



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

FACULTAD DE INGENIERÍA EN TECNOLOGÍA DE LA MADERA

“DETERMINACIÓN DE RETENCIÓN, ABSORCIÓN, PENETRACIÓN E HINCHAMIENTO DE LA MADERA DE PINO IMPREGNADA CON SALES DE CCA TRATADA A DIFERENTES PRESIONES.

DOCUMENTO RECEPCIONAL TÉCNICO

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO EN TECNOLOGÍA DE LA MADERA

*PRESENTA:
JESÚS ANTONIO VALDÉS RÍOS.*

*DIRECTOR:
DR. JOSÉ CRUZ DE LEON*

MORELIA MICHOACÁN, MAYO DEL 2008



INDICE

RESUMEN	1
I INTRODUCCION	2
II ANTECEDENTES	4
III OBJETIVOS	6
IV METODOLOGIA	7
V PROCESO GENERAL	12
V.2 DETERMINACION DE LA PENETRACION	12
V.3 DETERMINACION DE LA ABSORCION Y RETENCION	13
V.4 DETERMINACION DEL HINCHAMIENTO	14
VI RESULTADOS	16
VI.1 RESULTADOS CON SALES CCA	16
• Retención	16
• Absorción	16
• Hinchamiento	19
• Penetración.	20
VI.2 Resultados de el agua de cal (Ca(OH)₂).	23
• Retención	23
• Absorción	23
• Hinchamiento	24

VI.3 Comparación de resultados de las sales CCA y El agua de cal ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) .	25
• Comparación de Retención	25
• Comparación de absorción	25
• Comparación de Hinchamiento	26
VII CONCLUSIONES	27
VIII RECOMENDACIONES	28
XI BIBLIOGRAFIA	29
X APENDICES	31

RESUMEN

La madera es un material versátil, de alta resistencia y trabajabilidad, esto hace que el mercado de la construcción demande este material. Una desventaja fundamental es que es un material susceptible al ataque de agentes de biodeterioro, por lo que la madera necesita de sustancias que le ayuden a preservarse contra esta amenaza. En el mercado el preservante de uso más común es las sales hidrosolubles, que por su efectividad ha mantenido a la madera en competencia.

Se han hecho investigaciones sobre las sales tanto para su uso como para garantizar su efectividad; como la formulación del preservante de acuerdo al grado de exposición (**Vignote y Jiménez, 1996**); o sobre comparación de rentabilidad en el mercado de las CCA con otras sales del mercado. (**Aburto, 2006**); entre otras. Se conoce la retención, absorción, penetración de sales e hinchamiento de madera a una presión específica (10 Kg/cm²), pero no a diferentes presiones.

En este trabajo se determinará la retención, absorción, penetración e hinchamiento en la madera de *Pinus sp*, con sales CCA a diferentes presiones (2, 4 y 6 Kg/cm²), con una concentración constante de sales CCA de 3%. La madera es comercial de primera calidad (libre de defectos) de la cual se dimensionaran probetas de ¾" x 4" x 1' y de 2" x 4" x 1'.

También se hará una carga con agua de cal con una concentración del 2% de sólidos, esto a petición del arquitecto Ricardo González Garrido del Instituto Nacional de antropología e Historia (INAH), centro Michoacán, para realizar una comparación de ambas sustancias químicas en la madera de pino.

I. INTRODUCCION

La madera ha estado en compañía del hombre desde que éste apareció sobre el planeta tierra, sirviendo de gran apoyo para protegerse de sus numerosos enemigos como son: la lluvia, el viento, las radiaciones solares, los animales etc. **(Sánchez, 2005).**

Las propiedades físicas de la madera, las mecánicas y su belleza hacen de éste material un extraordinario elemento que ningún otro material fabricado por el hombre pueda poseer. Entre sus propiedades físicas se encuentra la capacidad de impregnación y de permeabilidad a los líquidos, tales como las sustancias preservantes.

Las sustancias preservantes se utilizan con el fin de prolongar la vida útil de la madera y disminuir la presión a los bosques naturales.

En el Laboratorio de conservación y Preservación de la Madera (LACOPREMA) de la Facultad de Ingeniería en Tecnología de la Madera, desde el 2003 se realiza la impregnación con sales CCA (Arsenato Cromatado de Cobre) utilizando el método a presión.

Estudios relacionados con sales CCA se a llegado a comprobar su Absorción, Retención y Penetración, en la madera, pero no a diferentes presiones.

Por desgracia en México no tenemos la cultura de preservar madera primero debido a la falta de conocimientos y segunda por que se piensa que representa un alto costo. Sin embargo, el costo adicional de la preservación de la madera,

no es nada comparado con el costo a mediano plazo que representa restaurar o cambiar madera deteriorada por agentes xilófagos.

Preservar madera es introducir sustancias en sus paredes celulares, que resulten venenosas o inhiban el desarrollo y proliferación de los agentes bióticos y abióticos que la degradan como son hongos, insectos, humedad, etc. La cantidad del preservante está en función del uso final a que vaya a estar expuesta, ya que no siempre es necesario utilizar gran cantidad del preservante (**Vignote y Jiménez, 1996**). Esto puede suceder si se utilizan métodos con presión y vacío.

Sin embargo, cuando la madera ya se encuentra instalada es muy difícil impregnar totalmente las paredes celulares de toda la pieza, por lo que la sustancia permanece sólo en la superficie, ya que no se pueden utilizar métodos a presión.

La presente investigación nace de la necesidad de saber si los métodos que se utilizan presiones de 10 kg/cm^2 es adecuado, si es exagerada o si es suficiente.

La susceptibilidad de la madera a ser deteriorada por agentes biológicos, es el inconveniente más importante que limita la utilización de este material. En efecto, existen diversos organismos destructores de madera que en orden de importancia son: hongos xilófagos, principalmente basidiomicetos; hongos causantes de los manchados de la madera, en su mayoría de los *fungi imperfecti*; algunos insectos de los grupos de los *coleópteros*, *isópteros*, *himenópteros*, y *lepidópteros*; también los llamados barrenadores o taladradores marinos de los grupos de los moluscos o los crustáceos (**Davidson, 1960, Findlay, 1967, Tsoumis, 1968, citada por Pinzón-Picaseño y Echenique-Manrique, 1976**).

II. ANTECEDENTES

La primera planta de impregnación de madera que operó en México fue instalada en Muños, Tlaxcala; en el año de 1880, con un cilindro de 1.83 m de diámetro y 12.80 m de largo **(García, 1995)**.

Respecto a los procesos, la **JUNAC (1988)**, menciona que en 1607, Johan Glauber desarrolló un proceso por el cual la madera era carbonizada superficialmente recubierta por alquitrán y sumergida luego en ácido piroligneo, que era un producto de la destilación de la madera; en 1831, Jean Robert Breant diseño un sistema de aplicación de preservante bajo presión en un cilindro cerrado; lo cual en 1838, marca el inicio de la preservación industrial de la madera John Bethell inventa un procedimiento práctico de impregnación bajo presión. Este ultimo método se aplicaba a madera seca, iniciaba con un vacío (50 cm de Hg), continuando luego con un periodo de presión (10 Kg/cm²) y un vacío final (50 cm de Hg) y posteriormente en 1906, Guthbert Lowry patenta un segundo método de preservación por célula vacía que requería equipo más simple.

La técnica industrial empezó hace poco menos de 150 años con procedimientos como el sistema de Boucherie, el cual tiene hoy cierta aplicación **(Sánchez, 2005)**.

La técnica moderna, que podemos fechar a mediados del ultimo siglo, tubo un auge principalmente por los ferrocarriles, el teléfono y la electricidad **(Kraemer, 1958)**.

El valor económico de la preservación de la madera se ha demostrado, de un modo conveniente, por la duración de servicio mas larga que el tratamiento a presión con creosota o sales múltiples puede dar a la madera original. **(Swiderski 1968)**.

La preservación le otorga a la madera una mayor vida útil, mediante procesos físico- químicos, de esta manera se incorporan al mercado nuevas especies maderables, aspecto que incide directamente en el desarrollo económico y social, desde el momento en que adecuadamente es aplicada la preservación en los productos maderables los cuales llegan a satisfacer efectivamente las necesidades del hombre. **(Aburto, 2006)**

Es conveniente que los proyectos de conservación y restauración de la madera sean realizados por especialistas en la materia como son los Ingenieros en Tecnología de la Madera, ya que estos tienen los conocimientos adecuados para realizarlos de la mejor manera. **(Tello, 2006).**

La cal se ha usado, desde la más remota antigüedad, de conglomerante en la construcción; también para pintar (encalar) muros y fachadas de los edificios construidos con adobes o tapial, habitual en las antiguas viviendas mediterráneas. En algunos países de Latinoamérica, la cal se utiliza para el proceso de Nixtamal, proceso utilizado para hacer masa para tortillas **(wikipedia).**

En este trabajo se hizo una carga con agua de cal con una concentración del 2% de sólidos, esto a petición del arquitecto Ricardo González Garrido del Instituto Nacional de antropología e Historia (INAH), centro Michoacán, para realizar una comparación de ambas sustancias químicas en la madera de pino.

III. OBJETIVO GENERAL

- Determinar la impregnación de la madera de pino tratada con sales CCA (Arsenato Cromatado de Cobre) a diferentes presiones (2, 4, 6 Kg/cm²).

OBJETIVOS PARTICULARES

- Determinar la retención de sales CCA y agua de cal (Ca(OH)₂) en la madera de pino.
- Determinar la absorción de sales CCA y agua de cal (Ca(OH)₂) en la madera de pino.
- Determinar la penetración de sales CCA y agua de cal (Ca(OH)₂) en la madera de pino.
- Determinar el hinchamiento de la madera de pino con sales CCA y agua de cal (Ca(OH)₂).

IV. METODOLOGIA

Para la realización del presente trabajo se adquirió madera de pino de primera calidad, 8 tablas de $\frac{3}{4}$ " x 8" x 10' y 3 tablones de 2" x 8" x 10', de las cuales se obtuvieron probetas de las siguientes dimensiones $\frac{3}{4}$ " x 4" x 1' y 2" x 4" x 1' (Figura 1).

