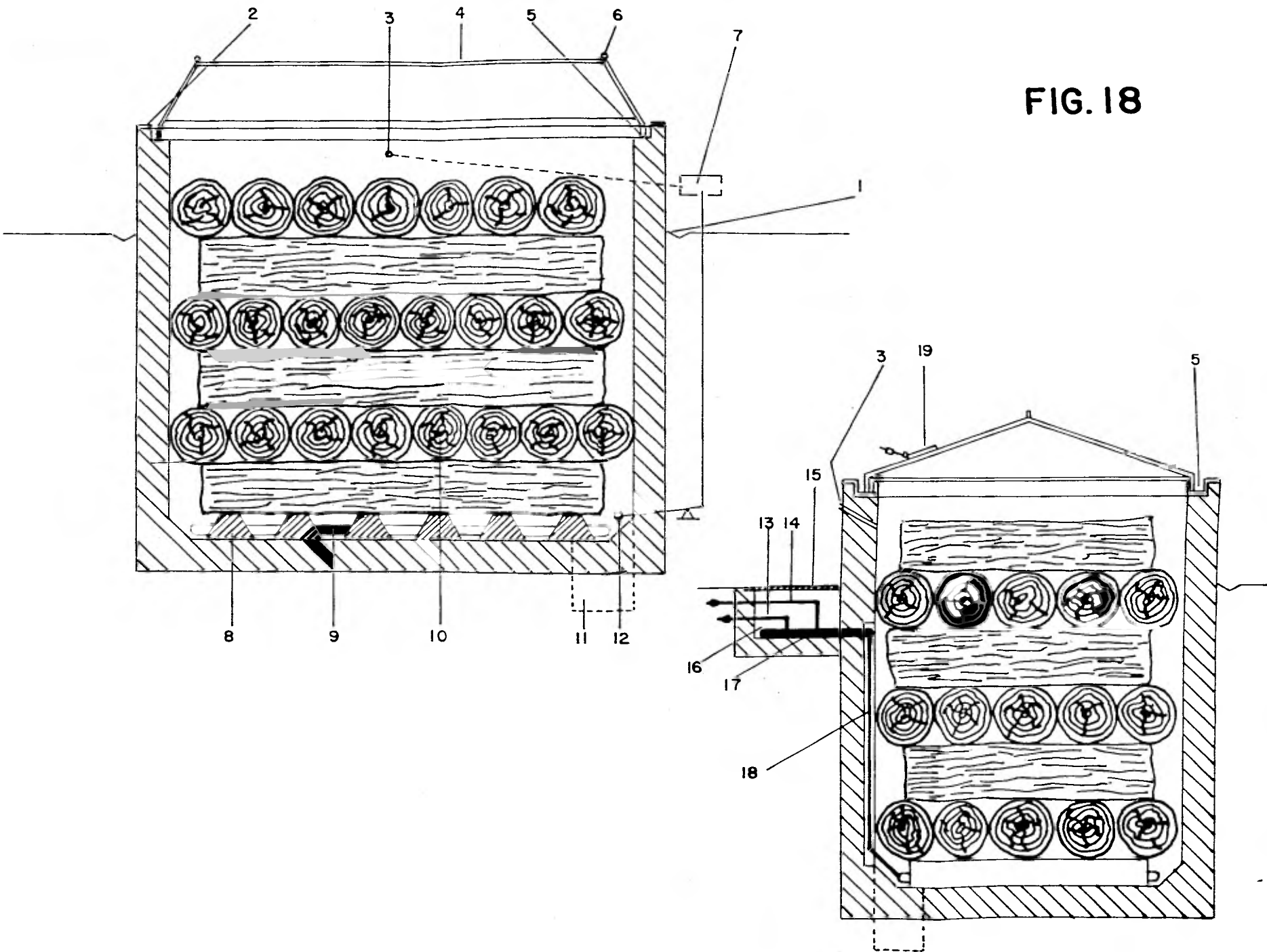


FIG 19

**SISTEMA DE LLENADO Y DE VACIADO DE UNA TINA PARA EL
CALENTAMIENTO DE LAS MADERAS**

Particular A

Transporte de un tronco por medio de cadenas especiales que tienen en los extremos unos ganchos de acero templado.

