



**UNIVERSIDAD MICHOACANA
DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN
TECNOLOGÍA DE LA MADERA**

**“PANORAMA ACTUAL DE LA PRESERVACIÓN DE MADERAS
EN MÉXICO (2008)”**

DOCUMENTO TÉCNICO RECEPCIONAL

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

PRESENTA

JERÓNIMO MARTÍNEZ LÓPEZ

**DIRECTORES: M.C. LUZ ELENA ALFONSINA ÁVILA CALDERÓN
Y
M. C. MARCO ANTONIO HERRERA FERREYRA**

MÓRELA, MICHOACÁN.

JUNIO 2008



DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo a mis padres:

Martina López Galván

Y

Manuel Martínez García

Por que me dieron la herencia más grande que a un hijo se le puede dar: Amor, Respeto Principios y Educación.

A mis hermanos:

Esteban, Luís y Manuel (PYTY)

Por su apoyo durante el desarrollo profesional de mi carrera y los consejos recibidos como amigos.

A mi novia:

Edith Rangel Ruiz

Por su Amor, Cariño y Comprensión, y por que siempre me ha impulsado hacia una superación personal con su apoyo, muchas gracias corazón.

A mi abuela, tíos y tías.

A mis amigos.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, en particular a la Facultad de Ingeniería en Tecnología de la Madera, por darme la oportunidad de cursar mi educación en superior en esta institución.

A los Profesores que en el transcurso de mis años escolares me impartieron clases. En especial al Profesor Jorge Rangel, que me ha dado consejos muy importantes para lograr objetivos como lo es la terminación de mi carrera profesional.

A la M.C Luz Elena Alfonsina Dávila Calderón por su interesada colaboración en la realización de este trabajo.

Al M.C. Marco Antonio Herrera Frerreyra, por la revisión de la ortografía de este documento y la amabilidad prestada, así como el tiempo dedicado a este trabajo.

Al Jurado calificador.

Y muy en especial a todos los amigos que de alguna forma colaboraron en la elaboración de este documento.

INDICE GENERAL

1.- INTRODUCCIÓN	1
2.- ANTECEDENTES	2
3.- OBJETIVOS	3
3.1.- OBJETIVO GENERAL	3
3.2.- OBJETIVO PARTICULAR	3
4.- GENERALIDADES	4
4.1.- EXISTENCIA Y APROVECHAMIENTO DE LOS BOSQUES EN MÉXICO	4
4.2.- ASPECTOS LEGALES Y NORMALIZACIÓN	8
5.- INDUSTRIA DE LA PRESERVACIÓN	10
5.1.- PLANTAS	10
5.2.- PRODUCTOS	17
5.3.- USUARIOS	19
6.- EDUCACIÓN TÉCNICA Y PROFESIONAL	20
6.1.- DOCENCIA EN EL AREA FORESTAL	20
6.2.- INSTITUCIONES QUE IMPARTEN CURSOS ACERCA DE LA IMPREGNACION DE MADERAS	25
7.- INVESTIGACIÓN	26
7.1.- MEDIOS DE DIFUSIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	26

8.- ORGANIZACIONES RELACIONADAS CON LA ACTIVIDAD	28
9.- PERSPECTIVAS DE LA PRESERVACIÓN EN MÉXICO	28
10.- CONCLUSIONES	29
11.- BIBLIOGRAFÍA	30
12.- ANEXOS	32
12.1.- MAPAS: DISTRIBUCIÓN DE RECURSOS	32
12.2.- INDUSTRIA FORESTAL CAPACIDAD INSTALADA Y NUMERO DE PLANTAS HASTA EL AÑO 1993	35
12.3.- NORMAS	37

INDICE DE FIGURAS

1.- Fig. 1. Pila de calentamiento.....	11
2.- Fig. 2. Solución de sales.....	11
3.- Fig. 3. Madera en autoclave.....	11
4.- Fig. 4. Madera tratada.....	12
5.- Fig. 5. Madera saliendo del autoclave.....	12
6.- Fig. 6. Autoclave.....	13
7.- Fig. 7. Autoclave.....	13
8.- Fig. 8. Autoclave del LACOPREMA.....	15
9.- Fig. 9. Postes en redes eléctricas.....	16
10.- Fig. 10. Madera impregnada para la construcción.....	16
11.- Fig. 11. Juegos infantiles.....	17
12.- Fig. 14. Mapa que muestra el uso de suelo y vegetación de México. Fuente: Comisión Nacional Forestal (CONAFOR,2008).....	31
13.- fig. 15. Mapa que muestra los terrenos forestales en México. Fuente: Comisión Nacional Forestal (CONAFOR, 2008).....	32
14.- Fig. 16. Mapa que muestra el volumen de madera en m ³ / Ha de rollo en pie. Fuente: Comisión Nacional Forestal (CONAFOR, 2008).....	33

INDICE DE CUADROS

1.- Cuadro 1. Fuente: Comisión Nacional Forestal (CONAFOR, 2008).....	5
2.- Cuadro2. Fuente: Comisión Nacional Forestal (CONAFOR, 2008).....	6
3.- Cuadro 3. Fuente: Comisión Nacional Forestal (CONAFOR, 2008).....	7
4.- Cuadro4. Fuente: Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). 2006.....	23
5.- Cuadro 5. Fuente: Cámara Nacional de la Industria Forestal. Informes Económicos 1983, 1986, 1989, 1993.....	34

1. INTRODUCCIÓN

La preservación de madera es el tratamiento interno o externo aplicado a la madera antes de su uso, con el fin de aumentar su resistencia a la intemperie y a la acción de agentes destructivos como insectos, hongos, fuego y cambios de humedad, conservando sus propiedades originales (JUNAC, 1990).

El presente trabajo pretende dar a conocer las industrias que preservan madera en el país, así como los métodos que utilizan y la mayor información que sea posible obtener acerca de cada planta, como dirección, capacidad de la industria, sustancia preservante utilizada y tipo de madera a preservar. Además de dar información de las instituciones educativas en las cuales se imparten cursos de preservación o impregnación de madera.

Hoy en día existe la necesidad de preservar madera no solo para darle un valor agregado y calidad al producto sino para que el aprovechamiento racional del bosque sea mas íntegro y así preservar también nuestros bosques y evitar un poco la tala de grandes cantidades de volúmenes de madera en rollo extraída de los bosques.

Este trabajo aporta información actual acerca de la industria de la preservación de maderas en México y da a conocer las perspectivas de esta industria en este país. Así como las instituciones educativas con orientación forestal y de las cuales cuantas capacitan o imparten cursos acerca de esta actividad.

El valor económico de la preservación de la madera se ha demostrado, de un modo convincente, por la duración de servicio más largo que hace el tratamiento a presión con creosota o sales múltiples puede dar a la madera original (JUNAC, 1990).

2. ANTECEDENTES

En México la actividad de la preservación de madera se inició con la impregnación de postes y durmientes para el uso en las vías del ferrocarril y del telégrafo, en su inicio las industrias no contaban con personal calificado en esta área de procesamiento de la madera, y se tenían conocimientos en aserrio pero no en preservación o impregnación de la madera.

La primera planta de preservación que operó en México fue instalada en Muños, Tlaxcala., en el año de 1880, con un cilindro (1.83 x 12.80 m) con capacidad para impregnar 190 durmientes por carga (García, 1995).

Del año de 1915 al año 1975 se instalaron 7 plantas industriales para la preservación de durmientes para vías del ferrocarril, en estas plantas solo se utilizaba como sustancia preservadora la creosota con derivados de petróleo o en algunos casos con petróleo crudo (García, 1995).

En términos generales, la información que existe en México sobre la industria de la preservación es muy escasa ya que no existen registros impresos en los cuales se obtenga un apoyo para la obtención de información acerca de la preservación de maderas y de las características que le otorga un preservante a la madera.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar un estudio documental de la situación de la preservación de la madera en México.

3.2 OBJETIVOS PARTICULARES

- Compilar la información de empresas que impregnan y/o comercializan productos preservados y enunciar los principales usuarios de productos de madera preservada.
- Realizar la investigación sobre las instituciones de educación superior y media superior relacionadas con la industria forestal y la preservación de madera y recopilar la información relacionada con las Organizaciones que tienen enlace con la preservación de la madera.
- Concluir sobre las perspectivas de la preservación en México.

4. GENERALIDADES

4.1. EXISTENCIA Y APROVECHAMIENTO DE LOS BOSQUES EN MÉXICO

Una gran diversidad de bosques y selvas cubren **64.5 millones de hectáreas** en México, representando el **33% del territorio nacional**. Estos bosques tienen un alto valor de biodiversidad, producen numerosos beneficios económicos y son críticos para el bienestar de muchas comunidades, depositarias de conocimientos ancestrales sobre sus recursos naturales (Ybarra, 2007).

Los bosques templados de pino, encino y oyamel generalmente se encuentran en la parte alta de las montañas. México es centro de diversidad tanto de pinos como de encinos con más del 50% de todas las especies de pino y más de 150 especies de encinos del planeta (Ybarra, 2007).

En marzo del 2008 la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) presentó los resultados del inventario nacional forestal. Se trata sin duda de una excelente aportación al conocimiento del estado de los recursos forestales de México. Algunos datos relevantes son: la superficie que se deforesta en México alcanza las 260,000 hectáreas anuales. La superficie forestal total es de 139 millones de hectáreas aunque sólo 65 millones de ellas están cubiertas por bosques y selvas. El resto de la superficie está cubierta por otros tipos de vegetación forestal como el matorral (CONAFOR, 2008).

Los estados de Durango, Michoacán, Puebla y México, aportan los mayores volúmenes de madera para leña combustible. En tanto que los estados de Sonora, Tamaulipas, Guanajuato, Jalisco, Baja California Sur y Michoacán, son las entidades con los mayores volúmenes de madera destinados a la producción de carbón (CONAFOR, 2008).

Al uso de los troncos de los árboles se le considera “aprovechamiento del recurso forestal maderable”. Para usarlos se necesita una autorización de la SEMARNAT, la cual se obtiene presentando una solicitud y un programa de manejo (CONAFOR, 2008).

De acuerdo con los datos obtenidos por el INEGI y que se encuentran publicados en el inventario forestal 2008 por la CONAFOR, se cuenta actualmente con los siguientes datos (Cuadro 1).

Cuadro 1. Superficies forestales en México (INEGI, 2008).

ECOSISTEMA	Formación	SUPERFICIE EN Ha		TOTAL
		Vegetación Primaria	Vegetación Secundaria	
BOSQUE	Coníferas	5,507,683.29	2,271,831.64	7,779,514.93
	Coníferas y Latifoliadas	8,921,905.24	3,998,085.84	12,919,991.08
	Latifoliadas	7,839,227.18	4,988,903.27	12,828,130.45
SELVAS	Selvas Altas y Medianas	3,564,558.65	10,919,490.49	14,484,049.14
	Selvas Bajas	7,359,688.49	8,855,019.75	16,214,708.24
	Otras Asociaciones	1,389,470.56	52,048.10	1,441,518.66
Subtotal Arbolado		34,582,533.41	31,085,379.09	65,667,912.50
Matorral xerófilo	zonas Semiáridas	18,298,083.72	2,522,834.07	20,820,917.79
	Zonas Áridas	33,807,651.59	2,714,925.69	36,522,577.28
Otras Áreas Forestales		12,386,697.97	4,294,723.29	16,681,478.78
Total Forestal		99,074,966.69	40,617,862.14	139,692,886.35

Fuente: CONAFOR, 2008.

Cuadro 2. Existencias de madera en m³ rollo en pie.

ECOSISTEMAS	Formación	Existencia de Madera en m ³ Rollo en Pie
BOSQUES	Coníferas	335,608,274
	Coníferas y Latifoliadas	606,981,180
	Latifoliadas	319,035,604
SELVAS	Selvas Altas y Medianas	735,500,015
	Selvas Bajas	314,403,192
Total		2,311,528,267

Fuente: CONAFOR, 2008.

Los principales estados productores de trocería para aserrío han sido Durango y Chihuahua, seguidos por el estado de Michoacán y Oaxaca. Michoacán es la entidad de donde provienen los mayores volúmenes de madera en rollo para la fabricación de tableros de madera (CONAFOR, 2008).

Hay tres tipos de programa de manejo dependiendo de la cantidad de hectáreas del terreno forestal que se quiera aprovechar (Cuadro 3).

Cuadro 3. Tipos de programa de manejo forestal.

Superficie	Tipo de Programa de Manejo
Superficie Menor o igual a 20 hectáreas, o bien, que sea un conjunto de predios que no rebasen en total las 250 hectáreas	Programa Simplificado
Superficies Mayores a 20 hectáreas y menores o iguales a 250 hectáreas	Programa Intermedio
Superficies Mayores a 250 Hectáreas	Programa Avanzado

Fuente: CONAFOR, 2008.

Actualmente la producción maderable nacional (de bosques naturales y plantaciones) es de alrededor de siete millones de m³ al año (CONAFOR, 2008).

4.2. ASPECTOS LEGALES Y NORMALIZACIÓN

Los productos forestales en la actualidad se encuentran sujetos a una serie de certificaciones que garanticen su origen en base a procesos ambientalmente aceptables, es por ello que las empresas forestales se encuentran hoy en día comprometidas con la conservación del medio ambiente, tanto por el propio convencimiento de sus administradores, como por la obligatoriedad del marco jurídico que en esta materia existe en nuestro país, pero también por la conveniencia comercial derivada de factores de competitividad en el marco de globalización y el comercio internacional (PEREZ, 2000).

La Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) es un órgano administrativo desconcentrado de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) con autonomía técnica y operativa (PROFEPA, 2008).

La PROFEPA tiene como tarea principal incrementar los niveles de observancia de la normatividad ambiental, a fin de contribuir al desarrollo sustentable y hacer cumplir las leyes en materia ambiental (PROFEPA, 2008).