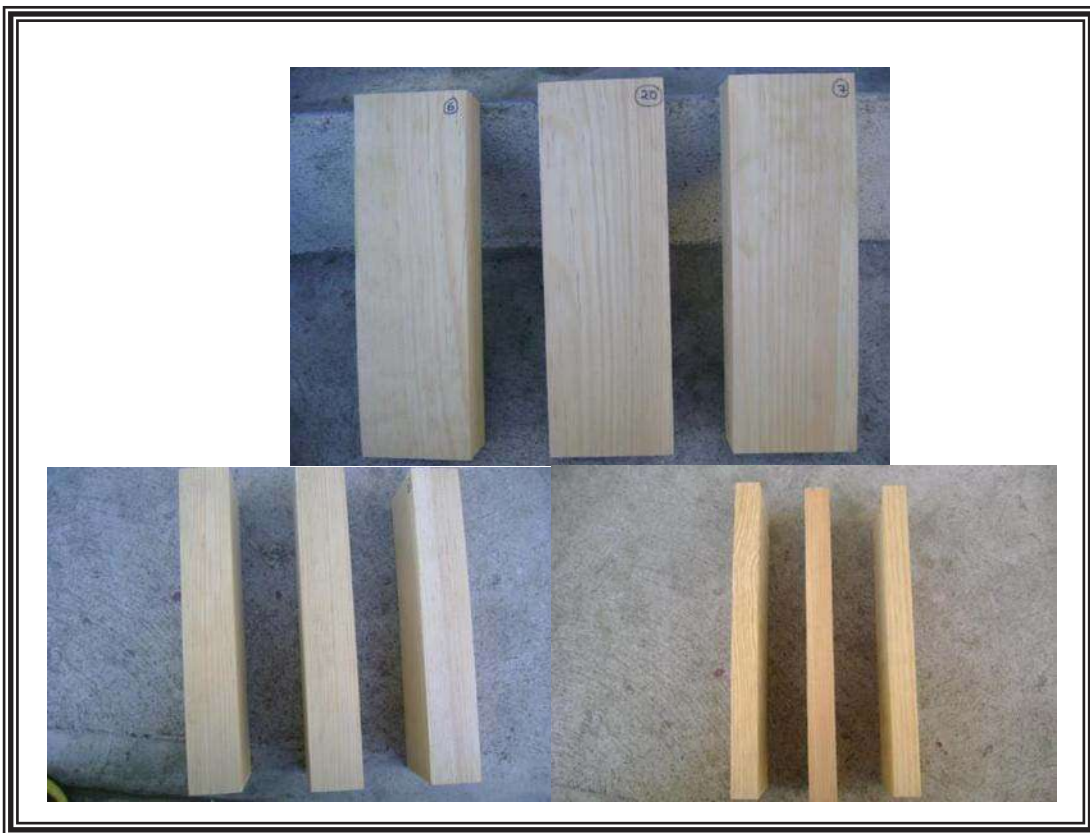


Figura 1. Probetas de madera de pino utilizadas.

La solución preservante está basada en sales hidrosolubles de Arsenato Cromatado de Cobre (CCA) a una concentración de 3%. (Figura 2).



Figura 2. Sales CCA al 3% de sólidos.

El proceso de preservación se siguió de acuerdo a la norma AMERICAN WOOD-PRESERVER`S ASSOCIATION (AWPA) y el código AMERICAN STANDARD MECHANICALS ENGINEERS en el Laboratorio de Conservación y Preservación de La Madera (LACOPREMA) de la Facultad de Ingeniería en Tecnología de la Madera, en una autoclave experimental de 12 litros de capacidad, la cual cuenta con accesorios adecuados para medir sus variables principales (manómetro, vacuómetro), así como otras herramientas que se utilizaron para llevar a cabo el proceso (Figura 3).



Autoclave experimental



Manómetro



Vacuómetro



Higrómetro



Flexómetro



Vernier



Balanza



Llave española y
matraca de dado
11/16

Figura 3. Autoclave experimental, accesorios y herramientas que se utilizaron para hacer la preservación.

Para el proceso de preservación se prepararon las probetas con una limpieza previa, se midieron sus dimensiones de longitud, ancho, y espesor, también se determinó su peso y su contenido de humedad, antes y después del proceso para evaluar su diferencia.

El proceso de impregnación se realizó como se muestra en el siguiente diagrama de bloques (**Figura 4**).

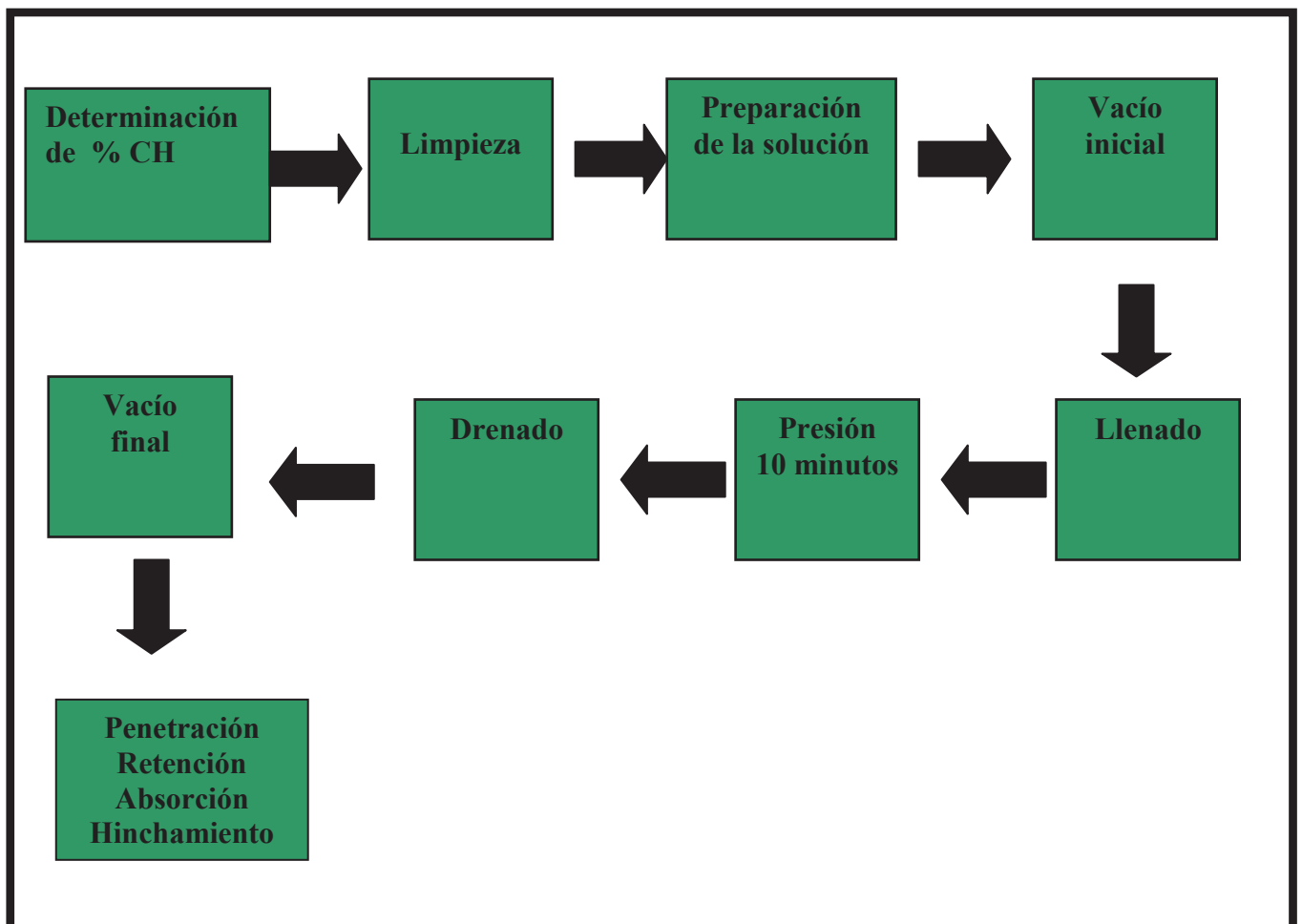


Figura 4 .Diagrama de flujo del proceso de preservación de la madera.

1) Secado. Se determina el contenido de humedad de la madera. El contenido de humedad debe ser menor del punto de saturación de la fibra.

2) Limpieza. Se realiza con una escoba o cepillo con cerdas fuertes. En esta etapa se registran datos generales como: contenido de humedad, dimensiones y peso de cada pieza. Numero y tamaño de nudos, bolsas de resina, porcentaje de albura y duramen, etc.

3) Preparación de la solución. La solución se preparo, para este caso al 3%.

4) Vacío inicial. Una vez cargada la madera, se realiza un vacío inicial por un periodo de 15 a 30 minutos en un rango de 40 a 50 cm. de Hg. (53.3-66.4 KPa).

5) Llenado. El autoclave se llena con la solución a una determinada concentración % por medio de una bomba.

6) Presión. Se establece una presión máxima de trabajo de 10 Kg/cm² (983.5 KPa). Una vez llenado la auto clave se aplica presión (15 a 30 minutos).

7) Drenado. En esta fase se restablece la presión atmosférica, se vacía el autoclave y se retorna la solución al tanque de almacenamiento.

8) Vacío final. Se realiza un vacío al final entre 40 y 50 cm de Hg. Durante 15 a 20 minutos.

9) Al término del proceso se hicieron las determinaciones de la absorción, retención, penetración e hinchamiento.

V. PROCESO GENERAL.

En las siguientes dos tablas se muestra la secuencia del proceso para la preservación de las probetas en cada carga.

Presión	2 Kg/cm ² (dos repeticiones)	9 probetas para cada repetición
	4 Kg/cm ² (dos repeticiones)	9 probetas para cada repetición
	6 Kg/cm ² (dos repeticiones)	9 probetas para cada repetición

Tabla 1. Secuencia del proceso para las probetas de ¾" x 4" x 1'

Presión	2 Kg/cm ² (dos repeticiones)	4 probetas para cada repetición
	4 Kg/cm ² (dos repeticiones)	4 probetas para cada repetición
	6 Kg/cm ² (dos repeticiones)	4 probetas para cada repetición

Tabla 2. Secuencia del proceso para las probetas de 2" x 4" x 1'.

Al término del proceso de preservación se hicieron pruebas de penetración, absorción, hinchamiento y retención para evaluar su efectividad.

V.1 Determinación de la penetración

Esta prueba se realizó bajo la siguiente norma (AWPA A3-83, 1991). Se tomaron 2 probetas por carga de ambas dimensiones (3/4" x 4" x 1' y 2" x 4" x 1'), se cortaron a la mitad (6") y se les aplicó Cromo Azurol (**Figura 5**).



Figura 5. Aplicación del Cromo Azurol

V.2 Determinación de la absorción y retención

Estas pruebas se llevaron a cabo determinándose su valor con su respectiva fórmula (JUNAC, 1988):

- Fórmula para calcular la **absorción**.

$$\text{Absorción} = \frac{\text{Peso}_2 - \text{Peso}_1}{V}$$

En donde:

P_2 = Peso de la madera después del tratamiento (Kg.)

P_1 = Peso de la madera antes del tratamiento (Kg.)

V = Volumen de la madera en (m^3)

- Fórmula para calcular la **retención**.

$$\text{Retención} = (A) * \frac{C}{100}$$

En donde:

A = Absorción expresada en (Kg./m³)

C = Concentración (%)

V.3 Prueba de hinchamiento

Esta prueba se realizó bajo la respectiva norma (DIN. 52184.) El hinchamiento se midió en base a las dimensiones de cada una de sus caras (tangencial T, radial R y longitudinal L), reportándose la magnitud de hinchamiento lineal y volumétrico.

Para el hinchamiento lineal de cada superficie se recurrió a la siguiente formula:

$$\% \text{ Hinchamiento} = \frac{L_2 - L_1}{L_1} \quad (100)$$

En donde:

L₁ = Medida lineal antes de la impregnación.

L₂ = Medida lineal después de la impregnación.

El hinchamiento volumétrico se determino con la siguiente formula:

$$\frac{\text{Hinchamiento}}{\text{Volumétrico}} = H_t + H_r + H_l$$

En donde:

H_t= hinchamiento tangencial.

H_r= hinchamiento radial.

H_l= hinchamiento longitudinal.