1) Nudo hecho con la cadena. El nudo permite transportar troncos de distinto largo con una sola cadena. Hay que observar que las cadenas entre el nudo y los ganchos clavados en las cabezas se encuentran en posición más o menos horizontal.

Particular B

Croquis acotado del gancho de acero templado.

FIG. 19

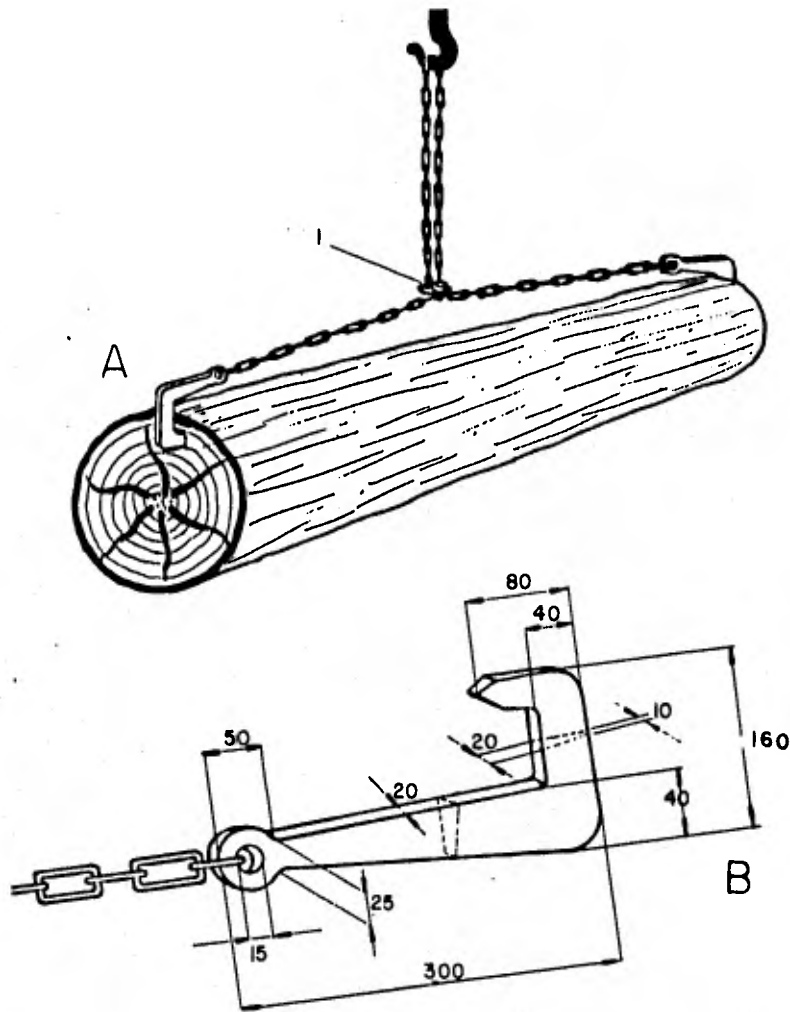


FIG 20

**TAPADERA DE LA TINAS PARA EL TRATAMIENTO DE
VAPORIZACION INDIRECTA O DE COCCION**

Particular A

Croquis acotado

- 1) Gancho para el transporte de la tapadera.
- 2) Válvula que ayuda a reestablecer automáticamente las condiciones de equilibrio interiores.

Particula B

Válvula que ayuda a reestablecer automáticamente las condiciones de equilibrio interiores que dependen de la cantidad de calor producido y de calor absorbido.

- 1) Varilla donde escurrir el contrapeso.
- 2) Contrapeso móvil con tornillo de fijación.
- 3) Bisagras fijas sobre la tapadera.
- 4) Pernos de las bisagras.