A fin de atender la problemática que se presenta y para hacer cumplir la normatividad ambiental, la PROFEPA desarrolla sus acciones en el marco de cinco programas fundamentales, inspirados en una nueva visión, misión y objetivos para una mejor transparencia y aprovechamiento de los recursos en el sector forestal (SEMARNAT, 2008).

Como una nación soberana, México establece su propia política forestal. Sin embargo, la actitud de la comunidad internacional, transmitida a través de declaraciones, tratados y financiamiento, ha tenido una fuerte influencia en las leyes forestales de la mayoría de las naciones (SEMARNAT, 2008).

Las dos leyes federales centrales que rigen a los bosques son la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y la Ley Forestal. La LGEEPA le concede al gobierno federal la mayor parte de autoridad para la protección ambiental. Crea algunas herramientas poderosas pero subutilizadas para establecer la política ambiental, incluyendo la creación de estándares o normas para el uso de la tierra, el desarrollo y la explotación de recursos. Establece el marco para la creación de áreas naturales protegidas y estipula la protección de la flora y la fauna silvestres. La protección eficaz de las especies que habitan los bosques puede requerir de protección de los habitantes forestales (SEMARNAT, 2008).

La Ley Forestal establece la política básica para la conservación de los bosques de la nación, abarcando tanto la preservación como el desarrollo. Establece el requerimiento de

una autorización para la tala de árboles; y concede al gobierno el control regulatorio sobre el transporte de productos forestales y los cambios en el uso de tierras forestales.

Las leyes consisten en una serie de reglas que condicionan las actividades que realiza el gobierno y/o los particulares, otorgando derechos e imponiendo obligaciones. Generalmente, las leyes se organizan por temas, por lo que tenemos la Ley de Aguas Nacionales, la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, o la Ley Agraria, entre otras. Las leyes son elaboradas por el poder legislativo, es decir, por la cámara de diputados y la cámara de senadores (CONAFOR, 2008).

5. INDUSTRIA DE LA PRESERVACIÓN

5.1 PLANTAS

De acuerdo con la investigación realizada en Internet, en la Sección Amarilla, en Publicaciones Científicas, Memorias de Congresos y Organizaciones se tiene la siguiente información de industrias que actualmente realizan actividades de preservación de maderas.

Considerando las plantas de impregnación a presión que producen madera impregnada o maquilan comercialmente, se tienen las siguientes:

Nombre de la Empresa	Impregnadora del Norte S. de R. L. de C. V
Ubicación	km. 960-1 Carr. Matamoros-Mazatlán, Durango, Dgo.

Nombre de la Empresa	Forestal la Reforma S.A. de C. V.
Ubicación	Bromo y Selenio Ciudad Industrial, Durango, Dgo.

Nombre de la Empresa	Forestal la Reforma S. A. de C.V.
Ubicación	Libramiento San Ignacio l-12 Cd. industrial, Fraccionamiento San Ignacio, Durango, Dgo.

Nombre de la Empresa	Impregnadora Guadiana, S.A. de C.V.
Ubicación	Km. 959 Carr. Panamericana, Durango, Dgo.

Nombre de la Empresa	Impregnadora Perote S.A. de C.V.
Ubicación	Escape del Ferrocarril s/n estación del Ferrocarril, C.P. 91330 Las Vigas de Ramírez, Veracruz, 91330

Nombre de la Empresa	Grupo Empresarial March, S.A. de C.V.
Ubicación	km. 959, carr. panamericana, Durango, Dgo.

Nombre de la Empresa	Preservación de Madera responsable de la empresa: Ing. Armando Chávez Ponce de León (Figuras 1 y 2).
Ubicación	domicilio conocido en Lagunillas Michoacán



Figura. 1. Pila de calentamiento de la empresa del Ing. Armando Chávez Ponce de León



Figura. 2. Solución de sales.

Nombre de la Empresa	Industrias Técnicas Rubio S.A. de C.V
Website	http://www.itrsacv.com/acercade2.html
Teléfono	

Nombre de la Empresa	Muros Entrepisos y Cubiertas de Madera, S.A. de C.V. (MECMA) (Figura 3).
Ubicación	Coatepec, Xalapa, Veracruz



Figura 3. Madera en autoclave de la empresa MECMA.

Nombre de la Empresa	Compañía Industrializadora Forestal de Chiapas., S.A. de C.V. (CIFOC) (Figura 4).
Ubicación	Pról. Crescencio Rosas 85 Barr. de San Diego, San Cristóbal de las Casas - 29270 Chiapas



Figura. 4. Madera tratada de la empresa CIFOC.

Nombre de la Empresa	Maderería Río Dorado S.A. de C.V. (Figura 5).
Ubicación	Libramiento Sur Pte. #239 Tuxtla Gutiérrez, Chiapas
Teléfono	(961) 61 25507
sucursales	
Sucursal 9a Nte.	9a sur. pte. #654 Tuxtla Gutiérrez, Chiapas
Sucursal Huatulco	Calle violeta #123 bahías de Huatulco, Oaxaca
Sucursal Tapachula	Avenida central norte #95 Tapachula, Chiapas



Figura 5. Madera preservada en la autoclave de la empresa Maderería Río Dorado S.A. de C.V.

Nombre de la Empresa	Instituto Tecnológico de El Salto Durango Secretaría de Educación Pública (ITS) Dirección General Educación Superior Tecnológica (Figura 6 y 7).
Ubicación	El Salto, Durango, en el km. 101 de la carretera Durango-Mazatlán.



Figura. 6. Autoclave del ITS



Figura. 7. Autoclave del ITS

Nombre de la Empresa	Comercializadora y Maquila de Maderas
Ubicación	Complejo Industrial Santiago s/n, Villas del Mirador. Santiago Papasquiari. Durango
Teléfono	(674)862-1900 (674)862-2178 (618)829-7687

Nombre de la Empresa	Impregnaciones especiales S. A de C. V
Ubicación	Tabalaopa s/n. Palestina; Chihuahua, Chihuahua
Teléfono	(614)436-1111

Nombre de la Empresa	Impregnaciones Especiales
Ubicación	Av. Tabalaopa 37, calle 32 Tabalaopa, Chihuahua; Chihuahua, 31385
Teléfono	614-436-0531

Nombre de la Empresa	Madera Inmunizada de Culiacán.
Ubicación	Carretera a Navolato Km. 79. Alto de Bachigualato, Sinaloa
Teléfono	(667)760-0073 (667)760-1381

Nombre de la Empresa	Trilay y Molduras Ponderosa
Ubicación	Durango

Nombre de la Empresa	Maderas y Servicios S.A. de C.V.
Ubicación	Francisco Monte Verde 348. Jesús García. Sonora
Teléfono	(662)211-9489

Nombre de la Empresa	Madera Duradera S.A. de C.V.
Ubicación	Av. Vasconcelos 202 l.3 Pte. Col. Bosques del Valle, Garza García, Nuevo León.
Teléfono	01 81 1133 5796

Nombre de la Empresa	Madera Duradera S.A. de C.V.
Ubicación	Carr. Méx.-Texcoco, Km. 35.5 Chapingo, Edo. de Méx.
Teléfono	5704 2693

Nombre de la Empresa	Postes y Polines Ponderosa S. de R. L. de C.V.
Ubicación	Km. 2 Carretera a la Esmeralda, en la Cd. de Hidalgo del Parral, Chih, Méx.
Teléfono	01 627 522 11 85 627 522 19 37

Nombre de la Empresa	Casas los Andes
Ubicación	Pavo #180 of. 204 Col. Centro Guadalajara, Jalisco.
Teléfono	(33) 3562-7550

Nombre de la Empresa	Impregnadora Arpasa S. de R. L.
Ubicación	Iar-000605hb5 carr. Corta a Chih. Km. 7.5 .Hgo. del Parral
Teléfono	01-627-5201198

Nombre de la Empresa	Comercializadora de Maderas y Postes, S.A. de C.V.
Ubicación	km. 17, carr. Parral-Durango Poblado Casa Blanca, Durango, Dgo.
Nombre de la Empresa	Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo Facultad de Ingeniería en Tecnología de la Madera Laboratorio de Conservación y Preservación de la Madera (LACOPREMA) (Figura 8).
Ubicación	Ciudad Universitaria, Morelia Mich. Edificio "O"
Teléfono	(443)3260379



Figura. 8. Autoclave del LACOPREMA.

5.2 PRODUCTOS

De acuerdo con los resultados de la información obtenida por las empresas preservadoras de madera se obtiene la siguiente información.

En México aun cuando la industria de la preservación no tiene publicidad, se ofertan al mercado buena cantidad de productos de madera tratada.

Los principales productos de madera preservada que actualmente se producen y ofrecen al mercado se enlistan a continuación de acuerdo en la cantidad de madera que absorbe el usuario o consumidor:

- ◆ Postes para redes de energía eléctrica y de teléfonos (Figura 9).



Figura. 9. Postes en redes eléctricas

- ◆ Durmientes para las vías del ferrocarril.
- ◆ Postes para cercas de uso agrícola.
- ◆ Madera para pozos petroleros.
- ◆ Tablas, tablones, bolillos, polines y listones que son empleados en la construcción de casas (Figura 10).



Figura. 10. Madera impregnada para la construcción

- ◆ Pisos y otros elementos prefabricados para la construcción de las edificaciones.
- ◆ Cercas modulares para viviendas.
- ◆ Madera para muebles que se destinaran a la intemperie.
- ◆ Madera para juegos infantiles tales como casas, puentes y escaleras (Figura 11).



Figura. 11. Juegos infantiles

5.3 USUARIOS

En México el principal consumidor de madera impregnada son las vías férreas o el ferrocarril, ya que los mas de 26,000 km. de vías instaladas en todo el país ocupan la madera impregnada, principalmente madera impregnada con creosota o algunos de sus derivados, pero una buena cantidad de madera impregnada no es tratada en el país ya que esta la están abasteciendo algunas empresas del sur de Estados Unidos de Norte América, esto por que las empresas que actualmente trabajan las vías férreas son empresas de este país y además de que los productos son mas baratos que los que se producen en la industria mexicana. Actualmente se están introduciendo durmientes de concreto en las vías ya que el tipo de carga de transporte es muy pesada y resiste más que los durmientes de madera. (VILLEGAS, Comunicación Verbal, 2008).

Se ha comprobado que la madera tiene mejor resistencia que el concreto esto debido a sus propiedades físicas y mecánicas.

En segundo lugar se puede mencionar a la empresa de Teléfonos de México (TELMEX) y a la Comisión Federal Electricidad (CFE) en tercer lugar. la primera utiliza en su mayoría postes impregnados por sales de cobre, cromo y arsénico (CCA) y la segunda empresa utiliza con mayor frecuencia los postes impregnados con creosota, aunque, para el cableado en zonas pobladas utilizan mas el poste de concreto (FUENTES, 2001).

Se puede mencionar en seguida a los pozos petroleros ya que también consumen madera impregnada para la resistencia de los taladradores marinos y la misma agua salada (FUENTES, 2001).

La construcción de casas, la industria de los muebles y juegos infantiles son las industrias que consumen menor madera ya que en México no existe la cultura de la preservación de la madera y aun no se tiene información de este tipo de producto así como no existe algún medio de difusión ó promoción acerca de este material así como de sus propiedades y características.

En este apartado cabe mencionar que en México un poco mas del 80 % de la madera que es preservada corresponde a la madera de pino (FUENTES, 2001).

6. EDUCACIÓN TÉCNICA Y PROFESIONAL

Las Instituciones que imparten educación forestal (Sistema Universitario, SEP y Secretaría de Agricultura) han desarrollado, de manera complementaria a su tarea educativa, un importante proceso de capacitación.

Con base a la información los programas curriculares que maneja cada carrera e institución de las cuales se obtuvo, resulta una referencia de más de 110 asignaturas diferentes, sin tomar en cuenta que varias de ellas se imparten en diferentes niveles. En este mismo sentido, entre 8 y 10 semestres en que se imparten las carreras, se tiene una carga académica que varía entre 58 y 79 cursos (FUENTES, 2001).

En México actualmente se están otorgando, a nivel medio superior, 3 diferentes diplomas de técnico con formación forestal y 10 diferentes títulos de licenciatura como profesionistas forestales (con el título de ingeniero), y sólo uno con la denominación de licenciado en ciencias forestales.

Año con año está en decremento la matrícula en todas las instituciones, a su vez, las carreras de las ciencias administrativas, sociales y contables van en aumento por lo que estas carreras son más fáciles de impartir en una institución ya que no requieren de laboratorios u espacios especiales (FUENTES, 2001).

6.1 DOCENCIA EN EL ÁREA FORESTAL

A continuación se presenta la relación de instituciones educativas en las cuales se imparten carreras del ramo forestal así como maestrías y doctorados (Cuadro 4).

Cuadro 4. Instituciones de educación superior que imparten carreras forestales o afines.

