

APTITUD DE LA MADERA DE CINCO ESPECIES FORESTALES PARA FABRICAR TABLEROS DE FIBRO -CEMENTO

Por: WILDER VALENZUELA A. ⁽¹⁾
TEODORO CRUZ C. ⁽²⁾

1. RESUMEN

El alto costo de los materiales tradicionales de construcción, es uno de los factores para el déficit de viviendas en el país; el tablero de fibro-cemento, material no tradicional, se presenta como una alternativa prometedora para paliar este gravísimo problema.

Sin embargo, la fabricación de este material requiere conocer la aptitud de las maderas, recurso abundante en el país, con el cemento. En el presente trabajo se estudia y evalúa esta dificultad, para tal fin se prepararon blocks de ensayo compuesto por hebras de madera, cemento y agua. Los resultados obtenidos se evaluaron de tal forma que permitió clasificar a las especies según su afinidad con el cemento.

El presente estudio, se llevó a cabo en la Universidad Nacional Agraria - La Molina. Lima, en el período de 1982.

SUMMARY

The high cost of traditional construction materials is one of the factors for the housing deficit in Perú the fibre-cement (wood-cement) panel, a non-traditional construction material, is presented as a promising alternative to palliate this very important problem.

Nevertheless, the manufacture of this material requires to know the aptitude of wood-an abundant resource in Perú, along with cement. In this work it is studied and evaluated this difficulty. Test blocks were prepared, in that order, composed of wood shavings, cement and water. Results obtained were evaluated in such a manner that they permitted to classify species according to their affinity with cement.

This study was performed in the Universidad Nacional Agraria, La Molina, Lima in 1982.

2. INTRODUCCIÓN

El Perú afronta, en la actualidad, un alto déficit habitacional, según datos de la oficina de Estadística del Ministerio de Vivienda (15) en 1980 fue de más de 2 millones de viviendas; situación que se ve afectada, aún más, por el alto costo de los materiales tradicionales, el crecimiento demográfico y los bajos ingresos de la población.

En muchos países se está generalizando el uso de paneles prefabricados en base a madera-cemento, como material de construcción no tradicional; existen en el mundo, según FAO, alrededor de 200 plantas industriales que se dedican a la producción de estos artículos (10).

¹ Profesor Asociado. Universidad Nacional Agraria. Dpto. de Industrias Forestales.

² Ingeniero Forestal.

Para la elaboración de paneles de fibrocemento, no todas las especies maderables sirven como aglomerantes del cemento, ya que muchas de ellas retardan en demasía o llegan a inhibir completamente el fraguado; lo anterior hace que se tenga que hacer una previa selección de las especies a emplear en este fin.

El método más confiable para determinar la aptitud de la madera para elaborar tableros de fibro-cemento o productos similares, es mediante la confección de paneles en forma de blocks de ensayo con las especies a probar, se observará así su resistencia mecánica al cabo de un tiempo prudencial de endurecimiento.

El presente trabajo tiene como objeto determinar y evaluar la aptitud de la madera de cinco especies forestales del Perú, para la fabricación de paneles de fibro-cemento.

El trabajo se llevó a cabo en la Universidad Nacional Agraria, Dpto. de Industrias Forestales, Sección de Construcciones Forestales, durante el período de 1982.

3. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

PANELES DE FIBRO-CEMENTO

3.1 Definición

La Norma DIN (16) define a los paneles de Fibro-cemento como producto de mezcla prensada de hebras de madera y cemento.

Canali (5) por su parte señala que son elementos prefabricados de hebras de madera y como aglomerante cemento, mezclado y prensado en hormas.

3.2 Componentes

3.2.1 Materiales orgánicos

Chittenden (8) y Alarcón (2) indican que en la fabricación de estos paneles se usa madera o residuos provenientes de la agricultura tales como bagazo de caña de azúcar, paja de arroz, etc. señala además que la aptitud depende de ciertas sustancias presentes que disminuyen el fraguado, menciona como responsable directo a los azúcares y a los compuestos hemicelulósicos.

Kohler (13) agrega que los taninos y colorantes perturban el fraguado del cemento, en cambio las resinas presentes en las coníferas no tienen ningún efecto.

3.2.2 Aglomerante mineral

Diferentes autores (8), (11), (13), mencionan que el aglomerante mineral más utilizado es el cemento portland, pudiendo usarse también magnesita y escolita.

Kohler (13) menciona que el cemento que cumple con los requisitos de fraguado y endurecimiento rápido es el cemento Portland ASTM tipo I.

Según ITINTEC (20) el cemento portland es el producto obtenido por pulverización del clinker portland, con la adición eventual de sulfato de calcio. Existen diferentes tipos de cementos.

Saad (21) dice que los componentes principales del cemento son: cal, sílice, alúmina y pequeñas cantidades de óxidos de hierro, magnesita, trióxido de sulfato, álcalis e hidróxido de carbono.

Keil (12) afirma que el cemento influye en los siguientes procesos parciales de la formación del concreto:

- a.- Fraguado.- Período inicial de muy rápida velocidad de reacción, provocado por la reacción química de aluminatos del clinker con el hidróxido de calcio y el agua.
- b.- Endurecimiento.- Adriansen (1) señala que este proceso es producido por la lenta hidratación de los silicatos.

3.2.3 Mineralizante.- Diferentes autores (80) (10), (13), (21) señalan que como agente mineralizante se usan sales que actúan como aceleradores del fraguado. Entre las sustancias más comunes son. Cloruro de calcio (Ca Cl_2), Silicato de sodio (Na_2SiO_3), Sulfato de aluminio (AlSO_4), Cloruro de magnesio (Mg Cl_2) y Silicato de potasio (K_2SiO_3).

3.2.4 Agua.- Autores como Keil (12) y Kohler (13) indican que el agua es esencial en la mezcla, debe estar exento de sustancias que perturben el fraguado del cemento tales como algas, aceites, humus, etc.