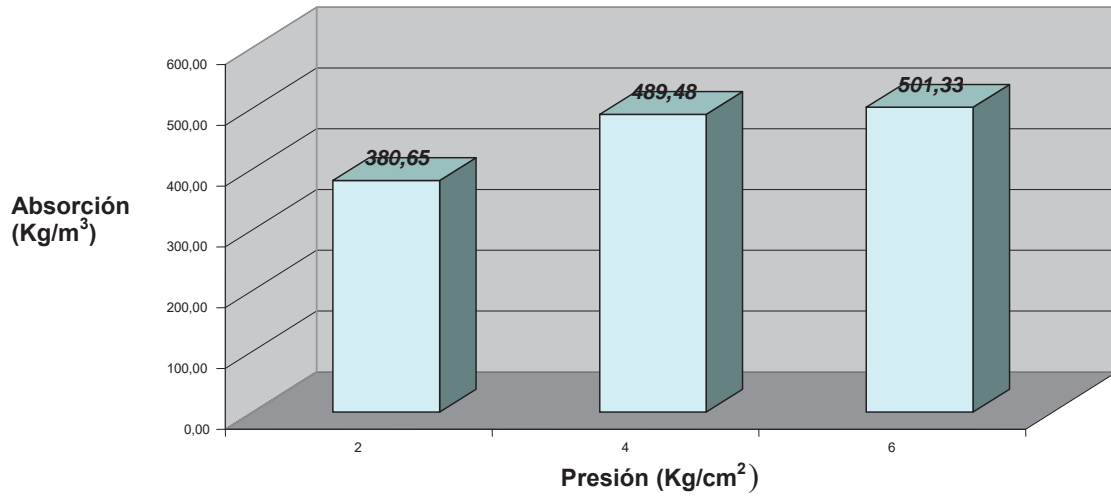
Posteriormente se hizo una carga con agua de cal (Ca(OH)_2) con una concentración del 2% de sólidos, para hacer una comparación con los resultados del proceso con sales CCA.

En esta prueba también se midió la absorción, retención e hinchamiento bajo la misma metodología que se utilizó en el proceso con sales CCA, excepto en la prueba de penetración debido a que no se tuvo el reactivo necesario para detectar la profundidad de penetración.

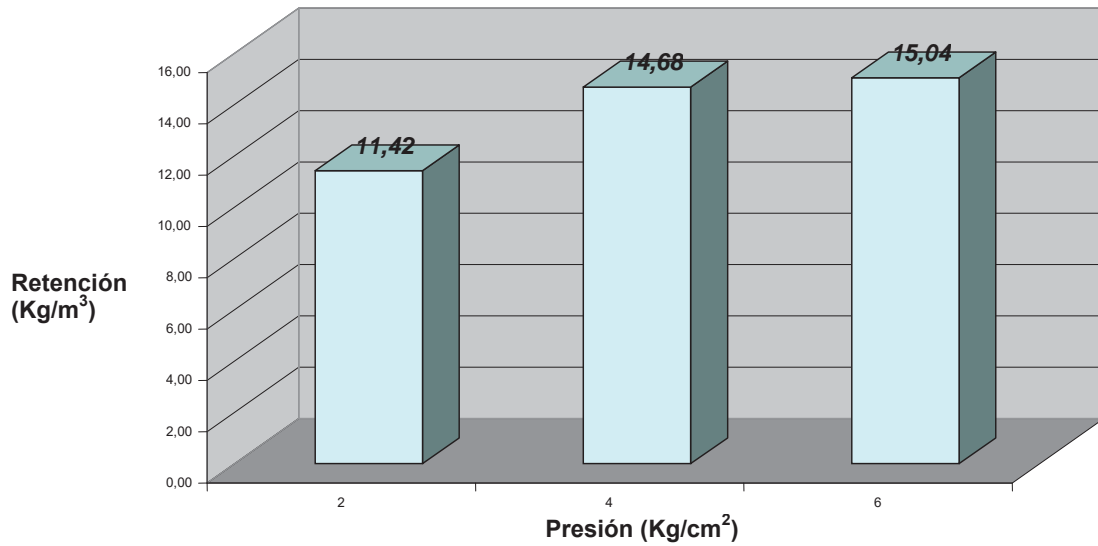
VI. RESULTADOS.

VI. 1 Resultados con sales CCA.

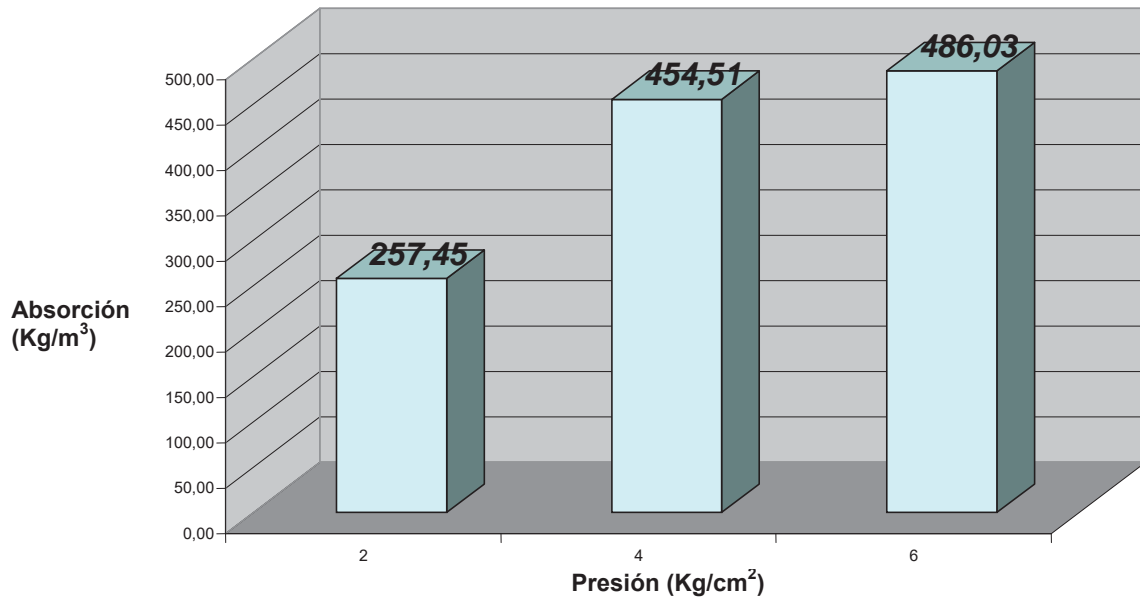
Las siguientes graficas son los resultados de las pruebas de absorción, retención e hinchamiento con las sales CCA.



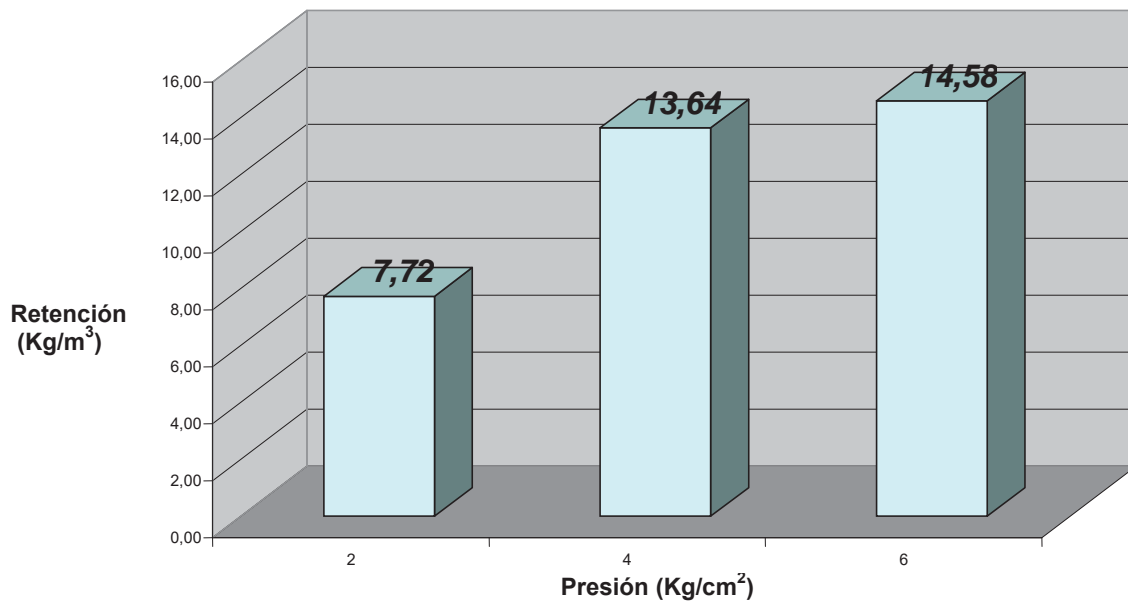
Grafica No. 1. Prueba de absorción para las probetas de 3/4"x4"x1'



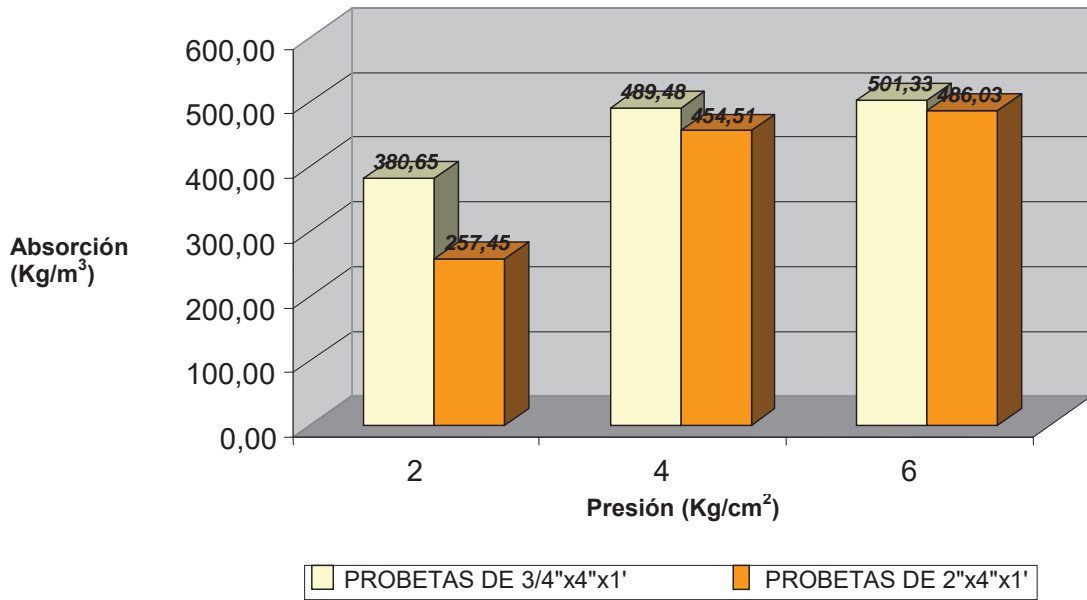
Grafica No. 2. Prueba de retención para las probetas de 3/4"x4"x1'