INSTITUCIÓN	LICENCIATURA	POSTGRADO	UBICACIÓN	RESPONSABLE
Universidad Autónoma Chapingo División de Ciencias Forestales desde 1934	<ul style="list-style-type: none"> • Ingeniero Forestal • Ingeniero en Restauración Forestal • Ingeniero Forestal Industrial 	<ul style="list-style-type: none"> • Maestría en Ciencias Forestales Reconocimiento del CONACYT 	Km. 38.5. Carretera México – Texcoco, Chapingo, Edo. De México. CP. 56230	Rector: Dr. José Sergio Bárrales Domínguez Director DiCiFo: M. C. Ángel Leyva Ovalle Teléfono: 01(595)95-21637 Fax: 01(595)95-21607 e-mail: dicifo@chapingo.mx aleyva@taurus1.chapingo.mx Postgrado: Dra. Ma. Máxima Amparo Borja de la Rosa Teléfono: 01 (595) 95 21639
Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Departamento Forestal desde 1977	<ul style="list-style-type: none"> • Ingeniero Forestal 	<ul style="list-style-type: none"> • Maestría en Ciencias Forestales. 1995. 	Departamento Forestal, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, saltillo, Coahuila, México. C.P. 25315	Rector: Dr. Luis Alberto Aguirre Uribe Director Dpto. Forestal: Dr. Miguel Ángel Capó Arteaga Teléfono: 018444110299 Fax: 018444110397 e-mail: forestal@uaaan.mx
Universidad Autónoma de Chihuahua Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales desde 1993	<ul style="list-style-type: none"> • Ingeniero Forestal 	<ul style="list-style-type: none"> • Maestría en Ciencias en Desarrollo Forestal Sustentable. 2002. 	Km. 2 ½ carretera Delicias - Rosales CD. Delicias, Chihuahua, México. C.P. 33000	Rector: C.P. Raúl Arturo Chávez Espinoza Director: Ph.D. Concepción Luján Álvarez Teléfono: 016394722726 Fax: 016394745516 e-mail: clujan@uach.mx

<p>Universidad Autónoma de Nuevo León Facultad de Ciencias Forestales desde 1985</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ingeniero Forestal 	<ul style="list-style-type: none"> • Maestría en Ciencias Forestales Reconocimiento del CONACYT • Doctorado en Ciencias con Especialidad en Manejo de Recursos Naturales 	<ul style="list-style-type: none"> • Libramiento a Monterrey Victoria 145, Colonia Centro, Linares, Nuevo León, México. C.P. 67700 • Carretera Nacional Km.145, Linares, Nuevo León 	<p>Rector: Ing. José Antonio González Treviño Director: Dr. Ricardo López Aguillón Teléfono: 018212124895 Fax: 018212124251 e-mail: fcf@fcf.uanl.mx aguillon84@hotmail.com Participa en el CONAECAF Contacto de postgrado: Dr. Eduardo Javier Treviño Garza Teléfono: 018212124895</p>
<p>Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo Instituto de Ciencias Agropecuarias desde 1987</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ingeniería en el Manejo de Recursos Forestales 	<p>No se tiene información precisa</p>	<p>Instituto de Ciencias Agropecuarias. Rancho Universitario, Antes Hacienda de Aquetzalpa, Tulancingo, Hidalgo, México.</p>	<p>Rector: Dr. Gil Borja Luís Director: Dr. Carlos César Maycotte Morales Teléfono: 017717172000 Fax: 017717172125 e-mail: maycotte@uaeh.reduaeh.mx</p>
<p>Universidad de Guadalajara Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias Dpto. de Madera, Celulosa y Papel. Centro de Ciencias Exactas e Ingenierías</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ingeniero Agrónomo Forestal 	<ul style="list-style-type: none"> • Maestro en Ciencias de Productos Forestales 	<p>Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Carretera Guadalajara-Nogales, Predio "las agujas". Zapopan, Jalisco, México.</p>	<p>Rector: Lic. José Trinidad Padilla López Director: M.C. Salvador Mena Munguía Teléfono: 013336820244 Fax: 013337771160 e-mail: smena@cucba.udg.mx participa en el CONAECAF Contacto de postgrado: Dr. Ezequiel Delgado Formé Teléfono: 013336820110 Fax: 013336820643 e-mail: edelgado@dmcyo.cucei.udg.mx</p>

Universidad del Mar Campus Puerto Escondido desde el 2001	• Ingeniero Forestal	No cuenta con estudios de Postgrado.	Universidad del Mar, Campus Puerto Escondido, Oaxaca. CP. 71980	Rector: Dr. Modesto Seara Vásquez Director: M.C. Verónica Ortega Baranda Teléfono: 019545883365 Fax: 019545823550 e-mail: ortegabvero@zicatela.umar.mx
Universidad Juárez del Estado de Durango Facultad de Ciencias Forestales desde 1983 Postgrado en el 2004	• Ingeniero en Ciencias Forestales	• Maestría en Manejo y Conservación de los Recursos Naturales y Medio Ambiente	Río Papaloapan y Blvd. Durango s/n, Col. Valle Del Sur, Durango, México. CP. 34120	Rector: C.P. Rubén Calderón Luján Director: Ing. José Apolinar Quiroz Arratia Teléfono: 016181301148 Fax: 016181301096 e-mail: fcf@ujed.com.mx
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo Facultad de Ingeniería en Tecnología de la Madera Desde 1972. Facultad de Agrobiología “Presidente Juárez” desde 1977	• Ingeniero en Tecnología de la Madera • Ingeniero Agrónomo con Especialidad en Bosques (Facultad de Agrobiología)	• Maestro en Ciencias y Tecnología de la Madera Reconocimiento del CONACYT	Ciudad Universitaria, edificio "D" planta alta, Morelia, Michoacán. Paseo Lázaro Cárdenas Esquina con Berlín s/n Colonia Viveros. Uruapan,, Michoacán. C.P. 60180 (Facultad Agrobiología)	Director: Tecnología de la Madera: Dr. José Cruz De León Teléfono: 014433260378 Fax: 014433260379 e-mail: tecmad@jupiter.umich.mx deleon@zeus.umich.mx Contacto Postgrado: M.C. Marco Antonio Herrera Ferreyra Facultad Agrobiología: Ing. Salvador Ochoa Ascencio Teléfono: 014525247007 Fax: 014525236474

Colegio de Postgraduados Programa Forestal, Campus Montecillos Maestría desde 1979 Doctorado en 1997	No imparte educación a nivel Licenciatura.	<ul style="list-style-type: none"> • Maestro en Ciencias Forestales • Doctorado en Ciencias Forestales Reconocimiento del CONACYT 	Km. 36.5 carretera México- Texcoco, Montecillos Estado de México, México. C.P. 56230	Director: Dr. Benjamín Figueroa Sandoval Programa Forestal: Dr. Armando Gómez Teléfono: 015959520246 Fax: 015959520256 e-mail: mcaballero@colpos.mx
Instituto Tecnológico Agropecuario No. 16 Othón P. Blanco. Chetumal, Q. Roo	• Ingeniero Forestal en Manejo de Bosques Tropicales	• No imparten educación de Postgrado.	Km. 21.5 carretera Chetumal-Escárcega, ejido Juan Sarabia, mpio. Othón P. Blanco, Q. Roo. México.	Director: M.C. Jaime Durango Sosa Madariaga Teléfono: 019838310128 Fax: 019838310128
Instituto Tecnológico Agropecuario No. 23 Oaxaca de Juárez, Oaxaca	• Ingeniero Agrónomo Especialista en Bosques	• No imparten educación de Postgrado.	Ex-hacienda de Nazareno, Xoxocotlán, Oaxaca, Oaxaca de Juárez, México. C.P. 68000	Director: PH. D. Salvador Lozano Trejo Teléfono: 019515170444 Fax: no disponible e-mail: itao@prodigy.net.mx
Instituto Tecnológico Agropecuario No. 7 Tarimbaro, Michoacán	• Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Forestal	• No imparten educación de Postgrado	Carretera Morelia-Salamanca Km. 6.5, cap. Francisco Jiménez n° 89, Tarimbaro, Michoacán	Director: Ing. Walter Ayala Ambriz Teléfono: 014433211212 Fax: 014433211213

Instituto Tecnológico Forestal no. 1 desde 1976 El Salto, Durango	• Ingeniero Forestal	• No imparten educación de Postgrado	Mesa del Tecnológico s/n, El Salto, Pueblo Nuevo, Durango, México. C.P. 34950	Director: Lic Cristóbal Gerardo Aguirre Calderón Teléfono: 016758760239 Fax: 016758760783 e-mail: tecforestal@itf.edu.mx
Instituto Tecnológico Superior de Zongolica Zongolica, Veracruz	• Ingeniero Forestal	• No imparten educación de Postgrado	Callejón de las Armas s/n esq. Zaragoza, Zongolica, Veracruz. C.P. 95000	Director: Víctor Hugo Emiliano Rodríguez Responsable de la carrera: Ing. Marco Antonio Quiñónez Bayona Teléfono: 012787326442 Fax: 012787326501 e-mail: itszongolica@yahoo.com.mx

Cuadro4. Fuente: Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). 2006.

6.2. INSTITUCIONES QUE IMPARTEN CURSOS DE IMPREGNACION DE MADERAS

De acuerdo con la información obtenida durante la realización de este trabajo se tiene que en México solo 4 instituciones imparten capacitación sobre la preservación de la madera y son las siguientes:

1. La Facultad de Ingeniería en Tecnología de la Madera, edificio “D” planta alta Ciudad universitaria, TEL. (443) 3 223500 ext. 3056 y (443) 36 26 03 79, de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia. Michoacán. apartado postal 580, C. P. 58000
2. Universidad Autónoma Chapingo División de Ciencias Forestales en la Carrera de Ingeniero Forestal Industrial, ubicada en Km. 38.5. carretera México - Texcoco, Chapingo, Edo. de México. C.P. 56230, responsable, Rector: Dr. José Sergio Bárrales Domínguez

3. La Universidad de Guadalajara en la Carrera de Ingeniero Agrónomo Forestal, que se ubica en Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, carretera a Nogales Km. 15.5, Las Agujas, Zapopan, Jalisco, México. TEL. 37 77 11 50 / sitio Web: www.cucba.udg.mx

4. El Instituto Tecnológico Forestal No. 1 de la Secretaria de Educación Publica, Ingeniero Forestal, se ubica en Mesa del Tecnológico s/n, El Salto, Pueblo Nuevo, Durango, México. C.P. 34950.

7. INVESTIGACIÓN

Una de las instituciones educativas que realizan investigación acerca de este tema son el Laboratorio de Conservación y Preservación de la Madera (LACOPREMA) dependiente de la Facultad de Ingeniería en Tecnología de la Madera (FITECMA) de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH), que esta ubicada en edificio “D”, planta alta y edificio “O” en Ciudad Universitaria, Morelia, Michoacán. México. Realiza actividades de investigación, docencia, difusión, asesorías a la sociedad en general, servicio social, prácticas profesionales y cursos extracurriculares. Las actividades del laboratorio de conservación y preservación de la madera, le han permitido apoyar a la sociedad coadyuvando a la identificación, control y seguimiento de los agentes de deterioro de la madera en edificios históricos, civiles y religiosos. La asesoría científica y tecnológica proporcionada, ha logrado disminuir considerablemente los costos económicos que implicaba tratar de controlar el deterioro de la madera.

Otra institución es la carrera de Ingeniero Forestal Industrial de la División de Ciencias Forestales (DiCiFo), de la Universidad Autónoma Chapingo, ubicada en Km. 38.5. Carretera México - Texcoco, Chapingo, Edo. De México. C.P. 56230. Esta institución cuenta con profesores investigadores en el área de preservación y/o impregnación de madera.

El Departamento de Madera, Celulosa y Papel del Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías (CUCEI) de la Universidad de Guadalajara es otra institución que se dedica a la investigación acerca de la preservación de madera. Realiza investigación acerca del deterioro de madera y compuestos de celulosa, así como, también comparte proyectos con la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo y la Universidad de Paraná de Brasil.

El Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) es una Institución de excelencia científica y tecnológica con liderazgo y reconocimiento nacional e internacional por su capacidad de respuesta a las demandas de conocimiento e innovaciones tecnológicas en beneficio agrícola, pecuario y de la sociedad en general. Este Instituto realiza investigación acerca de la impregnación de madera con varias sustancias preservantes, así como el impacto ambiental de los desechos de estas industrias.

El Instituto de Ecología, A.C. (INECOL), entre las actividades que se pueden considerar novedosas para este grupo están la química de la madera y silvoquímica, y los estudios sobre tratabilidad, preservación y biodeterioro.

7.1 MEDIOS DE DIFUSIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El principal medio de difusión en la actualidad es el internet ya que es por el medio que se puede difundir mas la información obtenida, además que en la actualidad el internet llega con mas facilidad a los lugares lejanos que algún medio impreso. La difusión se hace en revistas electrónicas que se pueden obtener en los sitios de estas, aunque, en realidad la información que se maneja no tiene siempre el mismo contenido que las impresas, estas se presentan como un tipo resumen.

En los congresos Mexicanos de Tecnología de Productos Forestales que se realizan en diferentes estados como en Durango, Michoacán y Jalisco. Se expone acerca de la investigación realizada en el área de preservación de madera.

Los boletines técnicos son otro tipo de medio de difusión con el cual cuenta la investigación para hacer públicos los resultados que se obtienen, ya que en ellos se presenta información mas especializada acerca del tema que trata la revista.

Otro medio de difusión aunque de menor proporción que los anteriores son los congresos en los que hablan sobre temas especializados de esta área de la tecnología de la madera, aunque es un tema del cual se realiza poca investigación, imparten seminarios, en la Facultad de Ingeniería en Tecnología de la Madera, en colaboración con Universidades del Extranjero.

De acuerdo con la información con la que se cuenta en la actualidad, existen revistas técnicas que se publican en México y se pueden mencionar las siguientes:

1. Ciencia Forestal en México
2. Madera y Bosques
3. Ciencia y Tecnología de la Madera
4. Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente

8. ORGANIZACIONES RELACIONADAS CON LA ACTIVIDAD

El Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, S. C. (ONNCCE), es una sociedad civil reconocida en el ámbito nacional, que tiene como propósito contribuir a la mejora de la calidad y de la competitividad de los productos, procesos, servicios y sistemas, particularmente a través de la normalización y de la certificación. Este organismo elabora normas acerca de la impregnación o preservación de madera para su uso en construcciones y edificaciones de madera. También se puede consultar la página en internet con la siguiente dirección: <http://www.onncce.org.mx>

El Consejo Nacional de la Madera en la Construcción, a.c. (COMACO), es una asociación en la que están integrados el sector público y privado, como: Subsecretaría de Recursos Naturales de la SEMARNAT, Sociedad Hipotecaria Federal, etc., e instituciones del sector privado como: La Cámara Nacional de la Industria Forestal (CNIF) y Asociación Nacional de Fabricantes de Tableros de Madera, A. C. (ANAFATA). Este consejo se encarga de difusión, así como, de organizar el concurso de vivienda de madera en la cual se debe de utilizar elementos de madera impregnada, este concurso es apoyado por otras instituciones gubernamentales y particulares. También se puede consultar la página en internet con la siguiente dirección: <http://www.comaco.com.mx/>

El Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH). Tiene investigadores especializados en reconstrucción de edificios históricos y hacen equipo con los ingenieros para aplicar y utilizar madera preservada en las edificaciones en las cuales tienen problemas de pudrición o son atacadas por algunos insectos que deterioran la madera.