3.3 Método para evaluar las especies maderables en la Fabricación de Paneles de Fibro-Cemento.

Chittenden (8) y otros (22) mencionan que los principales métodos son los siguientes:

3.3.1 Método GONOGO.- Consiste en cubrir pequeñas piezas de madera dejándolas en recipientes previamente cubiertos con la pasta de cemento, al cabo de 48 horas se trata de extraer las muestras, según su facilidad o dificultad, se clasifican en aptos o no aptos

3.3.2 Método de temperatura de hidratación.- Método desarrollado por Sanderman en 1964; consiste en determinar el coeficiente de aptitud de las maderas a partir de las curvas de temperatura en función al tiempo. Se basa en la liberación del calor que produce el fraguado del cemento cuando se mezcla con agua y luego con la madera (14).

3.3.3 Método de Blocks de Prueba.- Chittenden (11), señala que no existe un método más seguro que el formar blocks con esta mezcla y ensayarlas luego.

El Instituto de Investigación de Productos Forestales en Ghana aplicando este método, evaluó la aptitud de diferentes especies para fabricar tableros de fibro-cemento en un programa con miras a ser aplicado en construcción de viviendas.

3.4 Fabricación

Kohler (13) indica que para la obtención de las hebras de madera se emplean pedazos de madera de longitud pequeña (20-50 cm.) y de diámetros no muy grandes (5-15 cm.), las hebras así obtenidas son bañadas en una solución mineralizante para luego mezclarlos con el cemento y agua; esta mezcla se vierte en hormas para darles forma y dimensiones, esta mezcla, ya en las hormas, se les prensa en frío y se dejan por 24 horas para lograr el endurecimiento. En la Figura No. 1, se presenta esquema del Proceso de Fabricación.

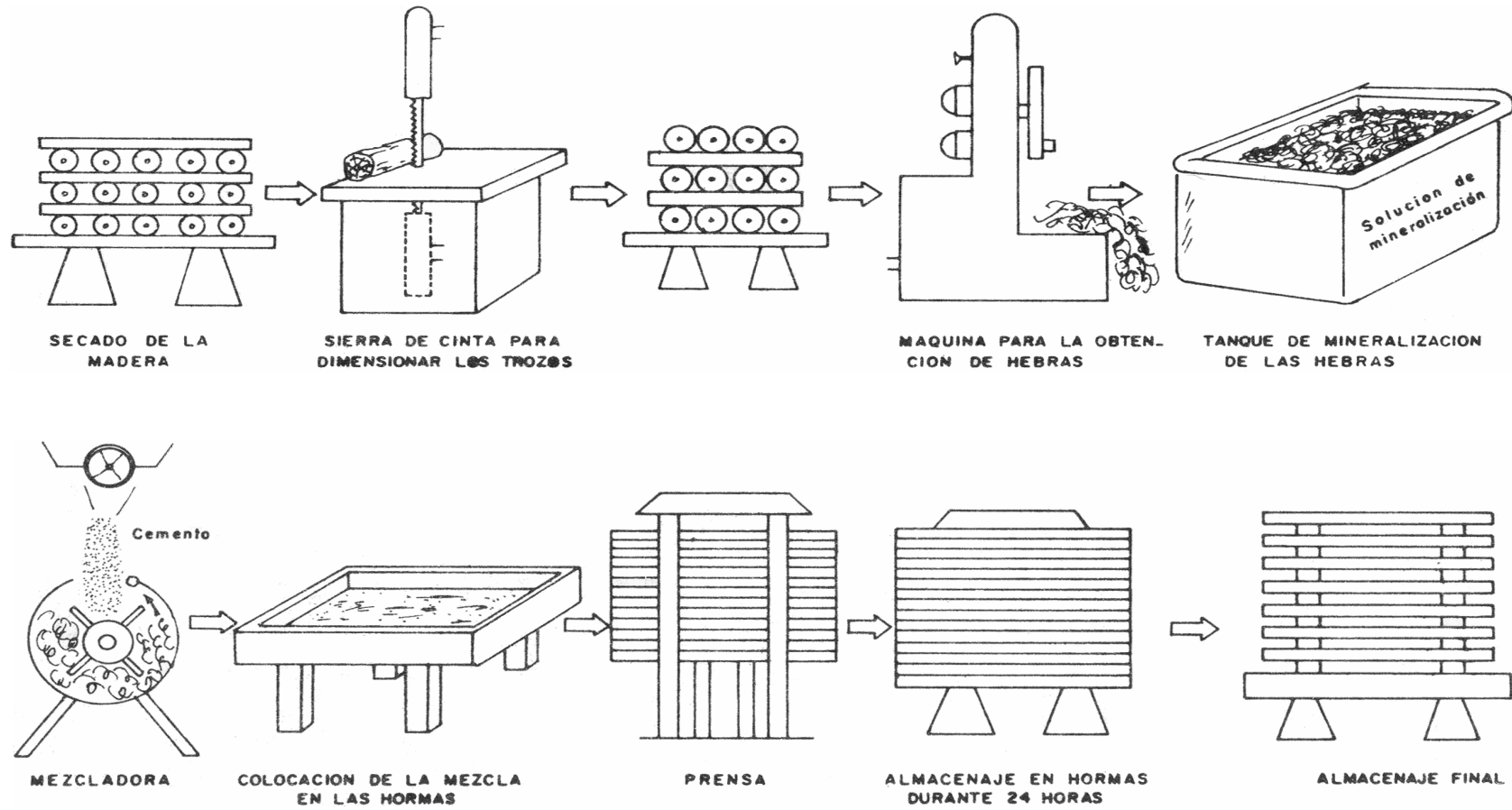


Figura N° 1.- ESQUEMA DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE FIBRO CEMENTO