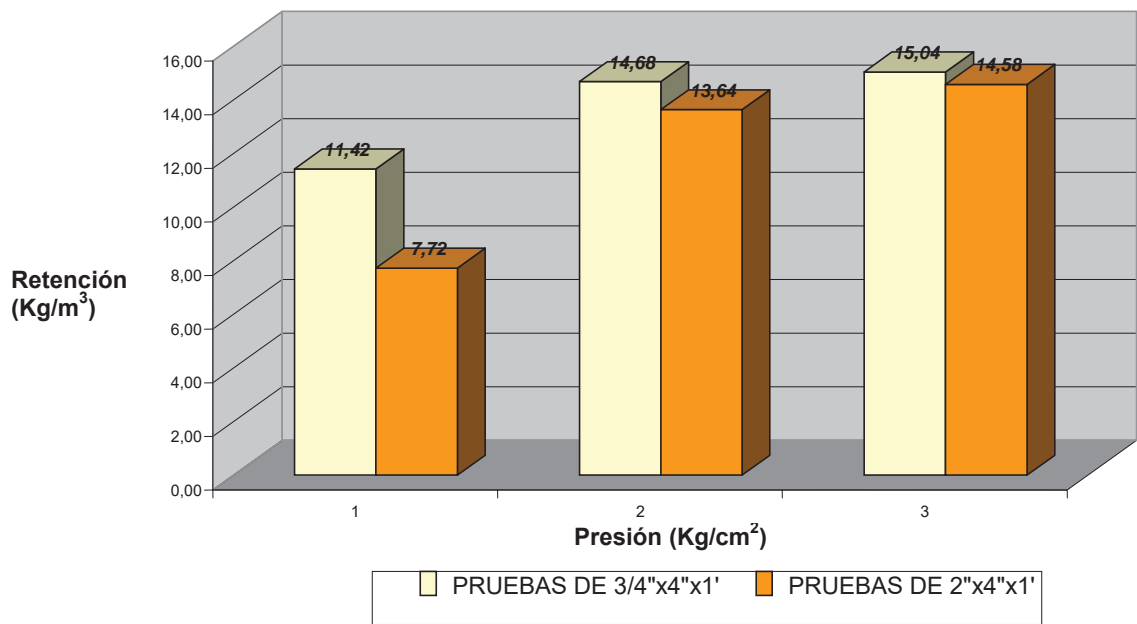
Grafica No. 3. Prueba de absorción para las probetas de 2"x4"x1'



Grafica No. 4. Prueba de retención para las probetas de 2"x4"x1'



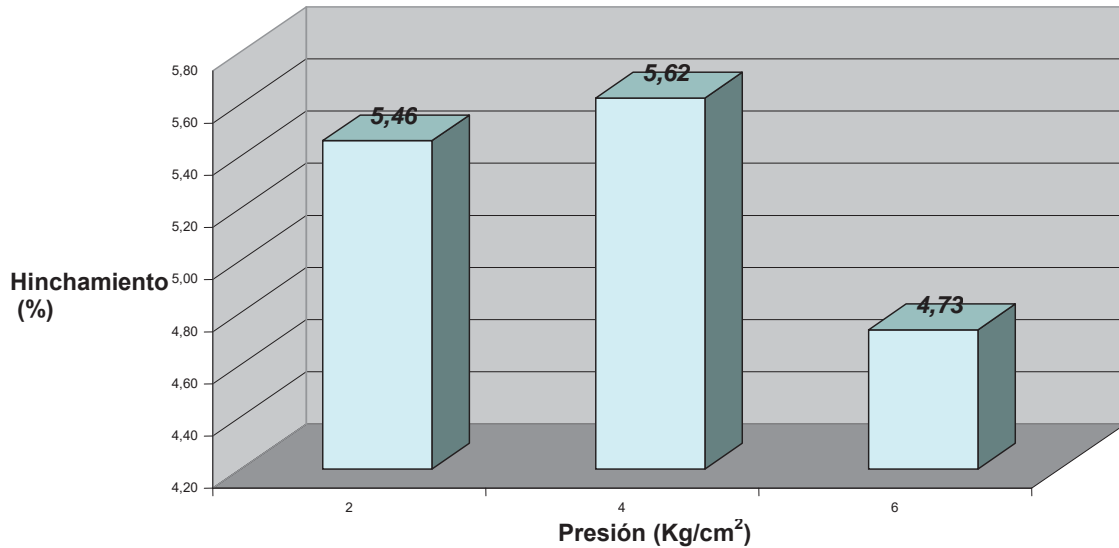
Grafica No. 5. Comparación de absorción para las dos dimensiones



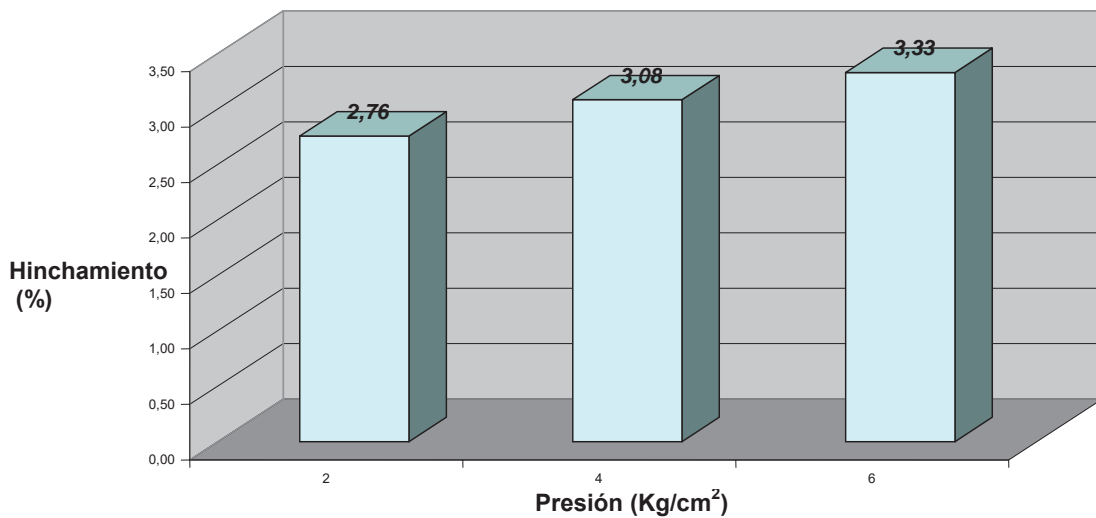
Grafica No. 6. Comparación de retención para las dos dimensiones.

Resultados del hinchamiento.

Las pruebas de Hinchamiento se analizaron bajo la norma DIN. 52184. A continuación se muestran los resultados del hinchamiento volumétrico.



Grafica 7. Prueba de hinchamiento de las probetas de 3/4"x4"x1'



Grafica No 8. Prueba de hinchamiento para las probetas de 2"x4"x1'

Resultados de la Penetración.

Las pruebas de penetración se analizaron visualmente bajo la norma (AWPA A3-83, 1991). A continuación se muestran los resultados para la penetración.

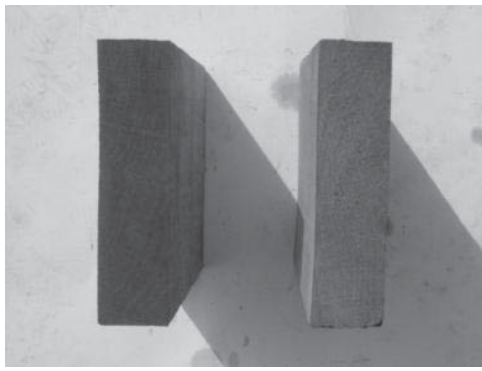
Tipo de penetración	Observaciones.
<p data-bbox="568 651 763 693">Total regular</p>  Two rectangular wooden test specimens are shown side-by-side. The specimen on the left has a dark, rectangular indentation on its top surface, while the specimen on the right is relatively smooth and unindented. This indicates a 'Total regular' penetration result.	<p data-bbox="925 756 1258 966">Las penetraciones de las presiones de 2 Kg/cm² fueron: <i>Total regular.</i></p>

Figura 6. Presión 2 Kg/cm² Probetas de ¾" x 4" x 1'


Tipo de penetración	Observaciones.
<p data-bbox="584 1323 779 1365">Total regular</p>  Two rectangular wooden test specimens are shown side-by-side. Both specimens have dark, rectangular indentations on their top surfaces, indicating a 'Total regular' penetration result at a higher pressure.	<p data-bbox="941 1438 1250 1648">Las penetraciones de las presiones de 4 Kg/cm² fueron: <i>Total regular.</i></p>

Figura 7. Presión 4 Kg/cm² Probetas de ¾" x 4" x 1'

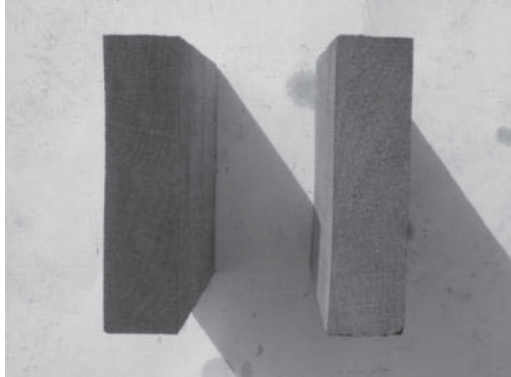
Tipo de penetración	Observaciones.
<p data-bbox="532 380 719 415">Total regular</p> 	<p data-bbox="940 495 1284 695">Las penetraciones de las presiones de 6 Kg/cm² fueron: <i>Total regular.</i></p>

Figura 8. Presión 6 Kg/cm² Probetas de ¾" x 4" x 1'

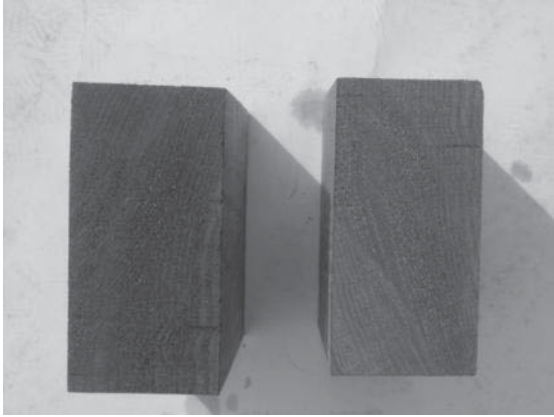
Tipo de penetración	Observaciones.
<p data-bbox="573 1192 760 1228">Total regular</p> 	<p data-bbox="933 1325 1271 1524">Las penetraciones de las presiones de 6 Kg/cm² fueron: <i>Total regular.</i></p>

Figura 9. Presión 2 Kg/cm² Probetas de 2" x 4" x 1'

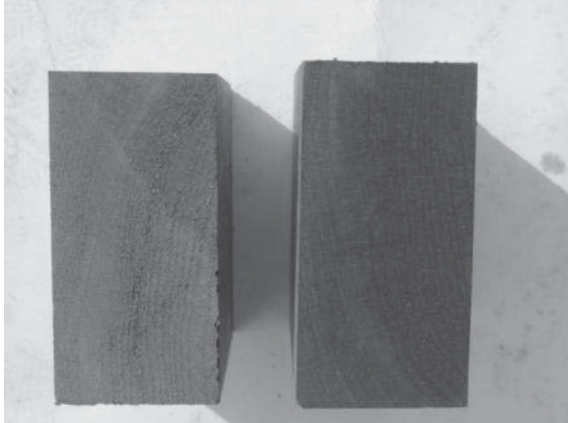
Tipo de penetración	Observaciones.
<p data-bbox="570 352 760 388" style="text-align: center;">Total regular</p> 	<p data-bbox="938 491 1284 688">Las penetraciones de las presiones de 4 Kg/cm² fueron: <i>Total regular</i>.</p>

Figura 10. Presión 4 Kg/cm² Probetas de 2" x 4" x 1'