9. PERSPECTIVAS DE LA PRESERVACIÓN EN MÉXICO

De acuerdo con la investigación realizada en este documento se tiene que la industria de la preservación ha ido desapareciendo ya que no se cuenta con la suficiente información acerca de este tipo de madera tratada, como también hace falta personal capacitado para llevar acabo el proceso de impregnación con cualquier método.

Del año de 1982 al 1988 desaparecieron 6 empresas de impregnación (disminuyo de 25 a 19), en la actualidad existen 26 empresas impregnadoras en el país. De acuerdo a la información encontrada en los diferentes medios, además, de que la información con la que cuentan las empresas la manejan muy confidencialmente y no es posible tener acceso a ella.

El conocimiento de este material o la información que tiene el consumidor acerca de este tipo de madera es muy poco o más bien desconocido y esto es debido a la poca información que hay disponible y a la mano de los consumidores.

La industria de la preservación de México ha tenido que competir con la de otros países con tecnología mas desarrollada en este ámbito y por este motivo se mantiene por debajo de la de otros países, además de que este tipo de madera tratada apenas se empieza a dar a conocer al publico y por este motivo no es todavía muy comercial.

Es importante capacitar al personal encargado de las industrias de preservación en nuestro país así como contar con la infraestructura necesaria para que el proceso se lleve acabo, además de contar con los productos necesarios para la preparación de las sales a utilizar.

10. CONCLUSIONES

En México actualmente existen 26 industrias impregnadoras, de las cuales, Durango cuenta con 11, en Chihuahua se encuentran 4, en Veracruz, Michoacán y Chiapas se encuentran dos en cada estado, en Sinaloa, Sonora, Nuevo León, Estado de México y Jalisco se localizan nada mas una empresa en cada estado.

Se pueden enumerar fácilmente los usuarios en orden de consumo, es decir, del consumo mayor a menor. Es así como se tiene el siguiente orden.

1. La industria ferroviaria
2. Las compañías de TELMEX y CFE
3. Los pozos petroleros
4. La industria de la construcción de casas de madera
5. la industria mueblera

Es esta una forma de clasificar a los usuarios de madera impregnada.

Hablando de las instituciones que imparten carreras forestales así como cursos que van enfocados directamente a la preservación y/o impregnación de maderas son muy pocas las que los ofertan.

Las organizaciones que tienen enlace directamente con esta actividad es el ONNCCE, cuya actividad es realizar normas para el buen manejo de este material y su proceso de realización, otra organización es COMACO, este consejo es a nivel nacional y promueve el uso de madera preservada así como las industrias que realizan este proceso.

11. BIBLIOGRAFÍA

Bosques Mexicanos.2008. [Internet]. Disponible en:
<http://www.wwf.org.mx/wwfmex/prog_bosques.php>
Fecha de acceso abril del 2008

Cámara Nacional de la Industria Forestal, 1982, 1985, 1988, 1993. Informes Económicos. México, D.F.

Comisión nacional Forestal (CONAFOR). 2008. Resumen del Nuevo Inventario Nacional Forestal. México.

Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). Directorio de las instituciones de enseñanza forestal en México. Licenciatura y postgrado. 2006. México

Comisión nacional Forestal (CONAFOR). 2008. [internet]. Disponible en:
http://148.223.105.188:2222/snif_portal/index.php?option=com_content&task=view&id=43&Itemid=53
Fecha de acceso mayo del 2008

Fuentes Salinas Mario. 2001. La Enseñanza Forestal en México. Revista Trimestral. Gobierno del Estado de Michoacán. Comisión Forestal del Estado. Morelia, Mich.14 p.

Fuentes Salinas Mario. 2001. Resúmenes del V Congreso Mexicano de Recursos Forestales. “Panorama Actual de la Preservación de Maderas en México. Ponencia. Universidad de Guadalajara. Sociedad Mexicana de Recursos Forestales. Guadalajara. Jalisco.

García Alejo Roberto. 1995. Proceso del tratamiento de preservación de la madera para durmientes. Tesina. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Ingeniería en Tecnología de la Madera. Morelia. Michoacán.

Impregnadores en México. 2008. [internet]. Disponible en:
<<http://www.solunet-infomex.com/mexbdir/company.impregnadora>>
Fecha de acceso enero del 2008

Junta del Acuerdo de Cartagena (JUNAC). 1998. Manual del Grupo Andino para la Preservación de Madera. Colombia. 12-2, 12-10 p

Lomelí Ramírez María Guadalupe. 2006. Resúmenes del VI congreso Mexicano de Tecnología de Productos Forestales.” Biodeterioro de tableros de bagazo de cañapoliétileno (residual) por hongos xilófagos”. Ponencia. Universidad de Guadalajara. Guadalajara. Jalisco. México.

Madera Impregnada. 2008. [internet]. Disponible en:
<http://www.seccionamarilla.com.mx/>
Fecha de acceso enero del 2008

Madera Preservada. 2007. [internet]. Disponible en:
<http://www.cosmos.com.mx/search.cgi?c_idioma=s&c_busco=madera+preservada&c_prodempr=p>
Fecha de acceso enero del 2008

Medios de Control, Vigilancia y Sanción Forestales. 2008. [internet]. Disponible en:
<<http://www.conafor.gob.mx>>
Fecha de acceso mayo del 2008

Miguel Caballero Deloya. 2004. La Demanda de la Educación y la Capacitación Forestal en México. Comisión Nacional Forestal, Colegio de Postgraduados. Distrito Federal. México.

Ybarra Gustavo. 2007. Bosques Mexicanos. WWF México. Revista Electrónica.

Pérez Canales Esteban. 2000. Resúmenes del III. Congreso Mexicano de Recursos Forestales. “Propuesta de contenidos para la implementación de un sistema de registro y control administrativo en materia de normatividad ambiental para empresas forestales.” Ponencia. Universidad Juárez del Estado de Durango. Sociedad Mexicana de Recursos Forestales. Durango, Durango. México.

Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPa). 2006. Programa de Procuración de Justicia Ambiental. México D.F.

Productos de Aserradero. 2008. [internet]. Disponible en:
<<http://www.cifoc.com/es/aserradero.html>>
Fecha de acceso enero del 2008

12. ANEXOS

12.1 MAPAS: DISTRIBUCIÓN DE RECURSOS FORESTALES

MAPA QUE MUESTRA EL USO DE SUELO Y VEGETACIÓN

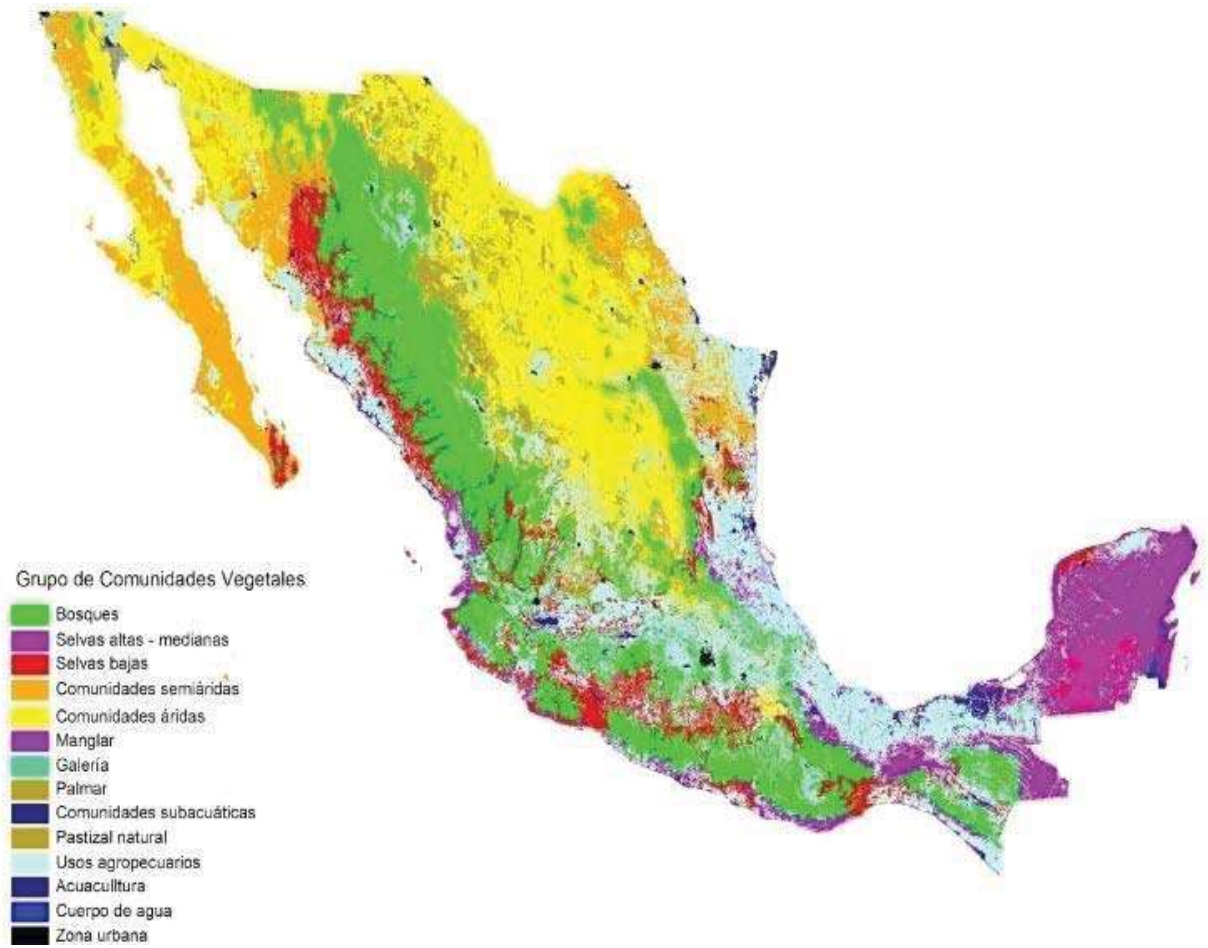


Fig. 12. Mapa que muestra el uso de suelo y vegetación de México. Fuente: Comisión Nacional Forestal (CONAFOR, 2008)

MAPA DE TERRENOS FORESTALES



fig. 13. Mapa que muestra los terrenos forestales en México. Fuente: Comisión Nacional Forestal (CONAFOR, 2008)

VOLUMEN DE MADERA EN M³/Ha ROLLO EN PIE

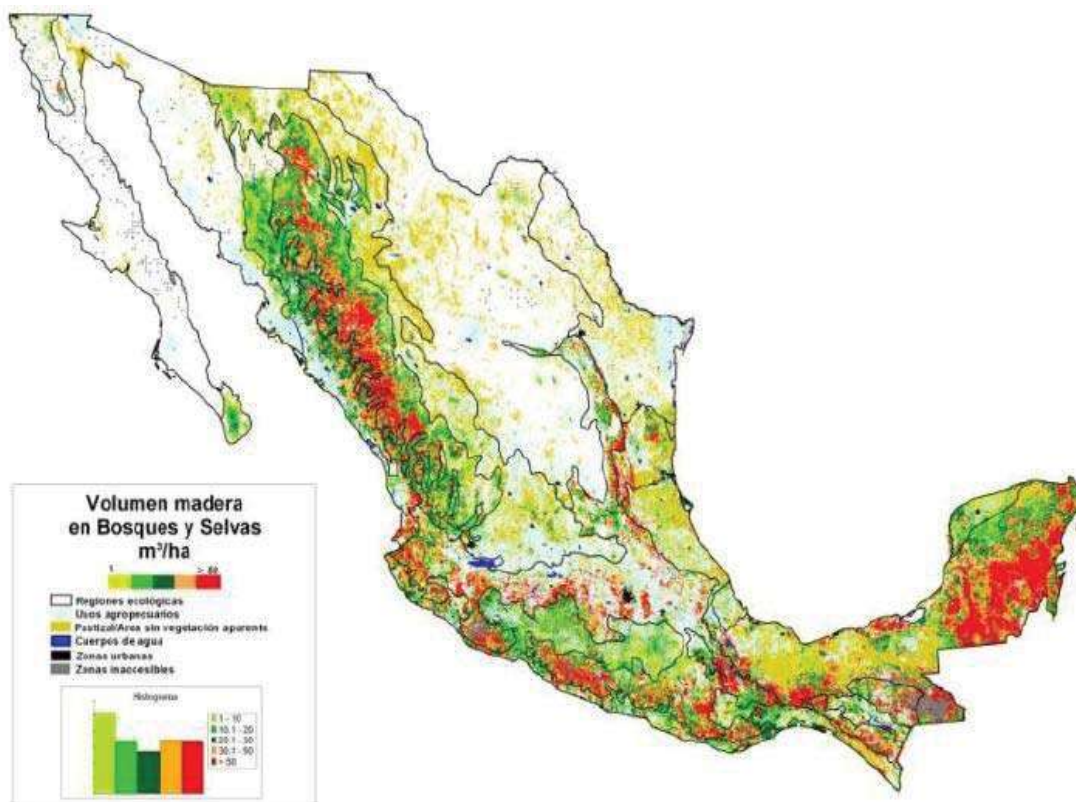


Fig. 14. Mapa que muestra el volumen de madera en m³/ Ha de rollo en pie.
Fuente: Comisión Nacional Forestal (CONAFOR, 2008)

12.2. INDUSTRIA FORESTAL DEL AÑO 1982 A 1993

Industria	Aserraderos	Cajas y empaques	Impregnados	Tableros	Celulosa y papel
No. de plantas 82 (1)	1403	464	25	50	73
No. de plantas 85 (1)	1263	672	20	50	69
No. de plantas 88 (1)	926	1144	19	49	70
No. de plantas 93 (1)	1375	ND	ND	42	66
Cap. inst. 82 (2)	6500	ND	480	1260	3826
Cap. inst. 85 (2)	6500	ND	1250	1260	4348
Cap. inst. 88 (2)	7432	ND	1187	1366	4435
Cap. inst. 93 (2)	12344	ND	ND	1366	3815
Cap. útil. 82% (3)	85.0	ND	ND	59.6	71.5
Cap. útil. 85% (3)	86.8	ND	36.0	60.4	75.0
Cap. útil. 88% (3)	81.6	ND	45.0	51.9	76.3
Cap. útil. 91% (3)	38.0	ND	ND	42	33.0
Prod. mM³R 82 (4)	5522	ND	ND	751	2734
Prod. mM³R 85 (4)	5645	ND	450	760	3263
Prod. mM³R 88 (4)	6064	ND	499	710	3403
Prod. mM³R 93 (4)	4653	740	ND	571	2763

Pers. ocup. 82 (5)	30000	5500	1498	11260	33700
Pers. ocup. 85 (5)	30000	5500	2000	11260	33341
Pers. ocup. 88 (5)	23078	8296	2900	11922	33286
Pers. ocup. 93 (5)	18518	8008	ND	11433	29422
Inversión 82 Mdl (6)	ND	ND	ND	ND	ND
Inversión 85 Mdl (6)	188	5	ND	ND	2663
Inversión 88 Mdl (6)	223	12	ND	720	1739
Inversión 93 Mdl (6)	367	27	ND	720	ND
Inv/pers. 82 MDI (7)	ND	ND	ND	ND	ND
Inv/pers. 85 MDI (7)	6.2	0.9	ND	ND	79.9
Inv/pers. 88 MDI (7)	9.6	1.4	ND	60.4	52.2
Inv/pers. 93 MDI (7)	19.8	3.4	ND	63.0	ND

Cuadro 5. Fuente: Cámara Nacional de la Industria Forestal. Informes Económicos 1983, 1986, 1989, 1993.