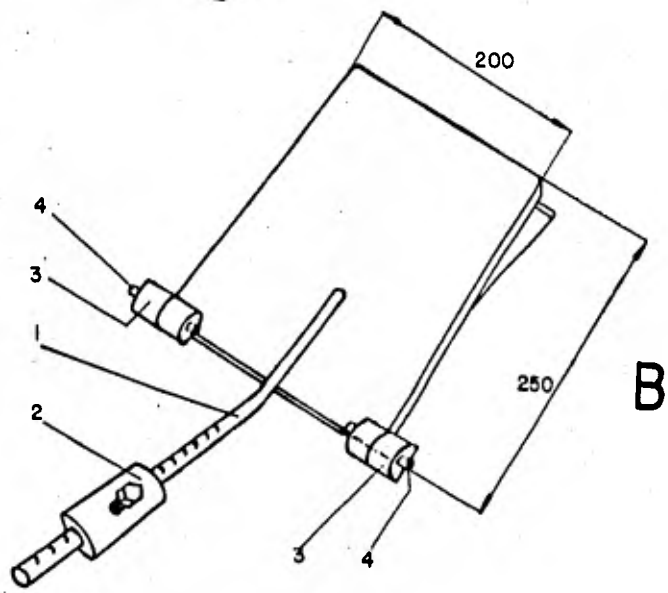
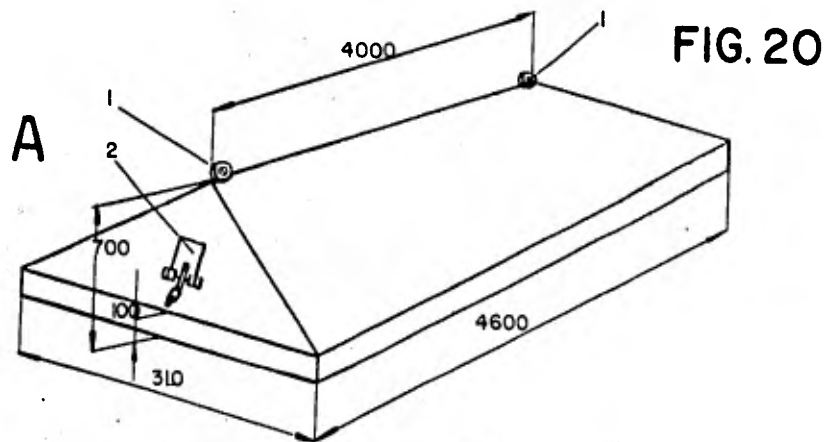


FIG 21

SELLO PERIMETRAL A BASE DE AGUA

Particular A

Instalación del sello o canaleta sobre las paredes perimetrales.

- 1) Lingote de bronce o latón.
- 2) Anchos de fijación en latón.
- 3) Tornillo con cabeza hexagonal 24 X 60 mm..
- 4) Zona exterior del baño al contacto con la atmósfera.
- 5) Tapadera.
- 6) Zona interior del baño al contacto directo con el vapor.
- 7) Hoyos que permiten la salida del agua hacia la tina cuando sube mucho el nivel en la canaleta.
- 8) Perfil de acero laminado en caliente.
- 9) Sello de hule o de asbesto para evitar dispersiones del vapor.
- 10) Pared interior de la tina.

Particular B

Instalación del sello o canaleta sobre la pared divisoria entre una tina y otra.

- 1) Lingote de bronce o de latón.
- 3) Ancla de fijación en el latón.
- 4) Zona exterior del baño a contacto directo con la atmósfera.
- 5) Tapadera.
- 6) Interior del baño a contacto directo con el vapor.
- 7) Idem.
- 8) Idem.
- 9) Idem.
- 10) Idem.

NOTA: El marco de los perfiles de acero debe ser anclado en cinco o seis puntas sobre los lados largos y en 3 ó 4 puntos sobre los lados cortos.