3.5 Propiedades

3.5.1 Densidad.- Según DIN 1101 (16), (17) se tiene los siguientes valores:

Espesor (mm)	Densidad Media Kg. / m. ³	Peso Medio Kg./m. ²
15	570	8.5
25	460	11.5
35	415	14.5
50	390	19.5
75	375	28.0

3.5.2 Flexión.- Según DIN 1101 (16) los valores mínimos son los siguientes:

Espesor (mm)	Resistencia Media Kg./cm ² .	Tolerancia %
15	15	-10
25	10	-10
35	7	-10
50	5	-10
75	4	-10
100	4	-10

3.5.3 Comprensibilidad.- Según DIN 1106 (16) es el porcentaje de reducción en el espesor del panel, al aplicarle una carga de 3 Kg. / cm.²

Espesor (mm)	Reducción (mm)	Tolerancia (%)
25	25	-10
35	18	-10
50, 75, 100	28	-10

3.5.4 Aislante térmico.- Kohler (13) indica que un panel de 5 cm. de espesor, tiene un coeficiente de conductividad térmica de 0.07 k cal/ mh° C donde: K - cal = kilo calorías, m = 1 metro; h = 1 hora; °G = 1 grado centígrado; lo que equivale, según el mismo autor, a la de una pared de concreto de 50 cm. de ancho, aproximadamente.

3.5.5 Otras propiedades.- Bock (4) y Kohler (13), señalan entre otros, las siguientes propiedades: buen aislante acústico, buena absorción acústica, alta resistencia al fuego, regular comportamiento al clavado, fáciles de aserrar, buena durabilidad natural y permiten un buen enlucido.

3.6 Usos.- Entre los principales usos, señalan (6), (16), (18), (19) entre otros autores lo siguiente: Construcción de viviendas de bajo costo, encofrados, tabiquerías, techos, aislantes acústicos, revestimientos de fachados, paneles publicitarios, etc.

CUADRO No. 1
ESPECIES ESTUDIADAS

Nombre común	Nombre científico	Familia	Procedencia	Zona de vida
Tornillo	<i>Cederelinga catenaeformis</i> Ducke	Mimosaceae	Pucallpa	BHT
Manchinga	<i>Brosimum uleamun</i> Mildbr	Moraceae	Pucallpa	BHT
Copaiba	<i>Copaiba officinalis</i> L.	Caesalpinaceae	Pucallpa	BHT
Eucalipto	<i>Eucalyptus globulus</i> Labill	Myrtaceae	Huancayo	Mb
Machin Zapote	<i>Matisia bicolor</i> Ducke	Bombacaceae	Pucallpa	BHT

BHT = Bosque Húmedo Tropical

Mb = Montano bajo

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Lugar de ejecución

Se llevó a cabo en la Sección de Construcciones Forestales y en los Laboratorios de Tecnología de la Madera, Dpto. de Industrias Forestales de la Universidad Nacional Agraria; en el año de 1982.

4.2 Materiales y Equipo

4.2.1 Materiales

a) Madera.- Se emplearon cinco (5) especies maderables con 10 repeticiones (muestras de árboles) cada una. Cuadro No. 1 (3).

Las muestras de madera fueron recolectadas en los depósitos de Lima e identificadas anatómicamente en la Sección de Anatomía de la Madera del Dpto. de Industrias Forestales.

b) Cemento.- Se empleó el cemento Portland Normal tipo I.

c) Mineralizante.- El cloruro de calcio ($Cl_2 Ca$) al 4 % de solución.

d) Agua.- Se empleó agua corriente (de caño) de la Universidad Nacional Agraria.

4.2.2 Equipo y Herramientas

-Sierra circular, cepilladora, garlopa, sierra radial.

-Detector eléctrico de humedad

-Balanzas

-Hormas de madera. Figura No. 2.

-Prensa hidráulica.

-Máquina Universal de Ensayos. Tinius olsen con sus accesorios.

4.3 Métodos y Procedimientos

4.3.1 Acondicionamiento de las muestras.- Las muestras se cortaron en pedazos de 30 cm. de longitud, de espesores uniformes y anchos variables. Se apilaron para homogenizar su contenido de humedad.

4.3.2 Obtención de Hebras.- Se obtuvieron en una cepilladora, seleccionándose hebras de 20 a 30 cm. de longitud, 1 a 2 cm. de ancho y un espesor de aproximadamente 0.5 cm.

4.3.3 Preparación de la Solución mineralizante.- A 53 gr. de cloruro de calcio (Cl_2Ca) sólida comercial se agrega un litro de agua destilada, moviéndose luego la mezcla hasta su completa disolución, con lo cual se obtiene una solución al 4%; se hace notar que es preferible adicionar el agua a la sal y no al contrario.

4.3.4 Mineralización. - Se dejó remojar las hebras en la solución mineralizante durante 25 minutos, sacado del depósito se drenaron por un tiempo prudencial para eliminar el exceso de humedad.

4.3.5 Mezclado.- Para esta operación, se efectuó pruebas tentativas para encontrar la proporción adecuada de cemento, madera y agua; finalmente se escogió la relación 1:0.5 y 0.5, respectivamente; esta operación no excedió de 3 minutos.

4.3.6 Prensado y desmoldado.- Se prensó la mezcla en las hormas (Figura No. 2) para obtener las dimensiones buscadas; se dejó la mezcla prensada, por 24 horas, tiempo que dura el fraguado inicial del cemento. El desmoldado se efectuó concluido las 24 horas.

4.3.7 Clasificación de las especies según la afinidad con el cemento.- Al desmoldarse los paneles se observó la afinidad de la madera con el cemento, se tomó en cuenta la velocidad de endurecimiento, facilidad de desmoldado y manipuleo al cabo de 24 horas. Estos datos sirvieron para la clasificación de las especies estudiadas.

4.3.8 Ensayos Físicos

a) Densidad.- Se emplearon probetas de 5 x 15 x 15 cm. Se tomaron las medidas y pesos empleándose la siguiente relación para efectuar los cálculos:

$$D = \frac{P}{V}$$

D densidad (gr. / cm.³)

P peso (gr.)