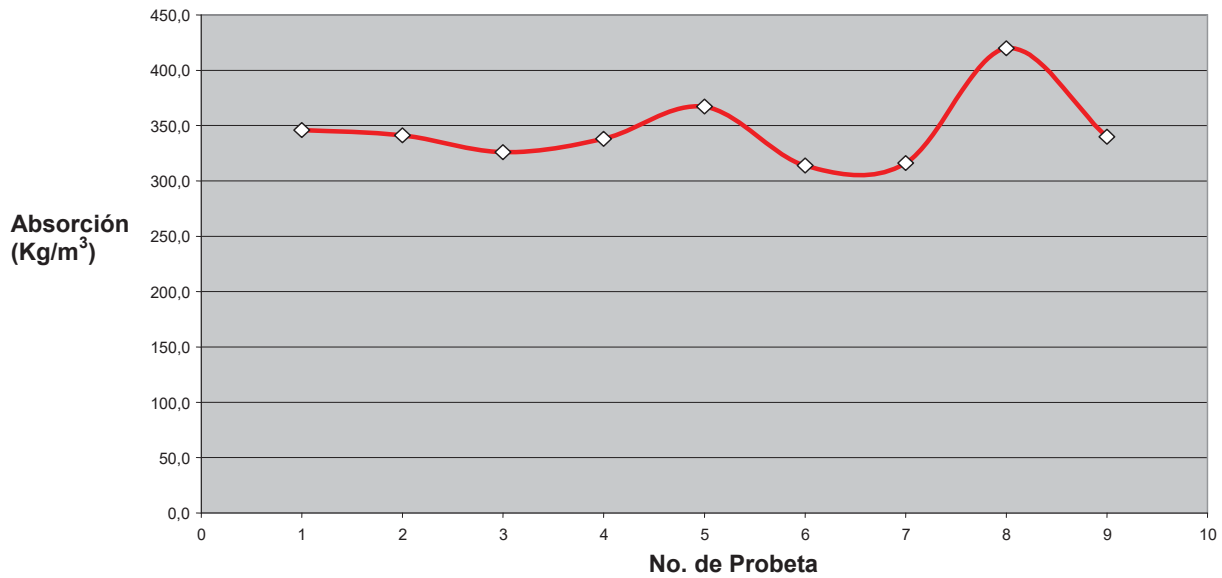
Tipo de penetración	Observaciones.
<p data-bbox="553 1255 764 1291" style="text-align: center;">Parcial regular</p> 	<p data-bbox="932 1419 1284 1562">Las penetraciones de las presiones de 2 Kg/cm² fueron: <i>Parcial regular</i>.</p>

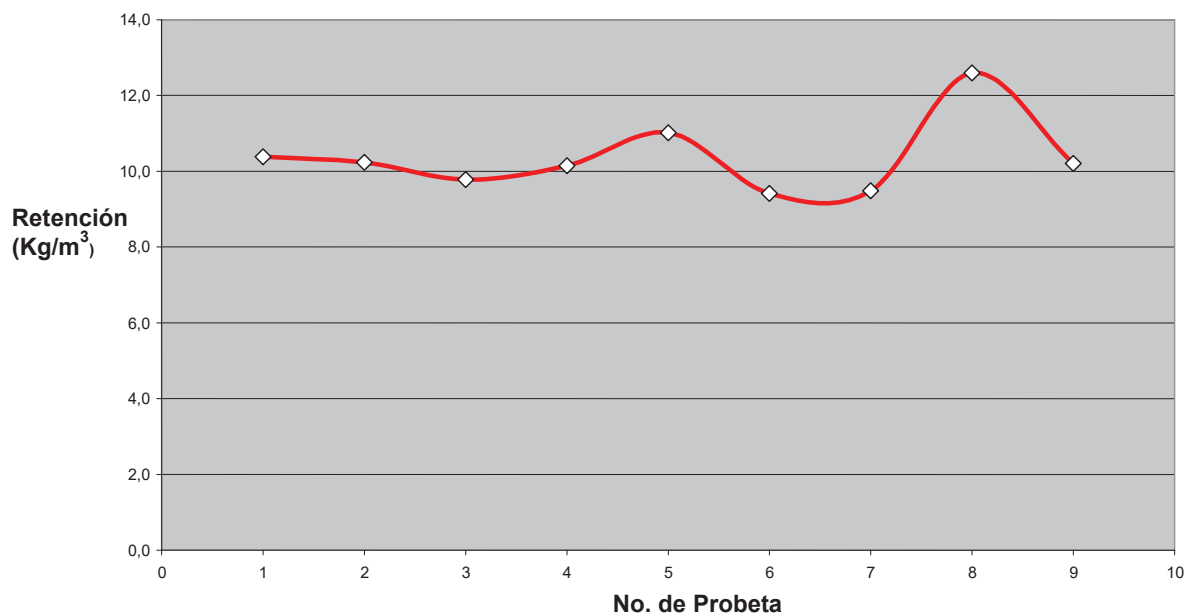
Figura 11. Presión 6 Kg/cm² Probetas de 2" x 4" x 1'

VI. 2 Resultados del $(\text{Ca}(\text{OH})_2)$ agua de cal.

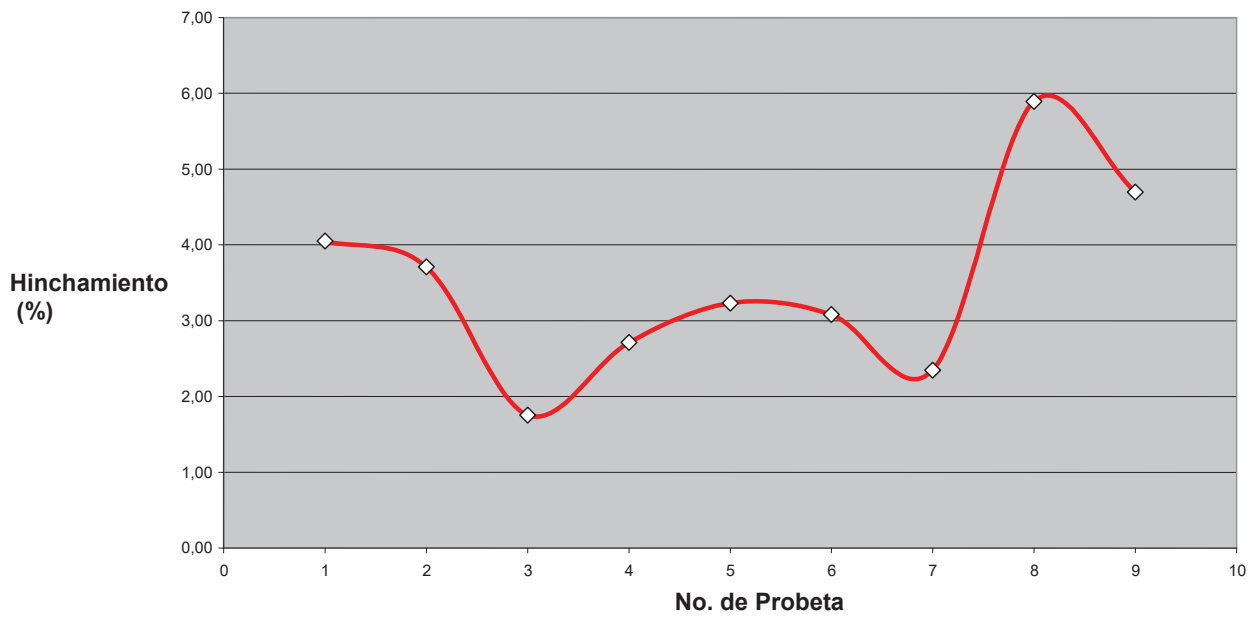
Las siguientes graficas son los resultados de las pruebas de retención, absorción e hinchamiento con agua de cal.



Grafica No. 9. Absorción para las probetas con agua de cal



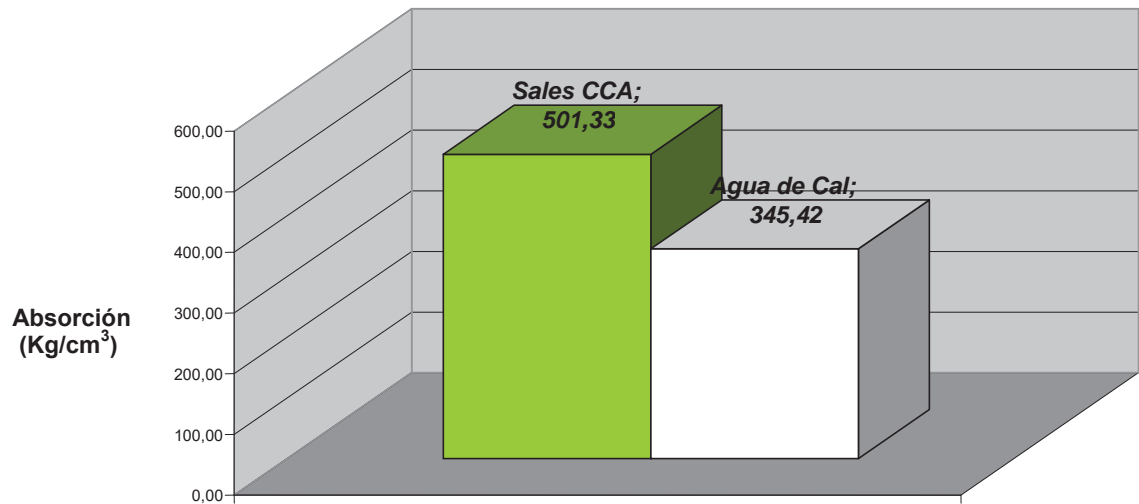
Grafica No. 10. Retención para las probetas tratadas con agua de cal.



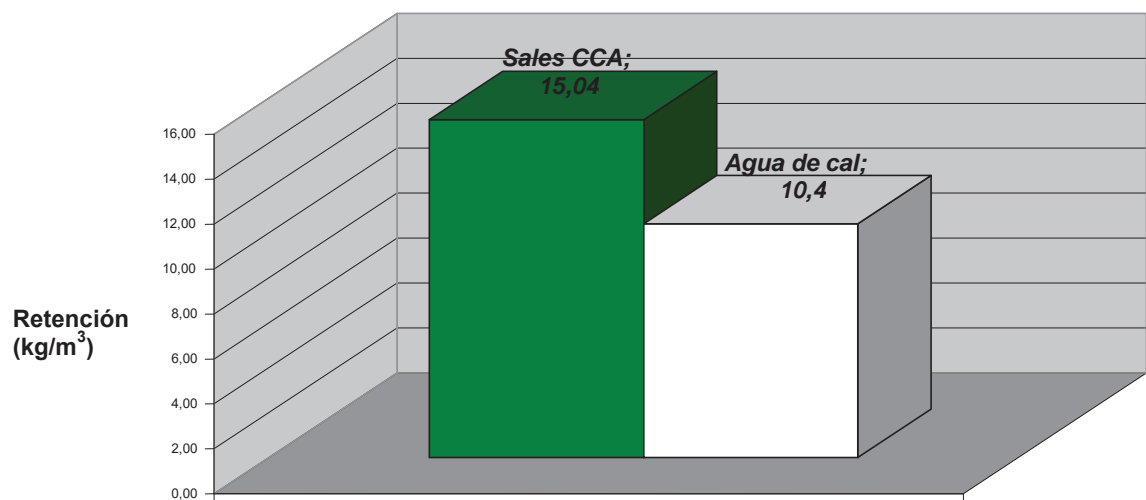
Grafica No. 11. Hinchamiento para las probetas tratadas con agua de cal.