- 1) Número de plantas industriales
- 2) Capacidad instalada en mieles de metros cúbicos rollo
- 3) Capacidad industrial instalada
- 4) Producción en miles de metros cúbicos rollo
- 5) Personal directamente ocupado
- 6) Inversión total en millones de dólares corrientes
- 7) Inversión por persona ocupada en miles de dólares corrientes

12.3. NORMAS SOOBRE LA PRESERVACION DE LA MADERA

Actualmente existen normas creadas por el Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, s. c. (ONNCCE), y se manejan las normas mexicanas siguientes para madera preservada:

- Norma mexicana NMX-C-419-ONNCCE-2001. “industria de la construcción – preservación de maderas – terminología”.

**ORGANISMO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN Y
CERTIFICACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN Y EDIFICACIÓN, S.C.**

**NORMA MEXICANA
NMX-C-419-ONNCCE-2001**

Esta norma cancela y sustituye a la NMX-R-017-1981

Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 29 de enero de 2002.

**“INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN - PRESERVACIÓN DE MADERAS -
TERMINOLOGÍA”**

“BUILDING INDUSTRY - WOOD PRESERVATION - TERMINOLOGY”

Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, S.C.
Constitución #50, Col. Escandón C.P. 11800, México, D.F. Tel. 5273 3399 y 5273 1991 Fax. 5273 3431
Correo electrónico: normas@mail.onncce.org.mx Internet: <http://www.onncce.org.mx>
©PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL SIN AUTORIZACIÓN POR ESCRITO DEL ONNCCE



NORMA MEXICANA NMX-C-419-ONNCCCE-2001 Esta norma cancela y sustituye a la NMX-R 017-1981 Declaratoria de vigencia publicada en el D.O.F. el día 29 de enero de 2002	"INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION - PRESERVACION DE MADERAS - TERMINOLOGIA" "BUILDING INDUSTRY - WOOD PRESERVATION - TERMINOLOGY"
---	---

Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, S.C.
 Constitución #50, Col. Escandón C.P. 11800, México, D.F. Tel. 5273 3399 y 5273 1991 Fax. 5273 3431
 Correo electrónico: normas@mail.onnccce.org.mx Internet: <http://www.onnccce.org.mx>
 ©PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL SIN AUTORIZACIÓN POR ESCRITO DEL ONNCCCE



COMITÉ TÉCNICO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN DE MATERIALES COMPONENTES Y SISTEMAS ESTRUCTURALES CTN- 1

0. PREFACIO

En la elaboración de esta norma, participaron las siguientes Empresas e Instituciones:

- CONSEJO NACIONAL DE LA MADERA EN LA CONSTRUCCIÓN, A.C. (COMACO)
- ECOMAD
- INSTITUTO DE ECOLOGÍA, A.C., DEPARTAMENTO DE PRODUCTOS FORESTALES Y CONSERVACIÓN DE BOSQUES
- INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES, AGRÍCOLAS Y PECUARIAS (INIFAP)
- OSMOSE MEXICANA, S.A. DE C.V.
- PROTECMADERA, S.A.
- UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHAPINGO, DIVISIÓN DE CIENCIAS FORESTALES, (UACH - DICIFO)

Esta norma sustituye a la anterior norma NMX-R-017-1981 "Industria maderera - Maderas preservadas - Terminología".

ÍNDICE

	PAG.
0. PREFACIO	2
1. OBJETIVO	3
2. CAMPO DE APLICACIÓN.....	3
3. REFERENCIAS	4
4. DEFINICIONES	4
4.1. Absorción	4
4.2. Absorción bruta	4
4.3. Absorción inicial.....	4
4.4. Absorción neta	4
4.5. Acondicionamiento para la preservación.....	4
4.6. Agua libre	4
4.7. Ascensión capilar	4
4.8. Aspersión	4
4.9. Autoclave o retorta	4
4.10. Baño antimancha.....	4
4.11. Baño caliente fro.....	5
4.12. Bethell	5
4.13. Boucherie	5
4.14. Boulton	5
4.15. Carga.....	5
4.16. Célula llena.....	5
4.17. Célula vacía.....	5
4.18. Ciclo de impregnación.....	5
4.19. Concentración de la solución.....	6
4.20. Desinfestación	6
4.21. Difusión	6
4.22. Doble difusión.....	6

4.23.	Ensayo de coloración	6
4.24.	Exudación.....	6
4.25.	Florescencia.....	6
4.26.	Fungicida.....	6
4.27.	Hoja de carga.....	6
4.28.	Hongo cromógeno.....	6
4.29.	Hongo xilófago.....	6
4.30.	Ignífugo	6
4.31.	Impregnación.....	7
4.32.	Impregnación a vacío - presión	7
4.33.	Impregnación sin presión	7
4.34.	Impregnación superficial.....	7
4.35.	Inclusión	7
4.36.	Infestación.....	7
4.37.	Inmersión corta.....	7
4.38.	Inmersión prolongada.....	7
4.39.	Insecticida	7
4.40.	Inyección	7
4.41.	Lixiviación	7
4.42.	Lowry	7
4.43.	Madera permeable	8
4.44.	Madera refractaria	8
4.45.	Moho	8
4.46.	Penetración	8
4.47.	Permeabilidad.....	8
4.48.	Preservador.....	8
4.49.	Preservador hidrosoluble.....	8
4.50.	Preservador oleosoluble.....	8
4.51.	Preservador creosotado	8
4.52.	Punto de inhibición	8
4.53.	Punto de rechazo	8
4.54.	Retención efectiva.....	8
4.55.	Sangría	9
4.56.	Sedimento	9
4.57.	Taladro de incremento.....	9
4.58.	Tanque de almacenamiento.....	9
4.59.	Tanque de drenaje	9
4.60.	Tanque de medida.....	9
4.61.	Tanque de mezcla	9
4.62.	Tanque de trabajo	9
4.63.	Tanque de vacío.....	9
4.64.	Vacío inicial	9
4.65.	Vacío final.....	9
5.	BIBLIOGRAFÍA	9
6	CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES.....	10
A.	APÉNDICE INFORMATIVO	10
A.1	Vigencia.....	10

1. OBJETIVO

Esta norma mexicana establece y define los términos técnicos con los que se debe identificar a los preservadores para madera, los procesos de impregnación, las maderas preservadas y los conceptos relacionados con la preservación de maderas.

2. CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma mexicana incluye los términos y definiciones que se deben aplicar en el campo de la preservación de maderas, la clasificación y definición de los preservadores para madera y los relativos a la industria de la impregnación de cualquier tipo de madera o producto a base de madera.

3. REFERENCIAS

Esta norma mexicana se complementa con las siguientes normas mexicanas vigentes:

NMX-C-322 Industria de la construcción - Madera preservada a presión - Clasificación y requisitos
NMX-C-410-ONNCCE Retención y penetración de sustancias preservadoras en la madera - Métodos de prueba

4. DEFINICIONES

4.1. Absorción

Volumen de solución preservante que ingresa a la madera, por unidad de volumen de madera realmente impregnada. Se expresa en litros por metro cúbico (L/m^3).

4.2. Absorción bruta

Volumen total de solución preservante que ha penetrado en la madera al finalizar el periodo de presión, incluye la absorción inicial antes del periodo de inyección. Se expresa en litros de solución preservante (L).

4.3. Absorción inicial

Volumen total de disolución preservante absorbida por la madera al término del llenado del autoclave y del periodo de vacío, y antes del periodo de presión.

4.4. Absorción neta

Véase "absorción".

4.5. Acondicionamiento para preservación

Tratamiento preliminar de descortezado, secado y dimensionado, que permite disminuir el contenido de humedad de la madera y mejorar las propiedades de penetrabilidad y absorción de la madera.

4.6. Agua libre

El agua que está contenida en las cavidades o lúmenes celulares de la madera y se mantiene solo por fuerzas capilares.

4.7. Ascensión capilar

Método que consiste en la aplicación de preservadores solubles en agua, a piezas de madera redonda recién abatida y descortezada, cuya base es sumergida en la solución preservante diluida.

4.8. Aspersión

Proceso de impregnación en el cual se aplica un compuesto preservador a la madera, por medio de rocío.

4.9. Autoclave o retorta

Recipiente de acero generalmente cilíndrico horizontal, con cierre hermético, donde se realiza la impregnación de la madera a presiones diferentes a la atmosférica.

4.10. Baño antimancha

Aplicación superficial de compuestos preservadores para la madera, para protegerla de la mancha producida por mohos y hongos cromógenos.

4.11. Baño caliente frío

Tratamiento en el cual se sumerge la madera seca sucesivamente en un baño caliente y en un baño frío del mismo compuesto preservador.

4.12. Bethell

Proceso de impregnación a vacío - presión de célula llena, que consiste de las siguientes etapas:

- Cargado del autoclave con la madera.
- Aplicación de un vacío inicial.
- Llenado del autoclave con la solución preservante.
- Inyección de solución preservante a presión hasta lograr la absorción deseada.
- Vaciado del autoclave y aplicación de un vacío final.

4.13. Boucherie

Proceso de impregnación por gravedad, en el cual se aplica un compuesto preservador hidrosoluble a una presión hidrostática de 1kgf/cm², al extremo de una madera recientemente cortada y sin descortezar (postes).

4.14. Boulton

Proceso de impregnación a vacío - presión, que se aplica para la impregnación de madera que presenta un alto contenido de humedad. En este proceso se aplica el secado de la madera adentro del autoclave y antes de iniciar su impregnación concreosota.

4.15. Carga

Cantidad de madera tratada en cada ciclo de impregnación, se expresa en unidades de volumen (m³).

4.16. Célula llena

Proceso de impregnación a vacío - presión, diseñado para obtener la máxima penetración y retención especificada de preservador, que consta de las operaciones siguientes:

- Vacío preliminar para eliminar el aire contenido en las cavidades de la madera.
- Inundación en autoclave con solución de preservante para ocupar todos los espacios vacíos y permitir la introducción del compuesto.
- Aumento y mantenimiento de la presión, mediante inyección de solución preservante, hasta lograr la absorción especificada.
- Vaciado de autoclave de la disolución del compuesto preservante.
- Aplicación final del vaciado para obtener una superficie seca.

En este caso se emplean principalmente preservadores hidrosolubles y las células quedan con sus cavidades llenas de solución preservadora.

4.17. Célula vacía

Proceso de impregnación a vacío - presión, en el cual se trata de que las paredes celulares queden impregnadas, pero los lúmenes o huecos de las mismas queden vacíos al término del proceso. Se divide en dos modalidades conocidos como proceso Lowry y proceso Rüeping.

4.18. Ciclo de impregnación

Comprende todas aquellas operaciones involucradas en un proceso de impregnación de una carga de madera.

4.19. Concentración de la solución

Cantidad (en kilogramos) de preservador activo (óxidos en el caso de sales hidrosolubles), disuelto y contenido por cada 100 L de disolvente. Se expresa en porcentaje (% p/v).

4.20. Desinfestación

Expulsión de insectos xilófagos que infestan la madera.

4.21. Difusión

Proceso de impregnación que se aplica a la madera húmeda, utilizando preservadores hidrosolubles altamente concentrados, aprovechando el fenómeno de difusión para lograr la penetración del producto activo al interior de la madera. Se puede aplicar a madera verde recién aserrada o a postes en servicio en la línea de tierra, en procesos de mantenimiento o retratamiento.

4.22. Doble difusión

Proceso de impregnación de la madera verde por inmersión prolongada en dos soluciones preservantes diferentes, de manera sucesiva.

4.23. Ensayo de coloración

Ensayo que se realiza sobre la superficie de una muestra de madera impregnada, mediante sustancias indicadoras, que sirve para determinar la presencia y la penetración del compuesto preservante en la madera o para la determinación de albura y duramen característicos.

4.24. Exudación

Salida de la solución preservante del interior de la madera impregnada, al término del proceso o cuando está en servicio.