V volumen (cm.³)

b) Absorción de agua.- Se efectuaron en probetas de 5 x 15 x 15 cm. Se tomaron las medidas y pesos iniciales, se introdujeron las probetas en recipientes con agua, al cabo de 24 horas se sacaron del recipiente y se dejaron drenar por 10 minutos, se pesaron y midieron nuevamente. Los resultados se calcularon mediante la siguiente relación:

$$A = \frac{P_f - P_i}{100} \times 100$$

A Absorción de agua (%)

Pf Peso final (gr.)

Pi Peso inicial (gr.)

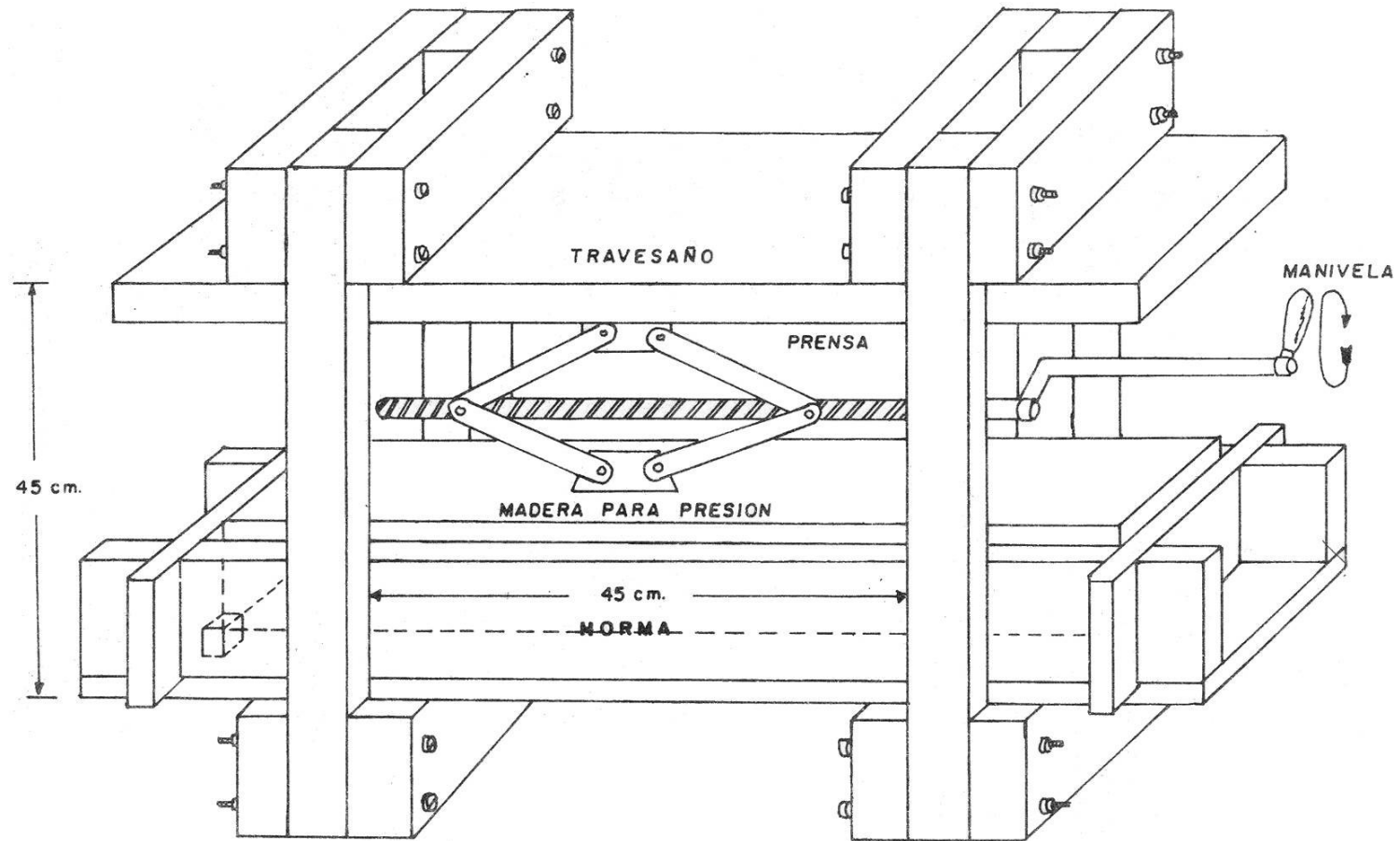


Figura No. 2- ESQUEMA DE UNA PRENSA

4.3.9 Ensayos Mecánicos

a) Flexión estática.- Se tomó como referencia la Norma DIN 1101 (16) con algunas variaciones, se emplearon probetas de 5 x 25 x 50 cm. con una luz de 33 cm. y una velocidad de ensayo de 0.24 pulg. / minuto (0.5996 cm. /minuto), los resultados de los ensayos se tabularon con las siguientes relaciones:

- Esfuerzo al Límite Proporcional (ELP)

$$ELP = \frac{3P'L}{2ae^2} (\text{Kg.}/\text{cm.}^2)$$

- Módulo de Resistencia (MOR)

$$MOR = \frac{3PL}{2ae^2} (\text{Kg.}/\text{cm.}^2)$$

- Módulo de Elasticidad (MOE)

$$MOE = \frac{P'L}{4ae^2 y'} (\text{Kg.}/\text{cm.}^2)$$

P Carga máxima (Kg.)
 P' Carga al límite proporcional (Kg.)
 L Luz (cm.)
 a ancho (cm.)
 e espesor (cm.)
 y' deformación al límite proporcional.