VI.3 Comparación de resultados de las sales CCA y el agua de cal

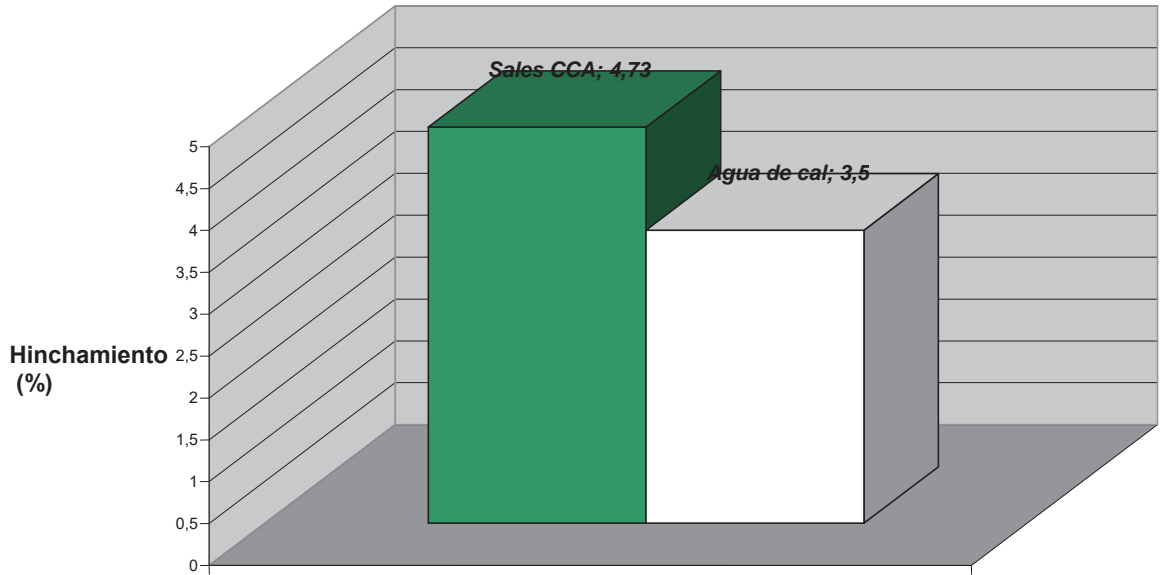
Las siguientes gráficas son de la comparación de las probetas tratadas con sales CCA y agua de cal.



Grafica No. 12. Comparación de la absorción de ambas sustancias.



Grafica No. 13. Comparación de la retención de ambas sustancias.



Grafica No. 14. Comparación del hinchamiento de ambas sustancias.

VII. CONCLUSIONES.

- La penetración en las probetas de $\frac{3}{4}$ "x4"x1' en presión de 2 kg/cm^2 fue mejor que para las probetas de 2"x4"x1'.
- Las probetas de menor contenido de humedad obtuvieron una mejor retención, así como una mejor absorción y una mayor penetración.
- En la presión de 6 Kg/cm^2 se obtuvieron los mejores resultados.
- El hinchamiento con sales CCA fue mayor para la cara radial y el menor en la tangencial para ambas dimensiones.
- El hinchamiento con agua de cal fue mayor para la cara radial y el menor en la tangencial para ambas dimensiones.
- En general la retención fue mejor para las sales CCA que con el agua de cal.
- En general la absorción fue mejor para las sales CCA que con el agua de cal.
- En la comparación de agua de cal con sales CCA se obtuvieron mejores resultados de absorción, retención e hinchamiento en las sales CCA.

VIII. RECOMENDACIONES.

- Se recomienda que para maderas de grandes dimensiones (vigas, vigueta, etc.) se utilicen presiones mayores de 4kg/cm^2 .
- En madera de pequeñas dimensiones (Tablas, duela etc.) se utilicen presiones de 2kg/cm^2 a 4kg/cm^2 .
- Comparar el comportamiento de diferentes presiones en otra especie de madera.
- Se recomienda hacer pruebas con maderas de tamaños comerciales.
- Hacer comparaciones utilizando otros procesos de impregnación.

XI BIBLIOGRAFÍA:

1. Aburto G. 2006. Impregnación de la madera de mango (*Mangifera indica L.*) con sales CCA y sales de boro por los métodos de inmersión y célula llena. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ingeniería en Tecnología de la Madera. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Mich. México.
2. AWWPA (American Wood Preserver's Association). 1983. M2-83 Standard for inspection of treated timber products.
3. DIN Deutsches Institut für Normung über Holz 1988. 5. Auflage. Beuth Verlag. Berlin. Pp.240 (97) Bestimmung der Quellung und Schwindung DIN 52 184.
4. García R. 1995. Proceso del tratamiento de preservación de la madera para durmientes. Tesina de Licenciatura. Facultad de Ingeniería en Tecnología de la Madera. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Mich. México.
5. JUNAC (Junta del Acuerdo de Cartagena). 1988. Manual del Grupo Andino para la Preservación de Madera. Comunidad Económica Europea. 1ª edición. Carvajal S.A. Lima Perú.
6. Kraemer Koeller, G. 1958. Compendio de la Conservación de las maderas. Edit. Santander.

7. Pinzón-Picaseño Luís M., Echenique-Manrique Ramón. 1976. Preservadores a base de cromo, cobre y arsénico, su fijación en la madera y su efecto sobre hongos xilófagos. Secretaria Forestal y de la Fauna- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. México.
8. Sánchez D. 2005. Preservación a presión comparando los métodos, célula llena (BETHEL) contra célula vacía (LOWRY) impregnando madera de *Pinus leiophylla* Schl. & Cham. Con sales CCA. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ingeniería en Tecnología de la Madera. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Mich. México.
9. Tello G. 2006. Evaluación del deterioro y medidas de conservación de la madera del museo del estado y su casa anexa en Morelia, Michoacán. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ingeniería en Tecnología de la Madera. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Mich. México.
10. Vignote, Peña, S. Jiménez Peris F. 1996. Tecnología de la Madera. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. 2º edición. Madrid, España.
11. Wikipedia 2008. óxido de calcio [Internet] wikipedia. Fundación. disponible en [<http://es.wikipedia.org/wiki/Calcio>.] consulta [25 de enero del 2008.]

X Apéndices.

Apéndice 1.

Las siguientes 12 tablas (1-12) muestran los datos obtenidos en el proceso con sales CCA para las pruebas de absorción y retención, en los casos de Presión 2, 4 y 6 Kg/cm².

Tabla 1. Carga #1. Probetas de ¾" x 4" x1'.												
Presión 2 Kg./cm²												
No.	Grueso 1	Ancho 1	Largo 1	Grueso 2	Ancho 2	Largo 2	C.H.	Peso 1	Peso2	Absorción	Retenció	Volumen
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	%	(kg)	(kg)	Kg/m3	Kg/m³	m³
1	0,024	0,103	0,303	0,0249	0,1042	0,3039	10,5	0,4733	0,7203	329,77	9,89	0,000749
2	0,024	0,102	0,302	0,025	0,1029	0,3031	8,8	0,4127	0,6723	351,14	10,53	0,000739
3	0,024	0,102	0,302	0,0249	0,1029	0,302	8,6	0,4378	0,7007	355,61	10,67	0,000739
4	0,024	0,103	0,297	0,0249	0,1041	0,2982	10,3	0,4847	0,7089	305,37	9,16	0,000734
5	0,024	0,102	0,298	0,025	0,1029	0,2988	9,8	0,4116	0,6614	342,42	10,27	0,00073
6	0,02	0,1	0,301	0,021	0,1008	0,302	9	0,4077	0,6548	410,47	12,31	0,000602
7	0,02	0,1	0,302	0,0209	0,101	0,3029	8,4	0,4105	0,5831	285,76	8,57	0,000604
8	0,022	0,1	0,304	0,0229	0,1009	0,3049	9,2	0,4688	0,6653	293,81	8,81	0,000669
9	0,024	0,103	0,302	0,0249	0,1041	0,3028	9,3	0,45	0,68	308,09	9,24	0,000747
Promedio=										331,38	9,94	

Tabla 2. Carga #2. Probetas de ¾" x 4" x 1'Presión 2 Kg./cm²

No.	Grueso 1	Ancho 1	Largo 1	Grueso 2	Ancho 2	Largo 2	C.H.	Peso 1	Peso2	Absorción	Retención	Volumen
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	%	(kg)	(kg)	Kg/m3	Kg/m ³	m ³
1	0,0236	0,0988	0,303	0,0244	0,1	0,3042	8,6	0,4214	0,7254	430,29	12,91	0,000706
2	0,024	0,1047	0,303	0,0248	0,1054	0,304	9,4	0,4789	0,8109	436,05	13,08	0,000761
3	0,023	0,105	0,304	0,0244	0,1059	0,3046	8,6	0,4315	0,7935	493,89	14,82	0,000733
4	0,023	0,101	0,303	0,0241	0,1018	0,3038	8,2	0,4758	0,7708	419,11	12,57	0,000704
5	0,024	0,105	0,303	0,0256	0,1061	0,3032	10,2	0,4808	0,8548	489,81	14,69	0,000764
6	0,024	0,1	0,302	0,0248	0,1009	0,3028	10,2	0,4509	0,7469	408,39	12,25	0,000725
7	0,0236	0,1011	0,303	0,0247	0,1022	0,3038	8,6	0,4963	0,7223	312,61	9,38	0,000723
8	0,0224	0,101	0,302	0,0233	0,1019	0,3032	8,8	0,4648	0,8218	522,51	15,68	0,000683
9	0,0237	0,1015	0,297	0,0243	0,1028	0,298	8,5	0,4727	0,7277	356,68	10,70	0,000715
Promedio=										429,93	12,90	

Tabla 3. Carga #3. Probetas de ¾" x 4" x 1'.Presión 4 Kg./cm²

No.	Grueso 1	Ancho 1	Largo 1	Grueso 2	Ancho 2	Largo 2	C.H.	Peso 1	Peso2	Absorción	Retención	Volumen
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	%	(kg)	(kg)	Kg/m3	Kg/m ³	m ³
1	0,0247	0,0988	0,303	0,0255	0,1	0,3041	10	0,3654	0,7315	495,11	14,85	0,000739
2	0,024	0,1039	0,303	0,0248	0,1046	0,3039	9,8	0,4824	0,8185	444,84	13,35	0,000756
3	0,0244	0,105	0,303	0,0253	0,1059	0,3032	10,1	0,4579	0,7949	434,84	13,05	0,000775
4	0,02	0,103	0,303	0,021	0,1039	0,3039	9	0,3831	0,6522	431,13	12,93	0,000624
5	0,025	0,1	0,297	0,0258	0,1019	0,2978	8,3	0,4751	0,7802	410,91	12,33	0,000743
6	0,023	0,0977	0,303	0,0238	0,0989	0,304	8,9	0,4283	0,7393	456,77	13,70	0,000681
7	0,021	0,107	0,304	0,0218	0,1078	0,3048	8,8	0,4004	0,7165	462,75	13,88	0,000683
8	0,025	0,1	0,302	0,0259	0,101	0,3029	8,9	0,5078	0,8349	433,25	13,00	0,000755
9	0,0227	0,101	0,296	0,0235	0,1015	0,297	9,4	0,3962	0,7573	532,09	15,96	0,000679
Promedio=										455,74	13,67	

Tabla 4. Carga #4. Probetas de ¾" x 4" x 1'.