4.25. Florescencia

Formación de cristales de un compuesto preservante en la superficie de la madera impregnada, como resultado de la evaporación del disolvente.

4.26. Fungicida

En preservación de maderas, un producto químico que evita el desarrollo o mata los hongos destructores de la madera.

4.27. Hoja de carga

Formulación que se utiliza para dejar constancia del ciclo de impregnación. En ella se registrarán los datos sobre cada carga de madera tratada, los detalles del tratamiento y la absorción neta del compuesto preservante, entre otros aspectos.

4.28. Hongo cromógeno

Especies de hongos, principalmente ascomycetes, que causan el manchado de la madera. No producen pudrición.

4.29. Hongo xilófago

Especies de hongos, principalmente basidiomycetes, que causan pudrición en la madera.

4.30. Ignífugo

Producto químico o mezcla de productos químicos que aumentan la resistencia de la madera a la combustión o retarda la velocidad a la cual avanza la combustión.

4.31. Impregnación

Aplicación de un compuesto líquido, disolución o mezcla preservante, al interior de la madera.

4.32. Impregnación a vacío - presión

Proceso de impregnación de la madera que se lleva a cabo dentro de una autoclave, bajo condiciones alternas de vacío y presión, para lograr la penetración de la solución preservante al interior de la madera.

4.33. Impregnación sin presión

Proceso en el cual la madera se impregna a presión atmosférica, en un recipiente abierto, con compuestos preservantes.

4.34. Impregnación superficial

Cualquier proceso de impregnación en que se aplique un compuesto preservante a la superficie de la madera, ya sea con brocha, aspersión, inmersión corta u otros.

4.35. Incisión

Etapla preparatoria en que se hacen incisiones en la superficie de la madera refractaria para obtener una mejor penetración más profunda y uniforme del compuesto preservante.

4.36. Infestación

Establecimiento y ataque de insectos u otros organismos microscópicos en la madera.

4.37. Inmersión corta

Tratamiento en el cual la madera se sumerge en una disolución de compuesto preservante por un tiempo menor a 60 segundos.

4.38. Inmersión prolongada

Tratamiento en el cual la madera se sumerge en una disolución de compuesto preservante, normalmente a temperatura ambiente y por periodos generalmente mayores a 24 h, dependiendo de la especie, tamaño y contenido de humedad de la madera y el tipo de compuesto preservante.

4.39. Insecticida

En preservación de madera, producto químico que destruye los insectos xilófagos.

4.40. Inyección

Proceso de impregnación en el cual se introduce por punción y a presión un compuesto preservante en la madera.

4.41. Lixiviación

En madera preservada, la extracción parcial o total de compuestos preservantes de la madera, por la acción del agua.

4.42. Lowry

Proceso de impregnación a vacío - presión, de célula vacía, en el cual se inyecta la solución preservante a la madera sin someterla previamente a vacío ni a presión. Consiste de las siguientes etapas:

Cargado del autoclave con la madera.

Inyección de solución preservante a presión.

Mantenimiento de la presión hasta lograr la absorción deseada.

Abatimiento de la presión y vaciado del autoclave.

Aplicación de un vacío final y posterior descarga de la madera.

4.43. Madera permeable

Madera susceptible de ser adecuadamente impregnada con compuestos preservantes.

4.44. Madera refractaria

Madera poco permeable, resistente a la penetración de los compuestos preservantes.

4.45. Moho

Especies de hongos, principalmente hongos imperfectos, que se desarrollan y manchan superficialmente la madera cuando ésta presenta un alto contenido de humedad.

4.46. Penetración

Profundidad a la cual entra el compuesto preservante en la madera en el sentido normal a las fibras. Se expresa en centímetros o en porcentaje de albura.

4.47. Permeabilidad

En preservación de madera, la facilidad con que penetra y se desplaza la solución preservante en el interior de la madera.

4.48. Preservador

Producto o mezcla de sustancias químicas científicamente dosificadas y normalizadas, de efectividad comprobada para ser aplicada a la madera, con el objeto de protegerla contra el ataque de organismos destructores y prolongar la vida útil de la misma. Se distinguen tres tipos de preservadores hidrosolubles, oleosolubles y creosotados.

4.49. Preservador hidrosoluble

Preservador que para aplicarse a la madera se diluye en agua.

4.50. Preservador oleosoluble

Uno o varios productos químicos que se usan disueltos en un disolvente de tipo orgánico. Si el disolvente es volátil se evapora después del tratamiento, en caso contrario queda incorporado a la madera tratada.

4.51. Preservador creosotado

Producto derivado de la destilación de alquitrán de hulla bituminosa, obtenido de la fracción destilada entre los 473 K y los 673 K (200 °C a 400 °C).

4.52. Punto de inhibición

En una prueba de laboratorio, cantidad mínima de un preservador que causa la paralización del desarrollo de un organismo lignícola o xilófago en la madera.

4.53. Punto de rechazo

Punto en el que la madera ya no absorbe una cantidad apreciable de preservador, en un tiempo mínimo de 15 min a la presión del tratamiento.

4.54. Retención efectiva

Cantidad de componentes tóxicos activos del preservante que permanece en la madera al término del proceso de impregnación. Se expresa en kg/m^3 .

4.55. Sangría

Véase "exudación".

4.56. Sedimento

Material insoluble extraño a la disolución, que eventualmente se forma en los líquidos de compuestos preservantes.

4.57. Taladro de incremento

Barreno hueco usado para extraer muestras cilíndricas de la madera impregnada, para determinar la penetración, la retención o el contenido de humedad de la misma.

4.58. Tanque de almacenamiento

Recipiente generalmente graduado que sirve de depósito del compuesto preservante líquido y que abastece al tanque de medida.

4.59. Tanque de drenaje

Recipiente auxiliar por el cual pasa la disolución de compuesto preservante después del proceso, para eliminar los elementos extraños.

4.60. Tanque de medida

Recipiente graduado que abastece directamente al autoclave, y en el cual se evalúa la absorción lograda en el proceso de impregnación en los métodos de vacío - presión.

4.61. Tanque de mezcla

Recipiente equipado con un dispositivo adecuado para realizar la mezcla o disolución de los compuestos preservantes con el solvente correspondiente.

4.62. Tanque de trabajo

Recipiente en el cual se trata la madera en los procesos sin presión.

4.63. Tanque de vacío

Recipiente auxiliar para medición. También se le conoce como pulmón.

4.64. Vacío inicial

Se refiere al vacío aplicado en el autoclave al principio del proceso de impregnación, para extraer el aire de la madera antes del ingreso de la solución preservante, con el objeto de tener una mayor absorción.

4.65. Vacío final

Vacío aplicado para ayudar a la recuperación de parte del compuesto preservante y para evitar la exudación de la madera después del tratamiento

5. BIBLIOGRAFÍA

Para la elaboración de esta norma, se consultaron las siguientes normas.

NCM-008-SCFI-1993 Sistema General de Unidades de Medida.
AWPA-M5-1998. American Wood - Preservers Association Estándar - Glossary of Terms Used in Wood Preservation.
Fuentes S., Mario. 1994 Normas mexicanas sobre preservación de maderas. Una necesidad de revisión. Memoria de la 1ª Reunión sobre Biodeterioro y Preservación de Maderas. Instituto de Ecología, A.C., LACITEMA. 3 y 4 de febrero. Xalapa, Ver, México. s/p.

6. CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES

La presente norma mexicana no es equivalente con ninguna norma Internacional por no existir referencia alguna al momento de su elaboración.

A. APÉNDICE INFORMATIVO

A.1. Vigencia

La presente norma mexicana entrará en vigor a los sesenta días naturales siguientes de su declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación por parte de la Secretaría de Economía.

- Norma mexicana NMC-C-322-ONNCCE-2001 “industria de la construcción – madera preservada a presión – Clasificación y requisitos”.

**ORGANISMO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN Y
CERTIFICACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN Y LA EDIFICACIÓN S.C.**

**NORMA MEXICANA
NMX-C-322-ONNCCE-2003**
(Esta norma cancela y sustituye a la NMX-C-322-1991)

Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el día

**"INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN - MADERA PRESERVADA A PRESIÓN -
CLASIFICACIÓN Y REQUISITOS"**

**"BUILDING INDUSTRY - PRESSURE PRESERVED WOOD - REQUERIMENTS AND
CLASIFICATION"**

Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, S.C.
Constitución #50, Col. Escandón C.P. 11800, México, D.F. Tel. 5273 1991 Fax. 5273 3431
Correo electrónico: normas@mail.onncce.org.mx Internet: <http://www.onncce.org.mx>
© PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL SIN AUTORIZACIÓN POR ESCRITO DEL ONNCCE



NORMA MEXICANA NMX-C-322-ONNCCCE-2003 (Esta norma cancela y sustituye a la NMX-C-322-1981) Declaratoria de vigencia publicada en el D.O.F. el día	"INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN - MADERA PRESERVADA A PRESIÓN - CLASIFICACIÓN Y REQUISITOS" "BUILDING INDUSTRY - PRESSURE PRESERVED WOOD - REQUERIMENTS AND CLASIFICACIÓN"
--	---

Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, S.C.
 Constitución #50, Col. Escandón C.P. 11800, México, D.F. Tel. 5273 1991 Fax. 5273 3431
 Correo electrónico: normas@mail.onnccce.org.mx Internet: http://www.onnccce.org.mx



© PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL SIN AUTORIZACIÓN POR ESCRITO DEL ONNCCCE

COMITÉ TÉCNICO DE NORMALIZACIÓN DE MATERIALES COMPONENTES Y SISTEMAS ESTRUCTURALES (CTN - 1)

PREFACIO

En la elaboración de esta norma, participaron las siguientes Instituciones y empresas:

- UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHAPINGO, DIVISIÓN DE CIENCIAS FORESTALES (UACH-DICIFO)
- OSMOSE MEXICANA, S.A. DE C.V.
- CONSEJO NACIONAL DE LA MADERA EN LA CONSTRUCCIÓN, A.C. (COMACO)
- INSTITUTO DE ECOLOGÍA, A.C., DEPARTAMENTO DE PRODUCTOS FORESTALES Y CONSERVACIÓN DE BOSQUES
- PROTECCIÓN TÉCNICA DE LA MADERA, S.A. DE C.V.
- ECOMAD
- UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA - AZCAPOTZALCO
- AMERICAN FOREST & PAPER ASSOCIATION, MÉXICO

Esta norma cancela y sustituye a la anterior norma NMX - C - 322 - 1981. Industria de la construcción - Madera preservada a presión - Clasificación y requisitos.

0. INTRODUCCIÓN

La madera y los productos a base de madera, deben garantizar una vida en servicio prolongada, con el propósito de maximizar su utilidad, respaldar la inversión hecha y asegurar sus buenas condiciones de servicio, tanto de resistencia como estéticas. Para lograr lo anterior, si la especie de madera no se caracteriza por poseer una buena durabilidad natural, es necesario que se trate con productos preservadores a niveles de retención y penetración adecuados que protejan contra el biodeterioro que tienden a causar tanto hongos como insectos xilófagos.

La presente norma está encaminada a determinar los parámetros de retención y penetración de preservadores en la madera que aseguren un control de calidad y uso confiable de la madera preservada.

ÍNDICE

		Página
	PREFACIO	2
0.	INTRODUCCIÓN	2
1.	OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN.....	3
2.	REFERENCIAS	3
3.	DEFINICIONES	3
4.	CLASIFICACIÓN DE LOS NIVELES DE RIESGO ESPERADO DE LA MADERA EN SERVICIO	3
5.	REQUISITOS MÍNIMOS DE PENETRACIÓN	4
6.	REQUISITOS MÍNIMOS DE RETENCIÓN	4
7.	BIBLIOGRAFÍA	5
8.	CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES.....	5
A.	APÉNDICE INFORMATIVO	5
A.1	Vigencia.....	5

1. OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN

La presente norma mexicana establece la clasificación, niveles y requisitos de retención y penetración de preservadores que deben cumplir las maderas preservadas, de acuerdo a su uso y riesgo esperado en servicio, para prolongar la vida útil de las mismas. Esta norma aplica a los productos nacionales y de importación que se comercialicen en el territorio nacional.

2. REFERENCIAS

Para la correcta aplicación de esta norma se debe consultar las siguientes normas mexicanas vigentes:

NMX-C-410-ONNCE	Industria de la construcción - Vivienda de madera - Retención y penetración de sustancias preservadoras en madera - Métodos de prueba.
NMX-C-178-ONNCE	Industria de la construcción - Preservadores para madera - Clasificación y requisitos.
NMX-C-419-ONNCE	Industria de la construcción - Preservadores para madera - Terminología.

3. DEFINICIONES

Para los efectos de esta norma, las definiciones y términos empleados se refieren a los establecidos en la norma mexicana NMX-C-419-ONNCE (véase Capítulo 2. Referencias).

4. CLASIFICACIÓN DE LOS NIVELES DE RIESGO ESPERADO DE LA MADERA EN SERVICIO

Los niveles de riesgo al biodeterioro en que se clasifica la madera, según el tipo y condiciones de servicio, se establece en la tabla 1.