b) Comprensibilidad.- Se tomó como referencia la Norma DIN 1101 (16) con algunas variaciones efectuadas por la Sección de Construcciones Forestales, las probetas fueron de 5 x 20 x 20 cm., se comprimió hasta la disminución de 1 cm. de espesor de la probeta; de los resultados se determinó el esfuerzo unitario necesario para obtener una comprensión de 20% del espesor inicial. Se calculó este valor según lo siguiente:

$$S = \frac{P}{A} (\text{Kg.}/\text{cm.}^2)$$

S Esfuerzo unitario
 P Carga necesaria para comprimir la probeta de 20% del espesor inicial (1 cm.) (Kg.).
 A Área de Apoyo de la probeta (cm.²).

c) Extracción de Clavos.- Se siguió en principio la Norma ASTM - 1037, cada probeta de 5 x 7.5 x 10 cm., se introdujo 2 clavos de 3" de longitud y 0.0113" de diámetro en los casos hasta una profundidad de 80% del espesor de la probeta y a una distancia de 1/2" y 3/4" de los bordes de mayor longitud; se extrajeron los clavos a una velocidad de 0.25 pulg. /minuto (0.6096 cm. /minuto); se ensayo hasta la carga máxima.

4.3 Diseño Experimental

Se tuvo en consideración lo siguiente:

Número de especies 3

Número de probetas 10

	Cantidad	Tamaño de probeta (cm.)
- Densidad	10	5 x 15 x 15
- Absorción de agua	10	5 x 15 x 15
- Flexión	5	5 x 25 x 45
- Comprensibilidad	5	5 x 20 x 20
- Extracción de clavos	10	5 x 7.5 x 10

Análisis Estadístico.- Para el análisis estadístico se empleó las Normas Técnicas COPANT (9), se obtuvo el promedio por probeta, promedio entre probetas, desviación standart, coeficiente de variabilidad e intervalo de confianza para 0.05 P.

5. RESULTADOS

Se presentan a continuación los resultados obtenidos en las observaciones y pruebas a que fueron sometidos los paneles de fibro-cemento de las cinco (5) especies estudiadas.

5.1 Afinidad de las maderas con el cemento. Teniendo en cuenta la velocidad de endurecimiento y la dureza alcanzada por los paneles durante el tiempo del fraguado inicial, se obtuvieron los resultados que se presentan en el Cuadro No. 2.

CUADRO No. 2
AFINIDAD DE LAS MADERAS CON LE CEMENTO

Especie	Fraguado a las 24 horas	Segunda observación	Clasificación
Manchinga	xx	-	Apta
Tornillo	x	xx	Medianamente apta
Copaiba	-	-	No apta
Eucalipto	xx	-	Apta
Machin Zapote	-	-	No apta

xx Alcanzó la afinidad con el cemento

x Alcanzó la afinidad a las 24 horas

- Alcanzó la afinidad

5.2 Propiedades Físicas -Mecánicas de los Paneles de Fibro-cemento.

A las especies que demostraron aptitud para formar paneles, se le determinaron sus propiedades físico -mecánicas de los tableros respectivos. Los resultados se presentan en el Cuadro No. 3.

CUADRO No.3
PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DE LOS PANELES DE FIBRO-CEMENTO* (7)

Especie	Densidad gr/cm ³	Absorción Agua %	Flexión Estática			Comprensi- bilidad Kg/cm ²	Ext.Clavos Kg.
			ELP	MOR	MOE		
			Kg/cm ²				
Tornillo	0,414	47,54	5,39	8,70	1344,4	2,70	3,74
			1,76	3,15	1040	0,76	1,03
Manchinga	0,423	39,89	6,09	10,06	2388,6	4,29	2,66
			2,03	3,37	1036	1,02	0,41
Eucalipto	0,433	40,37	7,97	14,7	5457,6	5,26	3,96
			1,34	2,88	3144	1,02	2,50

* En cada cuadrícula el número superior es el promedio (\bar{X}) y el inferior es el límite de confianza para 0.05P.

ELP = Esfuerzo al límite proporcional

MOR = Módulo de ruptura

MOE = Módulo de elasticidad

6. DISCUSIÓN

6.1 Afinidad de las Maderas con el Cemento

La afinidad se evaluó en relación al fraguado a las 24 y 48 horas de mezclado.

6.1.1 Clasificación de las especies según su afinidad con el cemento.- Del Cuadro No. 2 se desprende que la machinga y el eucalipto, logran buena afinidad a las 24 horas, se les denomina APTAS, el tornillo logra similar características a las 48 horas, MEDIANAMENTE APTA, la copaiba y machin zapote no logran afinidad ni en 48 horas, por lo que se les clasifican como NO APTAS.

6.1.2 Efecto de los Extractivos de las maderas estudiadas en la aptitud de las especies.- Al comparar la aptitud de las maderas con los extractivos en agua caliente y alcohol benceno, que se encuentran graficados en la Figura No. 3, notamos lo siguiente:

-Las especies "aptas" eucaliptos y manchinga tienen un contenido de extractivos menores de 3.25% y 2.23% en agua caliente y alcohol benceno respectivamente, el tornillo "medianamente apta" tiene un contenido mayor de 4.26 % y 3.61 % en agua caliente y alcohol benceno, las especies "no aptas" copaiba y machin zapote presentan altos contenidos de extractivos. De lo anterior se deduce que a mayor extractivo, menor es la aptitud de las maderas para formar tableros de fibro-cemento; esto además nos permite plantear una clasificación tentativa que se presenta en el Cuadro No. 4.

6.1.3 Efecto de los componentes químicos en la afinidad de la madera con el cemento.

Al analizar la Figura No. 4, notamos que no existe relación alguna entre los principales componentes químicos como la celulosa, lignina y pentosanos con la aptitud o afinidad de la madera con el cemento

CUADRO No.4
CLASIFICACION DE LA AFINIDAD DE LAS MADERAS CON EL CEMENTO EN RELACION AL
PORCENTAJE DE EXTRACTIVOS

Tipo	% Extractivos en :			
	Agua	Alcohol	Benceno	
Aptas	0	- 3,25	0	- 2,25
Medianamente aptas	3,26	- 4,25	2,26	- 3,50
No aptas		- 4,25		-3,50

6.2 Evaluación de las Propiedades Físicas-Mecánicas de las especies afines con el cemento

Esta evaluación se efectuó con aquellas especies aptas y la medianamente apta.