FIG. 21

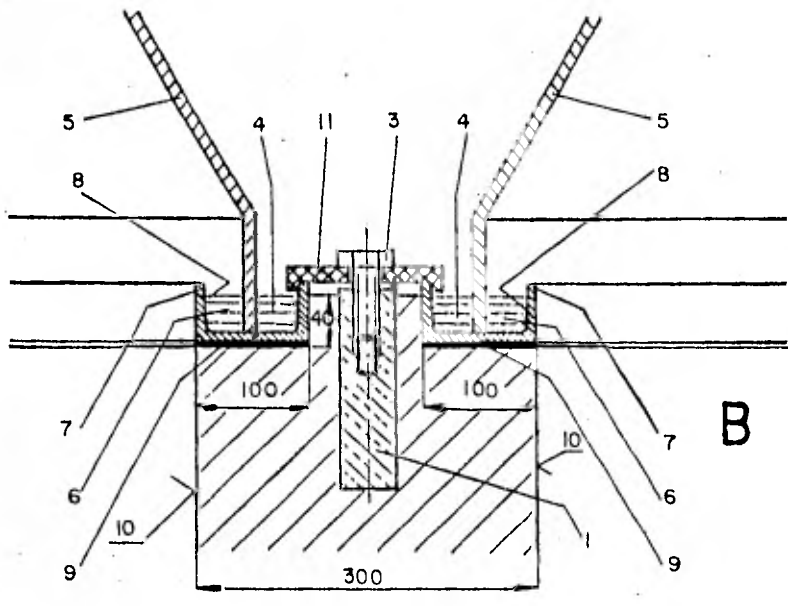
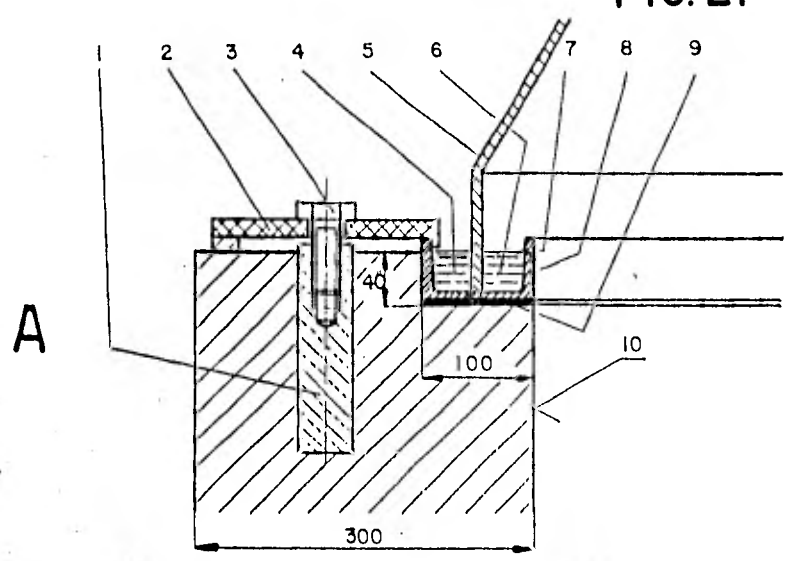


FIG. 22

TIPOS DE SERPENTINES TUBULARES MAS USADOS EN LA PRACTICA.

Particular A

Serpentines tubulares con la entrada y salida del flujo para calentamiento sobre ángulos opuestos. De fácil realización pero con muchas pérdidas de carga.

Particular B

Serpentines tubulares con la entrada y salida del flujo para calentamiento sobre el mismo lado. De fácil realización pero con muchas pérdidas de carga.

Particular C

Serpentines tubulares continuos. Con dificultad para su realización pero con leves pérdidas de carga.

- 1) Placa de unión de tubería de bajada.
- 2) Placa de unión de tubería de subida.
- 3) Tuberías con diámetro exterior de 1" gas.
- 4) Tuberías con diámetro exterior de 2 1/2 " gas.