Presión 4 Kg./cm²

No.	Grueso 1	Ancho 1	Largo 1	Grueso 2	Ancho 2	Largo 2	C.H.	Peso 1	Peso2	Absorción	Retención	Volumen
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	%	(kg)	(kg)	Kg/m ³	Kg/m ³	m ³
1	0,024	0,097	0,296	0,0249	0,0978	0,297	8,4	0,4393	0,7864	501,34	15,04	0,000689
2	0,021	0,0946	0,303	0,0248	0,0952	0,3037	8,4	0,4076	0,6967	471,77	14,15	0,000602
3	0,0248	0,098	0,303	0,0255	0,099	0,3041	8,6	0,4982	0,7993	540,75	16,22	0,000736
4	0,023	0,0959	0,297	0,0239	0,0968	0,298	10,1	0,3327	0,718	364,65	10,94	0,000655
5	0,0227	0,0948	0,303	0,0235	0,0955	0,3035	9,3	0,4501	0,7592	524,07	15,72	0,000652
6	0,0253	0,099	0,303	0,0261	0,1	0,3039	8,2	0,476	0,799	501,14	15,03	0,000759
7	0,0234	0,1036	0,303	0,0242	0,1044	0,3039	10,2	0,4759	0,8609	557,76	16,73	0,000735
8	0,0239	0,1	0,302	0,0248	0,101	0,3029	8,5	0,4069	0,778	438,59	13,16	0,000722
9	0,0231	0,1024	0,303	0,024	0,1032	0,3033	9,8	0,4549	0,7948	505,29	15,16	0,000716
Promedio=										489,48	14,68	

Tabla 5. Carga #5. Probetas de ¾" x 4" x 1'.

Presión 6 Kg./cm²

No.	Grueso 1	Ancho 1	Largo 1	Grueso 2	Ancho 2	Largo 2	C.H.	Peso 1	Peso2	Absorción	Retención	Volumen
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	%	(kg)	(kg)	Kg/m ³	Kg/m ³	m ³
1	0,023	0,0967	0,303	0,0238	0,0974	0,3038	9	0,4347	0,7358	446,80	13,40	0,000674
2	0,023	0,1013	0,296	0,0238	0,102	0,297	10,5	0,4235	0,7206	430,80	12,92	0,00069
3	0,0239	0,1009	0,303	0,0248	0,1017	0,3039	8,8	0,4125	0,6896	379,23	11,38	0,000731
4	0,023	0,1036	0,294	0,238	0,1048	0,295	10,2	0,4355	0,7696	476,92	14,31	0,000701
5	0,0238	0,0978	0,304	0,0246	0,0985	0,3048	8,8	0,4393	0,7255	404,46	12,13	0,000708
6	0,024	0,1	0,303	0,0249	0,101	0,304	10,1	0,4515	0,8125	496,42	14,89	0,000727
7	0,0244	0,1013	0,303	0,0253	0,1021	0,3038	10	0,4416	0,7546	417,93	12,54	0,000749
8	0,0239	0,1	0,303	0,0246	0,1018	0,3039	8,8	0,4152	0,6933	384,03	11,52	0,000724
9	0,024	0,0977	0,304	0,0249	0,0985	0,3049	9,2	0,3689	0,7029	468,56	14,06	0,000713
Promedio=										433,91	13,02	

Tabla 6.Carga #6. Probetas de ¾" x 4" x 1'.

Presión 6 Kg./cm²

No.	Grueso 1	Ancho 1	Largo 1	Grueso 2	Ancho 2	Largo 2	C.H.	Peso 1	Peso2	Absorción	Retención	Volumen
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	%	(kg)	(kg)	Kg/m3	Kg/m ³	m ³
1	0,0238	0,1005	0,303	0,0246	0,1014	0,3039	8,8	0,4003	0,7744	516,18	15,49	0,000725
2	0,027	0,1009	0,295	0,0279	0,1018	0,2959	9,3	0,3489	0,7359	481,54	14,45	0,000804
3	0,023	0,101	0,302	0,0239	0,1019	0,3028	9,6	0,4755	0,7606	406,39	12,19	0,000702
4	0,023	0,101	0,302	0,0239	0,1019	0,3029	9,2	0,3994	0,7365	480,51	14,42	0,000702
5	0,023	0,1005	0,303	0,0239	0,1012	0,3039	9,1	0,3643	0,7174	504,15	15,12	0,0007
6	0,0238	0,101	0,303	0,0246	0,1019	0,3038	10,3	0,4346	0,793	492,07	14,76	0,000728
7	0,024	0,1011	0,303	0,0249	0,1019	0,3039	8,5	0,4907	0,8508	489,80	14,69	0,000735
8	0,0239	0,1009	0,299	0,0246	0,1018	0,3	9	0,3891	0,7862	550,73	16,52	0,000721
9	0,0225	0,1011	0,297	0,0233	0,1019	0,298	8,9	0,3618	0,7608	590,59	17,72	0,000676
Promedio=										501,33	15,04	

Tabla 7. Carga #1. Probetas de 2" x 4" x 1'.

Presión 2 Kg./cm²

No.	Grueso 1	Ancho 1	Largo 1	Grueso 2	Ancho 2	Largo 2	C.H.	Peso 1	Peso2	Absorción	Retención	Volumen
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	%	(kg)	(kg)	Kg/m3	Kg/m ³	m ³
1	0,0472	0,107	0,302	0,0482	0,1078	0,3029	9,7	0,7606	1,4146	428,79	12,86	0,001525
2	0,0497	0,1	0,296	0,0505	0,101	0,2969	13,6	0,9205	1,5896	454,82	13,64	0,001471
3	0,0497	0,1000	0,3020	0,0503	0,1009	0,3029	14,4	0,9278	1,6988	513,68	15,41	0,001501
4	0,0494	0,0922	0,3020	0,0502	0,0929	0,3028	14,5	0,8601	1,5651	512,54	15,38	0,001376
Promedio=										477,46	14,32	

Tabla 8. Carga #2. Probetas de 2" x 4" x 1'Presión 2 Kg./cm²

No.	Grueso 1	Ancho 1	Largo 1	Grueso 2	Ancho 2	Largo 2	C.H.	Peso 1	Peso2	Absorción	Retención	Volumen
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	%	(kg)	(kg)	Kg/m3	Kg/m ³	m ³
1	0,0474	0,1005	0,3030	0,0482	0,1012	0,3037	9,1	0,7137	0,9239	145,63	4,37	0,001443
2	0,0477	0,0980	0,3030	0,0485	0,0987	0,3038	10,1	0,7293	0,9534	158,22	4,75	0,001416
3	0,0473	0,1000	0,2980	0,0481	0,1009	0,2988	9,7	0,7302	1,1293	283,14	8,49	0,00141
4	0,0480	0,0979	0,2970	0,0489	0,0985	0,2979	9,8	0,7091	1,3271	442,80	13,28	0,001396
Promedio=										257,45	7,72	

Tabla 9. Carga #3. Probetas de 2" x 4" x 1'Presión 4 Kg./cm²

No.	Grueso 1	Ancho 1	Largo 1	Grueso 2	Ancho 2	Largo 2	C.H.	Peso 1	Peso2	Absorción	Retención	Volumen
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	%	(kg)	(kg)	Kg/m3	Kg/m ³	m ³
1	0,0492	0,0950	0,3030	0,0503	0,0961	0,3039	14,3	0,8486	1,5306	481,56	14,45	0,001416
2	0,0497	0,0913	0,3020	0,0503	0,0921	0,3028	14,3	0,8713	1,5433	490,38	14,71	0,00137
3	0,0494	0,1060	0,3020	0,0503	0,1068	0,3028	13,8	0,9238	1,6708	472,37	14,17	0,001581
4	0,0494	0,0915	0,3030	0,0503	0,0925	0,3039	14,8	0,8402	1,5192	495,77	14,87	0,00137
Promedio=										485,02	14,55	

Tabla 10. Carga #4. Probetas de 2" x 4" x 1'.Presión 4 Kg./cm²

No.	Grueso 1	Ancho 1	Largo 1	Grueso 2	Ancho 2	Largo 2	C.H.	Peso 1	Peso2	Absorción	Retención	Volumen
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	%	(kg)	(kg)	Kg/m3	Kg/m ³	m ³
1	0,0479	0,0967	0,302	0,0489	0,0977	0,3028	9,7	0,717	1,3210	431,79	12,95	0,001399
2	0,0478	0,105	0,302	0,0486	0,1059	0,3029	9,8	0,7028	1,2789	380,08	11,40	0,001516
3	0,0488	0,105	0,302	0,0499	0,1058	0,3029	12,9	0,929	1,7051	501,54	15,05	0,001547
4	0,0479	0,1000	0,3020	0,0488	0,1009	0,3028	13,4	0,9362	1,6662	504,64	15,14	0,001447
Promedio=										454,51	13,64	

Tabla 11. Carga #5. Probetas de 2" x 4" x 1'.Presión 6 Kg./cm²

No.	Grueso 1	Ancho 1	Largo 1	Grueso 2	Ancho 2	Largo 2	C.H.	Peso 1	Peso 2	Absorción	Retención	Volumen
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	%	(kg)	(kg)	Kg/m ³	Kg/m ³	m ³
1	0,0499	0,1	0,297	0,0508	0,1009	0,298	13,5	0,936	1,6640	491,22	14,74	0,001482
2	0,0497	0,092	0,302	0,0505	0,0931	0,3028	12,2	0,8839	1,5599	489,55	14,69	0,001381
3	0,0499	0,0878	0,298	0,051	0,089	0,299	13,3	0,8086	1,4476	489,43	14,68	0,001306
4	0,0477	0,1	0,298	0,0485	0,101	0,299	9,7	0,7326	1,4756	522,70	15,68	0,001421
Promedio=										498,22	14,95	

Tabla 12. Carga #6. Probetas de 2" x 4" x 1" .Presión 6 Kg./cm²

No.	Grueso 1	Ancho 1	Largo 1	Grueso 2	Ancho 2	Largo 2	C.H.	Peso 1	Peso 2	Absorción	Retención	Volumen
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	%	(kg)	(kg)	Kg/m ³	Kg/m ³	m ³
1	0,0496	0,102	0,302	0,0508	0,1029	0,3029	13,1	0,9143	1,6903	507,89	15,24	0,001528
2	0,047	0,1	0,3	0,048	0,101	0,301	9,7	0,7552	1,4115	465,46	13,96	0,00141
3	0,048	0,105	0,302	0,049	0,1059	0,3029	9,7	0,7136	1,4266	468,44	14,05	0,001522
4	0,05	0,0998	0,302	0,051	0,1008	0,3029	13,9	0,9305	1,6875	502,33	15,07	0,001507
Promedio=										486,03	14,58	

Apéndice 2.

Las siguientes 12 tablas (13-24) muestran los datos obtenidos en el proceso con sales CCA para el hinchamiento en los casos de Presión 2, 4 y 6 Kg/cm².

Tabla #13. Carga #1. Probetas de ¾" x4" x1'. A presión de 2Kg/cm²

Diferencia de medida			Porcentaje de hinchamiento			
HT	HR	HX	HT	HR	HX	Hinchamiento
M	M	m	%	%	%	%
0,0009	0,0009	0,0012	0,30	3,75	1,17	5,21
0,0011	0,001	0,0009	0,36	4,17	0,88	5,41
0	0,0009	0,0009	0,00	3,75	0,88	4,63
0,0012	0,0009	0,0011	0,40	3,75	1,07	5,22
0,0008	0,001	0,0009	0,27	4,17	0,88	5,32
0,001	0,001	0,0008	0,33	5,00	0,80	6,13
0,0009	0,0009	0,001	0,30	4,50	1,00	5,80
0,0009	0,0009	0,0009	0,30	4,09	0,90	5,29
0,0008	0,0009	0,0011	0,26	3,75	1,07	5,08
		Promedio=	0,28	4,10	0,96	5,34

Tabla #14. Carga #2. Probetas de ¾" x4" x1'. A presión de 2Kg/cm².