6.2.1 Densidad.- Como el peso y volumen de los paneles fue conocido al inicio de la preparación de las probetas, las densidades se esperaban que fueran similares; su valor está entre 0.41 a 0.43 gr./cm.³, que podrían llamarse de densidad media.

6.2.2 Absorción de agua.- De acuerdo a los datos señalados en el Cuadro No. 3, la absorción de agua de la manchinga es menor que el eucalipto y éste menor que el tornillo; estos valores de absorción de agua en general son valores que pueden considerarse altos, pero que sin embargo, son menores que la madera contrachapada de cumala (6).

6.2.3 Flexión Estática.- El de mayor valor es el eucalipto seguido de la manchinga y el tornillo. Se puede notar que no existe una relación entre la resistencia de la madera con la del panel formada con la misma especie; sino que la relación es directa a la afinidad de la especie con el cemento. Esto es a mayor afinidad mayor resistencia. Estos valores en flexión superan a los valores establecidos por las Normas Alemanas (17) que establecen un Módulo de Resistencia de 5 Kg. / cm.² y las especies estudiadas superan este valor (Cuadro No. 3).

6.2.4 Compresibilidad.- Al comparar los esfuerzos necesarios para reducir un 20 % del espesor inicial de las probetas con la aptitud de las maderas (Figura No. 5) notamos que la relación es directa, esto es, a mayor aptitud mayor resistencia a ser comprimida. Del mismo modo comparando los valores obtenidos con lo establecido por la Norma DIN (16), se observa que el eucalipto y la manchinga superan este valor, no así el tornillo.

6.2.5 Extracción de Clavos.- En general los valores que presentan las especies estudiadas, son bajos; por lo que en su uso se deberá tener cuidado de asegurar adecuadamente los clavos, se pueden usar, por ejemplo tarugos, entre otras muchas soluciones constructivas.

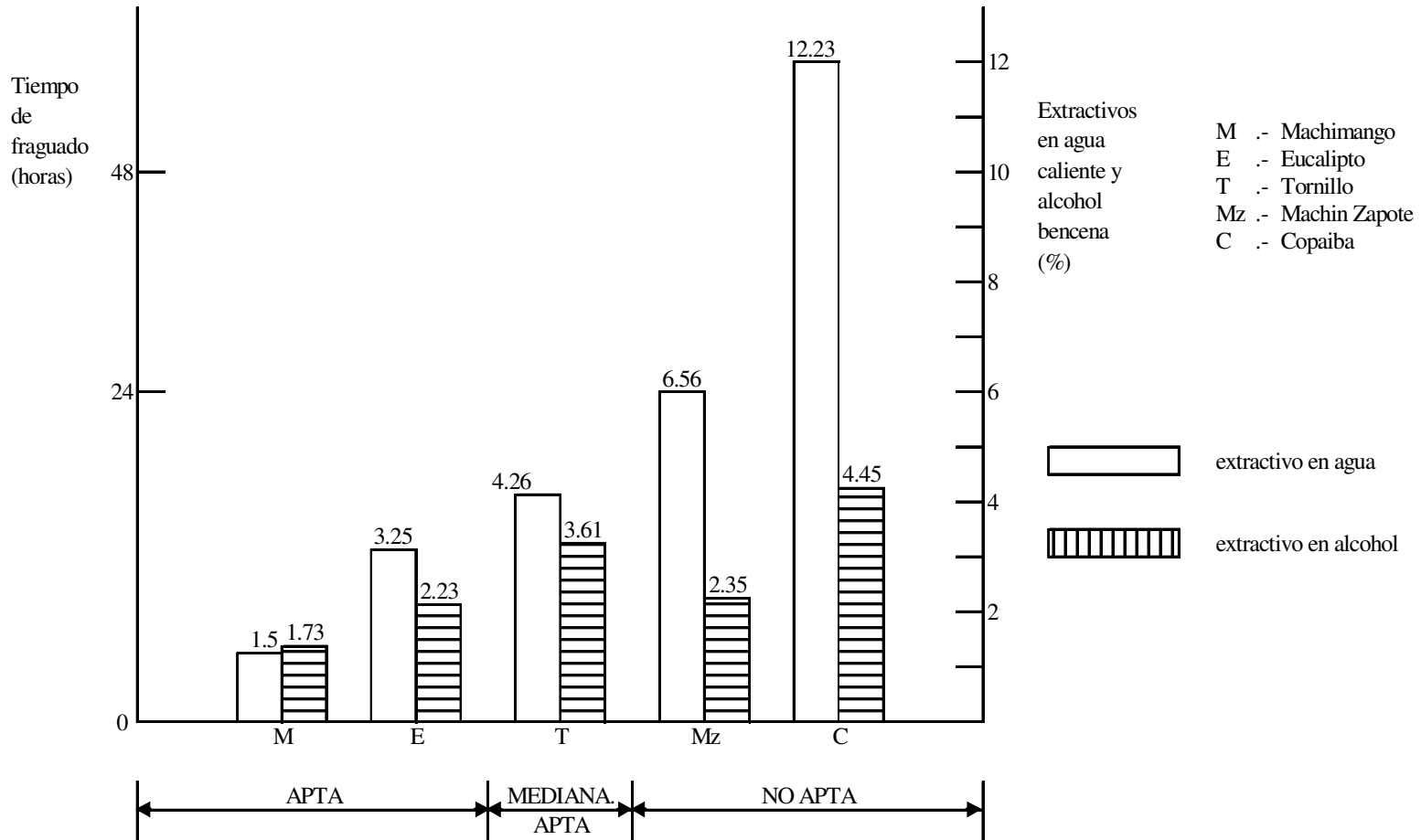


Figura N° 3.- Relaciones entre contenidos de extractivos de la madera y su aptitud con el cemento