FIG. 22

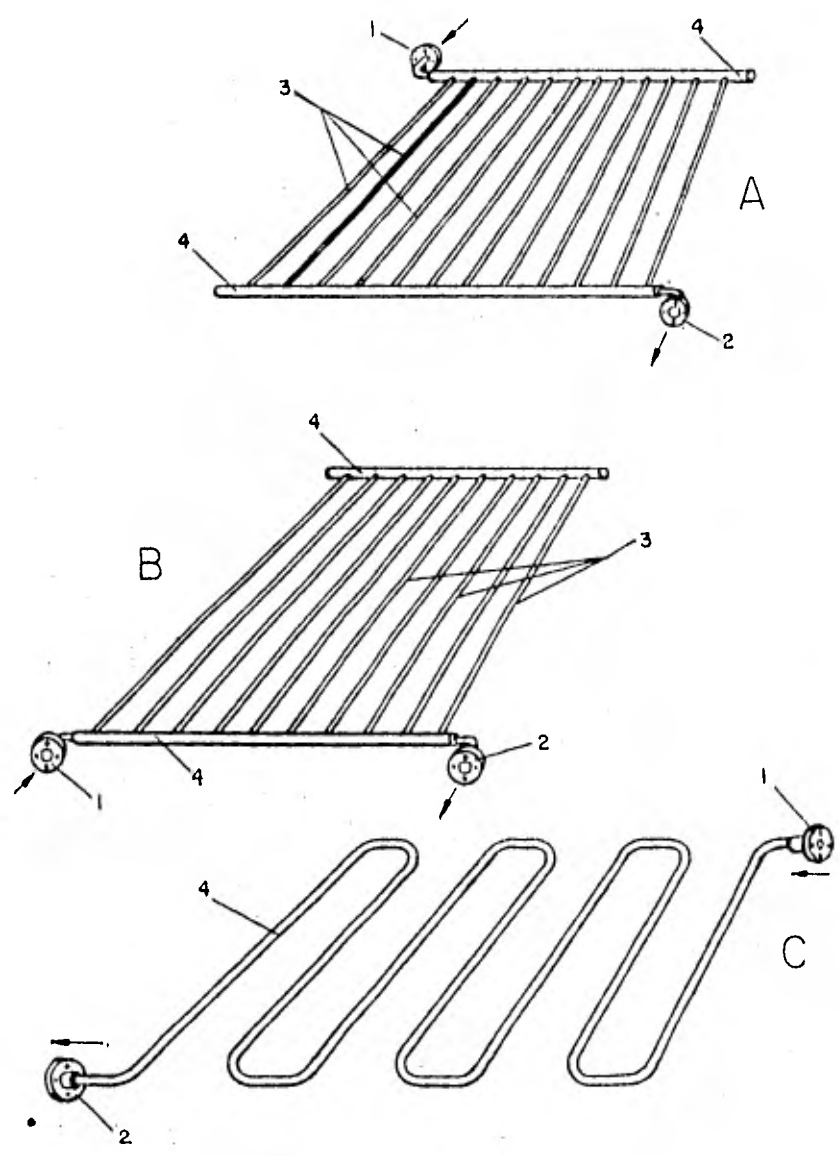


FIG 23

METODOS PARA EL LLENADO DE UNA TINA

Particular A

Apilamiento de los troncos en el estado de bloque único.

Particular B

Apilamiento de los troncos en el estado de bloque único para hacer trabajar por todo un día una fábrica que posea dos máquinas rebanadoras y una deshojadora.

Particular C

Apilamiento de los troncos seccionados en cuatro partes (corte a la francesa).

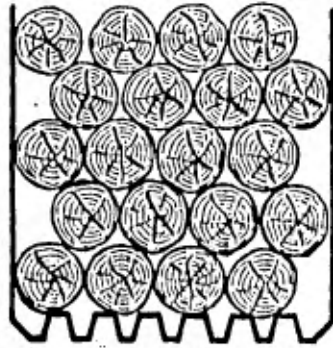
Particular D

Apilamiento de troncos seccionados en dos mitades (corte a la italiana).

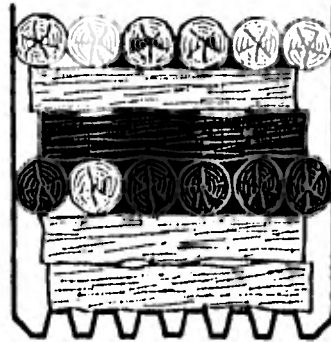
1) espesores colocados entre las maderas para evitar el contacto entre las superficies planas.

FIG. 23

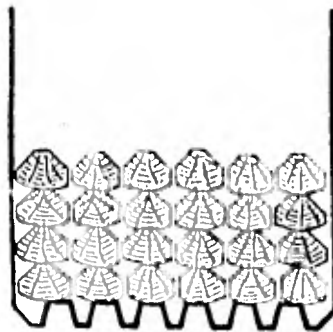
A



B



C



D

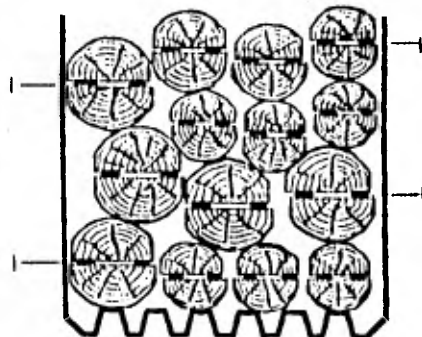


FIG 24

**ESQUEMA SECCIONADO DE UNA TINA PARA EL TRATAMIENTO DE
VAPORIZACION DIRECTA (Según E. Doffine)**

Se observan las paredes elevadas de la tina para impedir que las personas puedan caer dentro.