Tabla 1.- Clasificación de las maderas según su uso y riesgo esperado en servicio

Niveles de riesgo	Clasificación	Condición de uso	Ejemplos
R1	Madera en interiores, ambiente seco y ventilado	Continuamente protegida del intemperismo o de cualquier fuente de humedad	Muebles de interiores, puertas interiores, escaleras, pasamanos
R2	Madera en interiores, mal ventilada, sujeta a posibles fuentes de humedad, o en exteriores pero bajo cubierta	Expuesta a variaciones de humedad, pero no expuesta a la lluvia. De uso no estructural	Pisos, pies derechos, muebles de cocina, sótanos, marcos de puertas y ventanas, lambrin
R3	Madera en exteriores, de uso estructural, expuesta a la humedad	Expuesta a variaciones climáticas y a la lluvia de manera cíclica	Postes, postes de transmisión, crucetas, pisos de terrazas, madera estructural, vigas, armaduras, columnas de portales, tarimas, plataformas de vehículos, techos
R4	Madera en exteriores, en contacto con la tierra o con agua dulce	Madera expuesta a variaciones climáticas y al agua continuamente	Cimientos, pilotes para minas, torres de enfriamiento, techos
R5	Madera en contacto con el agua salada o salobre	Madera expuesta al agua salada	Muelles marítimos, pilotes marinos, represas, embarcaciones, plataformas marinas

5. REQUISITOS MÍNIMOS DE PENETRACIÓN

Los requisitos mínimos de penetración que debe alcanzar el preservador en sentido normal a la fibra en las piezas de madera, se establecen exclusivamente para la madera de albuca, los cuales son:

- 5.1 En piezas iguales o menores de 2,5 cm de espesor, el preservador debe penetrar el 100% de la albuca.
- 5.2 En piezas de más de 2,5 cm de espesor, el preservador debe penetrar por lo menos el 85% de la albuca ó 2,5 cm de profundidad en cada cara que contenga albuca.

6. REQUISITOS MÍNIMOS DE RETENCIÓN

Los requisitos mínimos de retención son los indicados en la tabla 2.

Tabla 2.- Retenciones mínimas recomendadas del preservador de acuerdo al grado de riesgo en servicio de la madera. kg/m³ (lb/pie³).(1)

Tipo Nivel	Oleoso	Oleosolubles				Hidrosolubles					
	Creosota (2)	PCP (3)	CuN (4)	Q8Cu (5)	TBTO (6)	ACC (7)	ACA (8)	ACZA (9)	CCA (10)	BORO (11)	FCAP (12)
R1	NR (13)	NR	0,64 (0,04)	0,32 (0,02)	0,208 (0,013)	4,00 (0,25)	4,00 (0,25)	4,00 (0,25)	4,00 (0,25)	2,70 (0,17)	4,00 (0,25)
R2	NR	6,40 (0,40)	6,40 (0,40)	0,32 (0,02)	0,234 (0,015)	6,40 (0,40)	6,40 (0,40)	6,40 (0,40)	6,40 (0,40)	6,40 (0,40)	6,40 (0,40)
R3	128,00 (8,00)	8,00 (0,50)	0,96 (0,06)	NR	NR	9,60 (0,60)	9,60 (0,60)	9,60 (0,60)	9,60 (0,60)	NR	NR
R4	160,00 (10,00)	9,60 (0,60)	1,20 (0,075)	NR	NR	12,80 (0,80)	12,80 (0,80)	12,80 (0,80)	12,80 (0,80)	NR	NR
R5	400,00 (25,00)	NR	1,20 (0,075)	NR	NR	40,00 (2,50)	40,00 (2,50)	40,00 (2,50)	40,00 (2,50)	NR	NR

- Notas:
- (1) Estos niveles de retención son para productos de madera de pino impregnados a presión. Para maderas refractarias el proceso de impregnación puede hacerse a rapulsa, pero teniendo como parámetros los niveles de esta tabla 2.
 - (2) Al 100% o en mezcla.
 - (3) Pentacloro-fenol al 5% en masa. Retención base producto activo.
 - (4) Nafenato de cobre. Retención base Cu.
 - (5) Quinolínolato 8 de cobre. Retención base Cu.
 - (6) Óxido de bis (tri-n-butilítin)
 - (7) Cromato de cobre ácido.
 - (8) Arsenato de cobre amoniacal.
 - (9) Arsenato de zinc, cobre amoniacal.
 - (10) Arsenato de cobre cromado.
 - (11) Boro inorgánico
 - (12) Fluor-cromo-arsénico-fenol.
 - (13) No recomendable.
 - (14) Para el caso de maderas importadas preservadas, los niveles de retención para cada nivel de riesgo se deben apegar a los valores establecidos en esta norma según el tipo de preservador empleado. En el caso de maderas impregnadas con preservadores hidrosolubles ACQ (Cobre, DDAC, Amonio) y CBA (Cobre, Boro, Azol), (no producidos actualmente en México) los niveles de retención se ajustaran a los indicados para CCA.

7. BIBLIOGRAFÍA

- AMERICAN WORD-PRESERVERS' ASSOCIATION., 1999. Standard C2-98. Lumber, Timber, Bridgest Ties and Mine Ties-Preservative Treatment. C2-99. Book of Standards. Granbury EEUU. 33 - 44 pp.
- AMERICAN WORD-PRESERVERS' ASSOCIATION., 1999. Standard C4-95. Poles, Preservative Tratment. Book of Standards. Granbury EEUU. 59 - 67 pp.
- AMERICAN WORD-PRESERVERS' ASSOCIATION., 1999. Standard C14-99. Wood for Highway Construction - Preservative Treatment. Book of Standards. Granbury EEUU. 78 - 82 pp.
- AMERICAN WORD-PRESERVERS' ASSOCIATION., 1999. Standard C30-91. Lumber, Timber and Plywood for Cooling Tower. Preservative Treatment. Book of Standards. Granbury EEUU. 113 pp.
- AMERICAN WORD-PRESERVERS' ASSOCIATION., 1999. Standard C31-98. Lumber Used Out of Contact with the Ground and Continuously protected from liquid Water. Book of Standards. Granbury EEUU. 114-115 pp.
- COPANT. 1977. Anteproyecto de norma panamericana 30:2-003-1977. Madera preservada - Clasificación y requisitos. Comisión Panamericana de Normalización. Buenos Aires. 5 p.
- FUENTES S., MARIO. 1994. Normas mexicanas sobre preservación de maderas, una necesidad de revisión. In: Memoria de la 1ª reunión sobre biodeteriopro y preservación de maderas. Instituto de Ecología, A.C. 3 y 4 de Febrero, Xalapa, Ver. s/p.
- INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES Y NORMALIZACIÓN, CHILE. 1977. Norma Chilena Oficial NCH819.0177. Madera Preservada. Clasificación y requisitos. Santiago, Chile. 10 p.
- OSMOSE. s/f. Preservación de Madera. boletín divulgativo. Osmose Mexicana, S.A. de C.V., México, D.F. 8 p.
- UNIÓN EUROPEA. 1988. Norma Europea UNE EN 335. Clases de riesgo de ataque biológico. In: PROTECMA. 3er. Trimestre 1988, No 1. Guipúzcoa, España. 8-13 p.

8. CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES

Esta norma no es equivalente con ninguna norma internacional, por no existir referencia alguna al momento de su elaboración.

A. APÉNDICE INFORMATIVO

A.1. Vigencia

La presente norma entrará en vigor a los sesenta días siguientes de la declaratoria de vigencia publicada por la Secretaría de Economía en el Diario Oficial de la Federación.

- Norma mexicana NMX-C-178-ONNCCE-2001. “industria de la construcción – preservadores para madera. Clasificación y requisitos”.

**ORGANISMO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN Y
CERTIFICACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN Y EDIFICACIÓN, S.C.**

**NORMA MEXICANA
NMX-C-178-ONNCCE-2001**

Esta norma cancela y sustituye a la NMX-C-178-1983 y a la NMX-R-031-1973

Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 29 de enero de 2002.

**“INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN - PRESERVADORES PARA MADERA -
CLASIFICACIÓN Y REQUISITOS”**

**“BUILDING INDUSTRY - WOOD PRESERVATIVES - CLASSIFICATION AND
REQUERIMENTS”**

Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, S.C.
Constitución # 50, Col. Escandón C.P. 11800, México, D.F. Tel. (01 55) 52 73 19 91 Fax. 52 73 34 31
Correo electrónico: normas@mail.onncce.org.mx Internet: <http://www.onncce.org.mx>
©PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL SIN AUTORIZACIÓN POR ESCRITO DEL ONNCCE



NORMA MEXICANA NMX-C-178-ONNCCE-2001 Esta norma cancela y sustituye a la NMX-C-178-1983 y a la NMX-R-031-1976 Declaratoria de vigencia publicada en el D.O.F. el día 29 de enero de 2002	"INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION - PRESERVADORES PARA MADERA - CLASIFICACIÓN Y REQUISITOS" "BUILDING INDUSTRY - WOOD PRESERVATIVES - CLASSIFICATION AND REQUERIMENTS"
--	---

Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, S.C.
 Constitución # 50, Col. Escandón C.P. 11800, México, D.F. Tel. (01 55) 52 73 19 91 Fax. 52 73 34 31
 Correo electrónico: normas@mail.onncce.org.mx Internet: <http://www.onncce.org.mx>
 ©PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL SIN AUTORIZACIÓN POR ESCRITO DEL ONNCCE



COMITÉ TÉCNICO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN DE MATERIALES COMPONENTES Y SISTEMAS ESTRUCTURALES CTN- 1

0. PREFACIO

En la elaboración de esta norma, participaron las siguientes Empresas e Instituciones:

- CONSEJO NACIONAL DE LA MADERA EN LA CONSTRUCCIÓN, A.C. (COMACO)
- ECOMAD
- INSTITUTO DE ECOLOGÍA, A.C., DEPARTAMENTO DE PRODUCTOS FORESTALES Y CONSERVACIÓN DE BOSQUES
- INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES, AGRÍCOLAS Y PECUARIAS (INIFAP)
- OSMOSE MEXICANA, S.A. DE C.V.
- PROTECMADERA, S.A.
- UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHAPINGO, DIVISIÓN DE CIENCIAS FORESTALES, (UACH - DICIFO)

Esta norma sustituye a las anteriores normas NMX-C-178 "Industria de la construcción - Vivienda de madera - Preservadores solubles en agua y en aceite" y la NMX-R-031 "Madera preservada a presión con sales (a base de Cu, Cr y As) de reacción en madera sin formación de sales lixiviables".

Dado el avance que ha experimentado la industria de la preservación de madera, la introducción de nuevos productos al mercado que requieren ser regulados, el alto volumen de productos de madera que demanda la industria telefónica, ferroviaria y de la construcción, así como la importancia que tiene el tratar que estos productos prolonguen su vida útil en servicio para reducir así la presión sobre la demanda de los productos forestales, se propone la elaboración y aplicación de la presente norma mexicana.

ÍNDICE

		Página
0.	PREFACIO	2
1.	OBJETIVO	3
2.	CAMPO DE APLICACIÓN	3
3.	REFERENCIAS	3
4.	DEFINICIONES	3
5.	CLASIFICACIÓN	3
5.1.	Clase I, preservadores solubles en agua	3
5.2.	Clase II, preservadores solubles en solventes orgánicos	4
5.3.	Clase IV, productos antimancha	4
6.	ESPECIFICACIONES	4
6.1.	Preservadores solubles en agua	4
6.1.1.	Cromato de cobre ácido (ACC)	4
6.1.2.	Arsenato de cobre amoniacal (ACA)	4
6.1.3.	Flúor, cromo, arsenato, fenol (FCAP)	5
6.1.4.	Boro inorgánico (boro como B ₂ O ₃)	5
6.1.5.	Arsenato de cobre cromado (CCA)	5
6.2.	Preservadores solubles en solventes orgánicos	6
6.2.1.	Pentaclorofenol (PCP)	6
6.2.2.	Naftenato de cobre	6
6.2.3.	Quinolinolato 8 de cobre solubilizado (Q8-Cu)	6
6.2.4.	Óxido de bi-tri-n-butil estaño (TBTO)	6

6.3.	Creosota	6
6.4.	Productos antimancha	7
7.	MUESTREO	7
8.	EVALUACIÓN DE RESULTADOS	7
9.	MARCADO, ETIQUETADO, ENVASE Y EMBALAJE	7
10.	BIBLIOGRAFÍA	8
11.	CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES	8
A.	APÉNDICE INFORMATIVO	8
A.1.	Métodos de análisis	8
A.2.	Recomendaciones de seguridad	8
A.3.	Vigencia	8

1. OBJETIVO

Establecer la clasificación en que deben agruparse los preservadores para madera y productos antimancha en México, así como establecer los requisitos a que deben someterse en su elaboración y comercialización.

2. CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma mexicana establece las especificaciones que deben cumplir los preservadores solubles en agua, los solubles en solventes orgánicos, la creosota y los productos antimancha utilizados en la preservación de la madera para uso en la construcción, en piezas en contacto con el suelo, construcción de torres de enfriamiento y uso marino.

3. REFERENCIAS

Esta norma mexicana se complementa con las siguientes normas mexicanas vigentes:

NMX-C-322	Industria de la construcción - Madera preservada a presión - Clasificación y requisitos
NMX-C-410-ONNCCCE	Retención y penetración de sustancias preservadoras en la madera - Métodos de prueba
NMX-C-419-ONNCCCE	Industria de la construcción - Preservación de maderas - Terminología
NMX-Z-012/2	Muestreo para la inspección por atributos

4. DEFINICIONES

Para la correcta aplicación de esta norma mexicana, se deben utilizar las definiciones establecidas en la norma mexicana NMX-C-419-ONNCCCE (véase Capítulo 3).

5. CLASIFICACIÓN

Los preservadores objeto de esta norma mexicana se clasifican en 4 clases, designándose:

Clase I	Preservadores solubles en agua
Clase II	Preservadores solubles en solventes orgánicos
Clase III	Creosotas
Clase IV	Productos antimancha

5.1. Clase I, preservadores solubles en agua

Se subclasifican en:

Subclase 1	Cromato ácido de cobre	ACC
Subclase 2	Arsenato de cobre amoniacal	ACA
Subclase 3	Flúor, cromo arsenato, fenol/FCAP	
Subclase 4	Boro Inorgánico	BORO
Subclase 5	Arsenato de cobre cromado	CCA

5.2. Clase II, preservadores solubles en solventes orgánicos

Comprende los preservadores a base de:

Pentaclorofenol
Naftenato de cobre
Quinolínolato - 8 de cobre diluido
Óxido de bi-tri-n-butil estaño (TBTO)

5.3. Clase III, creosota y sus mezclas

Comprende la Creosota obtenida de la destilación del alquitrán de hulla y sus mezclas con pentaclorofenol o con petróleo o con alquitrán.