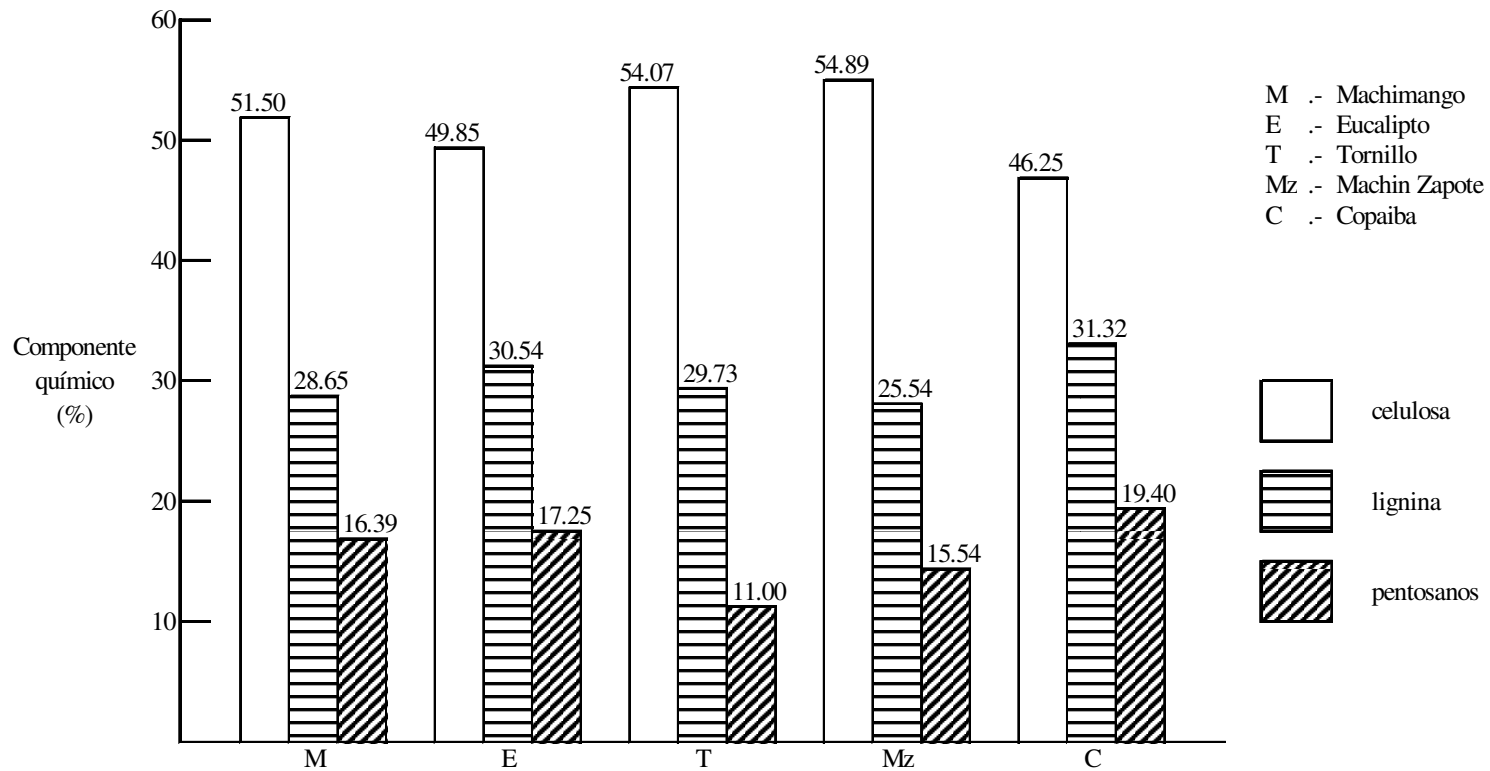


Figura N° 4.- Relación entre componentes químicos de la madera y su aptitud con el cemento

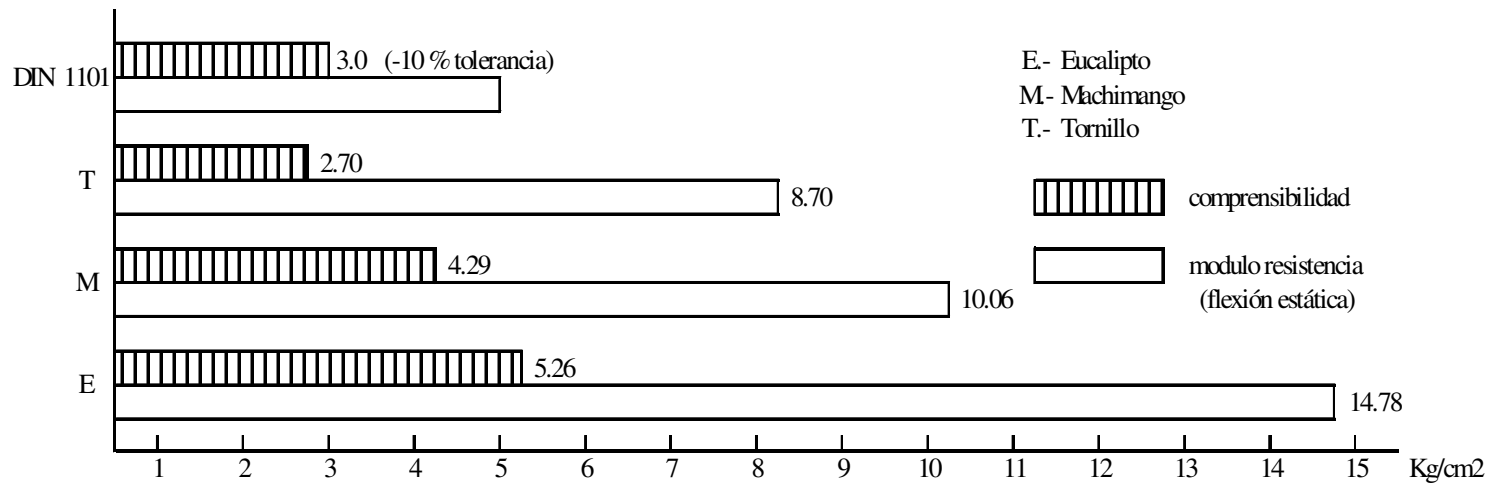


Figura N° 5.- Esfuerzo en flexión estática (módulo de resistencia) y compresibilidad versus los valores correspondientes, establecidos según norma DIN 1101