- 1) Sellos perimetrales que retienen el agua, de madera intercambiables.**
- 2) Tablones de protección de las paredes.**
- 3) Tapadera.**
- 4) Tubería de salida de vapor.**
- 5) Barrera de lámina de acompañamiento del vapor.**
- 6) Parrilla de soporte de la masa de los troncos.**
- 7) Troncos para vaporizarse.**
- 8) Drenaje directo, si es posible.**
- 9) Agua sucia.**
- 10) Bomba para el agua sucia.**
- 11) Válvula de detención.**
- 12) Cierre tipo sifón.**

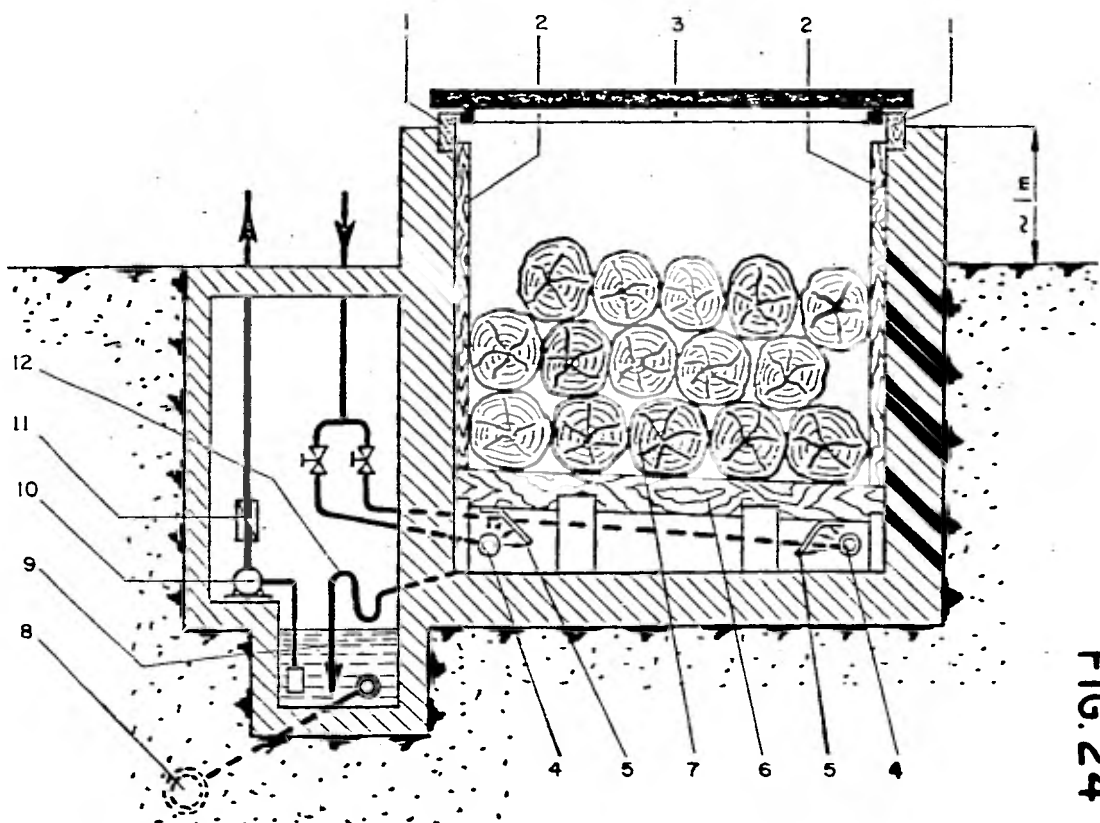


FIG. 24