Diferencia de medida			Porcentaje de hinchamiento			
HT	HR	HX	HT	HR	HX	Hinchamiento
m	M	m	%	%	%	%
0,0012	0,0008	0,0012	0,40	3,39	1,21	5,00
0,001	0,0008	0,0007	0,33	3,33	0,67	4,33
0,0011	0,0014	0,0009	0,36	6,09	0,86	7,31
0,0008	0,0011	0,0008	0,26	4,78	0,79	5,84
0,0002	0,0016	0,0011	0,07	6,67	1,05	7,78
0,0008	0,0008	0,0009	0,26	3,33	0,90	4,50
0,0008	0,0011	0,0011	0,26	4,66	1,09	6,01
0,0012	0,0009	0,0009	0,40	4,02	0,89	5,31
0,0008	0,0006	0,0013	0,27	2,53	1,28	4,08
		Promedio=	0,29	4,31	0,97	5,57

Tabla #15. Carga #3. Probetas de ¾" x4" x1'. A presión de 4Kg/cm².

Diferencia de medida			Porcentaje de hinchamiento			
HT	HR	HX	HT	HR	HX	Hinchamiento
m	M	m	%	%	%	%
0,0011	0,0008	0,0012	0,36	3,24	1,21	4,82
0,0009	0,0008	0,0007	0,30	3,33	0,67	4,30
0,0007	0,0009	0,0009	0,23	3,69	0,86	4,78
0,0009	0,001	0,0009	0,30	5,00	0,87	6,17
0,0008	0,0008	0,0019	0,27	3,20	1,90	5,37
0,001	0,0008	0,0012	0,33	3,48	1,23	5,04
0,0008	0,0008	0,0008	0,26	3,81	0,75	4,82
0,0009	0,0009	0,001	0,30	3,60	1,00	4,90
0,001	0,0008	0,0005	0,34	3,52	0,50	4,36
		Promedio=	0,30	3,65	1,00	4,95

Tabla #16. Carga #4. Probetas de ¾" x4" x1'. A presión de 4Kg/cm².

Diferencia de medida			Porcentaje de hinchamiento			
HT	HR	HX	HT	HR	HX	Hinchamiento
m	M	m	%	%	%	%
0,001	0,0009	0,0008	0,34	3,75	0,82	4,91
0,0007	0,0038	0,0006	0,23	18,10	0,63	18,96
0,0011	0,0007	0,001	0,36	2,82	1,02	4,21
0,001	0,0009	0,0009	0,34	3,91	0,94	5,19
0,0005	0,0008	0,0007	0,17	3,52	0,74	4,43
0,0009	0,0008	0,001	0,30	3,16	1,01	4,47
0,0009	0,0008	0,0008	0,30	3,42	0,77	4,49
0,0009	0,0009	0,001	0,30	3,77	1,00	5,06
0,0008	0,0009	0,0008	0,26	3,90	0,78	4,94
		Promedio=	0,29	5,15	0,86	6,30

Tabla #17. Carga #5. Probetas de ¾" x4" x1'. A presión de 6Kg/cm².

Diferencia de medida			Porcentaje de hinchamiento			
HT	HR	HX	HT	HR	HX	Hinchamiento
m	M	m	%	%	%	%
0,0008	0,0008	0,0007	0,26	3,48	0,72	4,47
0,001	0,0008	0,0007	0,34	3,48	0,69	4,51
0,0009	0,0009	0,0008	0,30	3,77	0,79	4,86
0,001	0,0215	0,0012	0,34	3,48	1,16	4,98
0,0008	0,0008	0,0007	0,26	3,36	0,72	4,34
0,001	0,0009	0,001	0,33	3,75	1,00	5,08
0,0008	0,0009	0,0008	0,26	3,69	0,79	4,74
0,0009	0,0007	0,0018	0,30	2,93	1,80	5,03
0,0009	0,0009	0,0008	0,30	3,75	0,82	4,86
		Promedio=	0,30	3,52	0,94	4,76

Tabla #18. Carga #6. Probetas de ¾" x4" x1'. A presión de 6Kg/cm².

diferencia de medida			Porcentaje de hinchamiento			
HT	HR	HX	HT	HR	HX	Hinchamiento
m	M	m	%	%	%	%
0,0009	0,0008	0,0009	0,30	3,36	0,90	4,55
0,0009	0,0009	0,0009	0,31	3,33	0,89	4,53
0,0008	0,0009	0,0009	0,26	3,91	0,89	5,07
0,0009	0,0009	0,0009	0,30	3,91	0,89	5,10
0,0009	0,0009	0,0007	0,30	3,91	0,70	4,91
0,0008	0,0008	0,0009	0,26	3,36	0,89	4,52
0,0009	0,0009	0,0008	0,30	3,75	0,79	4,84
0,001	0,0007	0,0009	0,33	2,93	0,89	4,16
0,001	0,0008	0,0008	0,34	3,56	0,79	4,68
		Promedio=	0,30	3,56	0,85	4,71

Tabla #19. Carga #1. Probetas de 2"x4"x1'. A presión de 2Kg/cm².

diferencia de medida			Porcentaje de hinchamiento			
HT	HR	HX	HT	HR	HX	Hinchamiento
m	M	m	%	%	%	%
0,0009	0,001	0,0008	0,30	2,12	0,75	3,16
0,0009	0,0008	0,001	0,30	1,61	1,00	2,91
0,0009	0,0006	0,0009	0,30	1,21	0,90	2,41
0,0008	0,0008	0,0007	0,26	1,62	0,76	2,64
		Promedio=	0,29	1,64	0,85	2,78

Tabla #20. Carga #2. Probetas de 2"x4"x1'. A presión de 2Kg/cm².

diferencia de medida			Porcentaje de hinchamiento			
HT	HR	HX	HT	HR	HX	Hinchamiento
m	M	m	%	%	%	%
0,0007	0,0008	0,0007	0,23	1,69	0,70	2,62
0,0008	0,0008	0,0007	0,26	1,68	0,71	2,66
0,0008	0,0008	0,0009	0,27	1,69	0,90	2,86
0,0009	0,0009	0,0006	0,30	1,88	0,61	2,79
		Promedio=	0,27	1,73	0,73	2,73

Tabla #21. Carga #3. Probetas de 2"x4"x1'. A presión de 4Kg/cm².

diferencia de medida			Porcentaje de hinchamiento			
HT	HR	HX	HT	HR	HX	Hinchamiento
m	M	m	%	%	%	%
0,0009	0,0011	0,0011	0,30	2,24	1,16	3,69
0,0008	0,0006	0,0008	0,26	1,21	0,88	2,35
0,0008	0,0009	0,0008	0,26	1,82	0,75	2,84
0,0009	0,0009	0,001	0,30	1,82	1,09	3,21
		Promedio=	0,28	1,77	0,97	3,02

Tabla #22. Carga #4. Probetas de 2"x4"x1'. A presión de 4Kg/cm².

diferencia de medida			Porcentaje de hinchamiento			
HT	HR	HX	HT	HR	HX	Hinchamiento
m	M	m	%	%	%	%
0,0008	0,001	0,001	0,26	2,09	1,03	3,39
0,0009	0,0008	0,0009	0,30	1,67	0,86	2,83
0,0009	0,0011	0,0008	0,30	2,25	0,76	3,31
0,0008	0,0009	0,0009	0,26	1,88	0,90	3,04
		Promedio=	0,28	1,97	0,89	3,14

Tabla #23. Carga #5. Probetas de 2"x4"x1'. A presión de 6Kg/cm².

diferencia de medida			Porcentaje de hinchamiento			
HT	HR	HX	HT	HR	HX	Hinchamiento
m	M	m	%	%	%	%
0,001	0,0009	0,0009	0,34	1,80	0,90	3,04
0,0008	0,0008	0,0011	0,26	1,61	1,20	3,07
0,001	0,0011	0,0012	0,34	2,20	1,37	3,91
0,001	0,0008	0,001	0,34	1,68	1,00	3,01
		Promedio=	0,32	1,82	1,12	3,26

Tabla #24. Carga #6. Probetas de 2"x4"x1'. A presión de 6Kg/cm².

diferencia de medida			Porcentaje de hinchamiento			
HT	HR	HX	HT	HR	HX	Hinchamiento
m	M	m	%	%	%	%
0,0009	0,0012	0,0009	0,30	2,42	0,88	3,60
0,001	0,001	0,001	0,33	2,13	1,00	3,46
0,0009	0,001	0,0009	0,30	2,08	0,86	3,24
0,0009	0,001	0,001	0,30	2,00	1,00	3,30
		Promedio=	0,31	2,16	0,94	3,40

Apéndice 3.

La siguiente tabla (No. 25) muestra los datos obtenidos en el proceso con agua de cal para las pruebas de absorción y retención.

Carga de agua de cal. Probetas de 3/4 x 4 x 12												
Presión 8 Kg./cm ²												
No.	Grueso 1	Ancho 1	Largo 1	Grueso 2	Ancho 2	Largo 2	C.H.	Peso 1	Peso2	Absorción	Retención	Volumen
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	%	(kg)	(kg)	Kg/m3	Kg/m ³	m ³
1	0,0233	0,0961	0,3020	0,0239	0,0972	0,3030	9,60	0,4590	0,6930	346,0	10,4	0,000676
2	0,0244	0,1014	0,3020	0,0250	0,1024	0,3028	9,70	0,4670	0,7220	341,3	10,2	0,000747
3	0,0251	0,1012	0,3030	0,0253	0,1020	0,3035	9,56	0,4880	0,7390	326,1	9,8	0,000770
4	0,0246	0,1016	0,2970	0,0250	0,1025	0,2976	9,45	0,4920	0,7430	338,1	10,1	0,000742
5	0,0245	0,1009	0,3030	0,0250	0,1018	0,3039	10,60	0,4100	0,6850	367,1	11,0	0,000749
6	0,0249	0,0988	0,3030	0,0253	0,1000	0,3038	9,00	0,4960	0,7300	313,9	9,4	0,000745
7	0,0250	0,0989	0,2980	0,0253	0,0997	0,2990	8,96	0,4900	0,7230	316,2	9,5	0,000737
8	0,0247	0,0909	0,2960	0,0258	0,0919	0,2970	10,45	0,4520	0,7310	419,8	12,6	0,000665
9	0,0239	0,1019	0,2970	0,0247	0,1030	0,2978	10,01	0,4500	0,6960	340,1	10,2	0,000723
Promedio=										345,4	10,4	

Apéndice 4.

La siguiente tabla (No. 26) muestran los datos obtenidos en el proceso con agua de cal para la prueba de hinchamiento.

Diferencia de medida			Porcentaje de hinchamiento			
HT	HR	HX	HT	HR	HX	Hinchamiento
m	M	M	%	%	%	%
0,0010	0,0006	0,0011	0,33	2,58	1,14	4,05
0,0008	0,0006	0,0010	0,26	2,46	0,99	3,71
0,0005	0,0002	0,0008	0,17	0,80	0,79	1,75
0,0006	0,0004	0,0009	0,20	1,63	0,89	2,71
0,0009	0,0005	0,0009	0,30	2,04	0,89	3,23
0,0008	0,0004	0,0012	0,26	1,61	1,21	3,09
0,0010	0,0003	0,0008	0,34	1,20	0,81	2,34
0,0010	0,0011	0,0010	0,34	4,45	1,10	5,89
0,0008	0,0008	0,0011	0,27	3,35	1,08	4,70
					Promedio=	3,50