7. CONCLUSIONES

- Por la afinidad de la madera con el cemento se clasifican como aptas al eucalipto y manchinga, medianamente apta al tornillo y no aptas al machin zapote y copaiba.
- A mayor porcentaje de extractivos de las maderas, la afinidad con el cemento disminuye.
- No existe relación entre la aptitud de la madera para formar paneles de fibrocemento con los principales componentes químicos de los mismos.
- La densidad y la absorción de agua de este tipo de paneles para las proporciones empleadas de madera, cemento y agua es de 0.42 gr. /cm.³ y 42 % de su peso seco, respectivamente.
- En flexión estática y comprensibilidad el eucalipto presenta el valor más alto seguido por la manchinga y el tornillo. Todos superan el valor exigido por la Norma DIN 1101.

8.- RECOMENDACIONES

- Probar la aptitud y determinar la resistencia de otras especies forestales en la formación de tableros, en base a hebras, virutas, aserrín, etc.
- Iniciar estudios de formación de otros materiales de construcción, en base a este material tales como ladrillos en sus diferentes tipos, canales, cubiertas, etc.
- Determinar qué extractivos de la madera son los que retardan el fraguado con el cemento.
- Al usar este tipo de paneles, se debe impermeabilizar los tableros con enlucidos apropiados.

BIBLIOGRAFÍA

1. ADRIANSEN, H. JUAN. Propiedades físicas y Químicas de los Cementos Peruanos. Tesis para optar título de Ingeniero Civil. U.N.I. Lima, 1966. 156 pág.
2. ALARCÓN G., JAVIER H., JORGE: Comportamiento del Concreto con Azúcar. Tesis para optar título de Ingeniero Civil. U.N.I. Lima, 1968. 146 p.
3. AROSTEGUI, ANTONIO, Análisis de Estudio Tecnológico de Maderas Peruanas. FAO. Documento de Trabajo No. 2. Lima, 1982. 57 p.
4. BOCK, JOACHIN. Los Paneles de Partículas de Madera aglomerada con Cemento, un Promisorio para la Construcción de Viviendas de bajo costo. MYRSA. 4 p.
5. CANALI. Plantas para la Fabricación de Paneles ligeros de Fibro - Cemento. Speyer Alemania. 1978. 6 p.
6. CALLE M., LUIS. Empleo de la Madera Contrachapada Nacional en Paneles Estructurales Planos. Tesis para optar título de Ingeniero Civil. U.N.I. Lima 1968. 148 p.

7. CRUZ, TEODORO. Aptitud de la Madera de Cinco (5) Especies Forestales del Perú, para la fabricación de Paneles de Fibro - Cemento. Tesis para optar título de Ingeniero Forestal. U.N.A. 1982. 95 P.
8. CHITTENDEN A.J., HAWKES. Wood Cement Systems. Tropical Products Institute. FAO. New Dheli. 1975. 24 p.
9. COMISIÓN PANAMERICANA DE NORMAS TÉCNICAS Maderas. Métodos para realizar el Análisis Estadístico de las Propiedades de las Maderas. Ante proyecto de Norma. COPANT. 1974. 6p.
10. FAO Cement Bonded partide-board plant low cost housing production unit. Bison. Roma. 1976, 58 p.
11. HOWKES A.J., ROBINSON. Technical evaluation of wood cement slabs made from *Pinus caribaea* grow in Figi. Tropical Products Institute London. 1978.25p.
12. KEIL, F.RITZ, Cemento. Ed.Técnicos Asociados S.A. España 1973. 30 p.
13. KOH LE R, RONALD. La fabricación de la Tabla de Pajilla de Madera y Cemento Boletín No. 20-21. IFLA. Mérida. Venezuela. 1966. 20 p.
14. KUROIWA H. CARMEN. Efecto del cloruro de calcio sobre la Resistencia y Módulo de Elasticidad del Concreto. Tesis para optar título de Ingeniero Civil U.N.I. Lima, 1966. 185 p.
15. MINISTERIO DE VIVIENDAS. Indicadores de Viviendas dericados de Datos Censales. 1961-1980. República y Ciudades Principales. Oficina de Estadística Lima - Perú. 1981. 193 p
16. NORMAS ALEMANAS DIN 1101, Wood wool Boards. Dimentions, propertier testing. 1980. 6 p.
17. NORMAS ALEMANAS DIN 4077. Hoz wolle (Hebras de Maderas). 1976. 6p
18. NORMAS BRITÁNICAS. Planchas de Fibro Cemento, especificaciones. 1972. 10 p
19. NORMAS CHILENAS. Planchas de Fibro Cemento, especificaciones. 1960. 6 p
- 20.- NORMAS PERUANAS, ITINTEC. Cemento Portland. Clasificación y Nomenclatura. 1968. 6 p.
- 2 1. SAAD M., ANTONIO. Tratado de Construcción. E.d. Continental. Lima, 1969 490p.
22. VILELA J.E. y PASQUIER. Coeficiente de Aptitud para la fabricación de Tableros de Pajilla de Madera y Cemento Revista Forestal Venezolana No. 15 Univ. De los Andes. Mérida. Venezuela 1965