5.4. Clase IV, productos antimancha

Comprende aquellos preservadores en los que sus ingredientes activos deben ser de alta actividad fungicida para los hongos cromógenos causantes de la mancha azul y mohos principalmente, incluyéndose en ellos los siguientes:

Pentaclorofenato de sodio
Pentaclorofenato de sodio y borax
2-(tiocianometililo) benzotiazol
Metilen bistiocianato y 2-(tiocianometililo) benzotiazol
2-fenilfenol
Tiofanato de metilo y clorotalonio

6. ESPECIFICACIONES

Los preservadores objeto de esta norma mexicana, deben cumplir los requisitos siguientes:

6.1. Preservadores solubles en agua

6.1.1. Cromato de cobre ácido (ACC)

Debe tener la composición siguiente (véase tabla 1):

Tabla 1.- Cromato de cobre ácido (ACC)

Preservador	Nominal en %	Mínima en %
Cobre, como CuO	31,80	28,00
Cromo hexavalente, como CrO ₃	68,20	63,30

El sólido, pasta, concentrado líquido o solución tratante, puede estar hecha a partir de compuestos solubles en agua de los siguientes grupos, siendo cada uno de ellos de una pureza superior al 95 % en subbase anhidra.

Cobre bivalente - ejemplo: Sulfato de cobre
Cromo hexavalente - ejemplo: Dicromato de sodio, potasio o trióxido de cromo

El pH de la solución tratante debe estar en el rango de 3,0 a 7,0.

6.1.2. Arsenato de cobre amoniacal (ACA)

Debe tener la composición siguiente (véase tabla 2):

Tabla 2.- Arsenato de cobre amoniacal (ACA)

Preservador	Nominal en %	Mínima en %
Cobre, como CuO	49,80	47,70
Arsénico, como As ₂ O ₃	50,20	47,60

Lo anterior se debe disolver en una solución de amoníaco (NH_3) en agua, la masa del amoníaco contenida en la solución tratante debe ser 1,5 veces la masa del cobre en su base óxido (como óxido de cobre). Para ayudar a la solución, agregar no más de el 1,7 % de ácido acético glacial.

La solución tratante debe contener cobre bivalente y arsénico pentavalente derivados de compuestos solubles en agua son una pureza superior al 95% en su base anhidra.

6.1.3. Flúor, cromo, arsénico y fenol (FCAP)

Debe tener la composición siguiente (véase tabla 3):

Tabla 3.- Flúor, cromo, arsénico y fenol (FCAP)

Preservador	Nominal en %	Mínima en %	Máxima en %
Flúor, como F	22,00	20,00	24,00
Cromo hexavalente, como CrO_3	37,00	33,00	41,00
Arsénico, como As_2			

El compuesto preservante sólido o la solución tratante, puede estar hecha a partir de los compuestos solubles en agua de los siguientes grupos, siendo cada uno de ellos de una pureza superior al 95% en su base anhidra.

Flúor - ejemplo: Fluoruro de sodio o fluoruro de potasio
 Cromo hexavalente - ejemplo: Dicromato de sodio o dicromato de potasio
 Arsénico pentavalente - ejemplo: Arsenato de sodio
 Dinitrofenol: Dinitrofenol

El pH de la solución tratante debe estar entre el rango de 5,5 a 7,8.

6.1.4. Boro inorgánico (boro como B_2O_3)

El sólido o la solución tratante, debe ser soluble en agua y con una pureza superior al 98% en su base anhidra, ejemplos:

Oclorato de sodio
 Mezcla de ácido bórico (39,40%) y tetraborato de sodio (borax) (60,60%). *a(20% 4%)*

El pH debe estar dentro de un rango de 7,9 a 9,0.

6.1.5. Arsenato de cobre cromado (CCA)

El arsenato de cobre cromado (CCA), debe tener la composición siguiente (véase tabla 4):

Tabla 4.- Arsenato de cobre cromado (CCA)

Preservador	Nominal en %	Mínima en %	Máxima en %
Cobre, como CuO	18,50	17,00	21,00
Cromo hexavalente, como CrO_3	47,50	44,50	50,50
Arsénico, como As_2O_5	34,00	30,00	38,00

La solución preservadora debe estar preparada con compuestos solubles en agua, con una pureza mínima del 95% sobre su base anhidra, de los siguientes grupos:

Cobre bivalente, ejemplo: Sulfato de cobre; óxido o hidróxido cúprico; carbonato básico de cobre.
 Cromo hexavalente, ejemplo: Dicromato de sodio; dicromato de potasio, trióxido de cromo.
 Arsénico pentavalente, ejemplo: Pentóxido de arsénico; ácido arsénico; arsenato o piroarsenato de sodio.

El pH debe estar dentro de un rango de 1,6 a 2,5.

6.2. Preservadores solubles en solventes orgánicos

6.2.1. Pentaclorofenol (PCP)

El pentaclorofenol debe contener como mínimo el 95% de fenoles clorinados, determinados por el método de titulación del grupo hidroxilo y calculado como pentaclorofenol.

Puede contener como máximo de materia insoluble el 1,0%, en una solución acuosa 1,0 N (uno normal) de hidróxido de sodio (NaOH).

Debe presentar un punto de congelación no menor a los 447 K (174 °C).

6.2.2. Naftenato de cobre

El naftenato de cobre concentrado usado en la preparación de soluciones preservadoras de madera, no contendrán menos del 6% ni más del 8% de cobre como naftenato de cobre.

Todo el cobre presente en el concentrado debe estar como naftenato de cobre.

El naftenato de cobre concentrado no debe contener más del 0,5% de agua.

6.2.3. Quinolínolato-8 de cobre solubilizado (Q8-Cu)

El quinolinolato-8 de cobre solubilizado concentrado debe tener la siguiente composición (véase tabla 5).

Tabla 5.- Quinolínolato - 8 de cobre solubilizado (Q8-Cu)

Preservador	Peso mínimo en %
Quinolínolato-8 de cobre	10,00
2-etilhexoato de níquel	10,00
ingredientes inertes, (hidrocarburos diluyentes)	80,00
Propiedades físicas:	
Cobre como metal	1,80
Níquel como metal	1,80

El pH debe de estar dentro de un rango de 5,5 a 6,5.

Solubilidad: debe ser soluble en solventes alifáticos y aromáticos.

El Quinolínolato-8 de cobre solubilizado, debe estar libre de aminas, ácido fosfórico o ácido nafténico y sus derivados.

6.2.4. Óxido de bi-tri-n-butil estaño (TBTO)

Debe tener la siguiente composición (véase tabla 6):

Tabla 6.- Óxido de bi-tri-n-butil estaño (TBTO)

Preservador	Mínimo en % en peso	Máximo en % en peso
Óxido de bi-tri-n-butil estaño	95,0	---
Estaño como metal	38,2	40,1

6.3. Creosota

La creosota debe ser un producto obtenido de la destilación destructiva de la hulla bituminosa y cumplir con los siguientes requerimientos (véase tabla 7):

Tabla 7.- Creosota

Requerimiento	Máximo	Mínimo
Densidad relativa a 331 K (38 °C) comparada con la del agua a 288 K (15,5 °C)	1,13	1,08
Agua: porcentaje en volumen	3,00	---
Materia insoluble en xileno: porcentaje en masa	3,50	---
Residuo de coque: porcentaje en masa	9,00	---
Destilación: el porcentaje en masa del destilado libre de agua debe estar entre los siguientes límites:		
hasta 483 K	(210 °C)	---
hasta 508 K	(235 °C)	---
hasta 588 K	(315 °C)	---
hasta 628 K	(355 °C)	---

6.4. Productos antimancha

Características generales que deben reunir:

- Ingrediente activo de alta actividad fungicida a hongos cromógenos y mohos.
- Baja toxicidad a animales y plantas.
- Compatible con insecticidas.
- Compatible con sales de boro.
- Fácil de aplicar.
- Inodoro.
- Químicamente estable

7. MUESTREO

Quando se requiera el muestreo del producto, éste puede ser establecido de común acuerdo entre el productor y el comprador, recomendándose el uso de la norma mexicana NMX-Z-012/2 (véase Capítulo 3) y la norma mexicana NMX-C-410-ONNOCCE (véase Capítulo 3). Para efectos oficiales, el muestreo estará sujeto a la legislación y disposiciones de la dependencia oficial correspondiente.

8. EVALUACIÓN DE RESULTADOS

Para que un lote de preservadores para madera sea aceptado, debe satisfacer los requisitos establecidos en esta norma mexicana al 100 %.

9. MARCADO, ETIQUETADO, ENVASE Y EMBALAJE

El etiquetado estará basado en la norma oficial mexicana NOM-045-SSA; en que deben incluirse los datos necesarios que permitan la fácil identificación del productor y las precauciones que deben tomarse durante su uso, manejo, transportación, almacenaje y composición porcentual de los ingredientes.

La etiqueta debe tener como mínimo la siguiente leyenda en la parte central:

- a) Uso industrial exclusivamente
- b) Nombre del producto y/o marca comercial.
- c) Composición porcentual.
- d) Registro emitido por la autoridad correspondiente.
- e) contenido neto.
- f) No se transporte ni almacene junto a productos alimenticios, ropa o forrajes, manténgase fuera del alcance de los niños y animales domésticos, no almacenar en casa habitación, no deben exponerse ni manejarse este producto por mujeres embarazadas, en lactación ni personas menores de 18 años, evite el contacto con los ojos, no se aplique cerca de las llamas, no se debe reutilizar este envase ni debe quemarse, destrúyase.
- g) Número de lote, fecha de fabricación y fecha de caducidad.
- h) Nombre, dirección y teléfono del fabricante o formulador.
- i) La leyenda: Hecho en México, o en su caso. Hecho en (por fabricante), (país de origen).

En la parte izquierda de la etiqueta debe indicarse:

La frase: "Alto, lea la etiqueta antes de usar el producto"

Precauciones y advertencias de uso.

Primeros auxilios.

Recomendaciones al médico.

Medidas para la protección al ambiente.

En la parte derecha de la etiqueta deben indicarse las instrucciones de uso.

10. BIBLIOGRAFÍA

AWPA. P5-91 Standards for waterborne preservatives.

AWPA. P2-90 Standards for creosote solutions.

AWPA. P8-91 Standards for oil-borne preservatives.

AWPA. P9-91 Standards for solvents and formulation for organic preservative systems.

ASTM. D 1325 - 76 a (86) Standar specifications for ammoniacal copper arsenate

ASTM. D 1625 - 71 (86) Standar specifications for chromated cooper arsenate

Erdoiza, J y R. Echenique. 1980. Preservación de madera de pino con sales de Boro. La madera y su uso en la construcción N° 4. LACITEMA - INIREB. Xalapa, Ver, México. 17 pp.

Fuentes S., Mario. 1994. Normas mexicanas sobre preservación. Una necesidad de revisión. Memoria de la 1ª Reunión sobre biodeterioro y preservación de maderas. I. de E., LACITEMA. 3 y 4 de febrero. Xalapa, Ver., México. s/p.

11. CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES

La presente norma mexicana no es equivalente con ninguna norma internacional por no existir referencia alguna al momento de su elaboración.

A. APÉNDICE INFORMATIVO

A.1. Métodos de análisis

La prueba para el análisis de los compuestos especificados en esta norma mexicana, deben realizarse en laboratorios acreditados conforme a lo establecido en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, basándose en la norma mexicana NMX-C-410-ONNCCE (véase Capítulo 3).

A.2. Recomendaciones de seguridad

Dada la toxicidad de los componentes preservadores, se recomienda extremar las medidas de seguridad en el envase, transporte, manejo, preparación y aplicación de estos productos, incluyendo el uso de equipo de seguridad de los operadores en las plantas de impregnación y el manejo de los residuos. Consúltese la norma oficial mexicana NOM-045-SSA-1.

A.3. Vigencia

La presente norma mexicana entrará en vigor a los sesenta días naturales siguientes de su declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación por parte de la Secretaría de Economía.

- Norma mexicana NMX-C-410-ONNCCE-1999. “industria de la construcción – vivienda de madera – retención y penetración de sustancias preservadoras de madera – métodos de prueba”.

**ORGANISMO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN Y
CERTIFICACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN Y EDIFICACIÓN, S.C.**

**NORMA MEXICANA
NMX-C-410-ONNCCE-1999**

Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 17 de junio de 1999

**"INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN - VIVIENDA DE MADERA - RETENCIÓN Y
PENETRACIÓN DE SUSTANCIAS PRESERVADORAS EN MADERA - MÉTODOS DE
PRUEBA"**

**"BUILDING INDUSTRY - WOODEN HOUSING - RETENTION AND PENETRATION OF
CONSERVATION SUBSTANCE IN WOOD - TESTING METHODS"**

Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, S.C.
Constitución 950, Col. Escandón C.P. 11800, México, D.F. Tel. 5273 3399 y 5273 1991 Fax. 5273 3431
Correo electrónico: onncce@mezt.clubinter.net Internet: <http://www.onncce.org.mx>
© PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL SIN AUTORIZACIÓN POR ESCRITO DEL ONNCCE



NORMA MEXICANA NMX-C-410-ONNCCE-1999 Declaratoria de vigencia publicada en el D.O.F. el día 17 de Junio de 1999	"INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION - VIVENDA DE MADERA - RETENCION Y PENETRACION DE SUSTANCIAS PRESERVADORAS EN MADERA - METODOS DE PRUEBA "BUILDING INDUSTRY - WOODEN HOUSING - RETENTION AND PENETRATION OF CONSERVATION SUBSTANCE IN WOOD - TESTING METHODS"
---	---

Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, S.C.
 Constitución #50, Col. Escandón C.P. 11800, México, D.F. Tel. 5273 3399 y 5273 1991 Fax. 5273 3431
 Correo electrónico: onncce@mexi.dubliner.net Internet: http://www.onncce.org.mx

© PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL SIN AUTORIZACIÓN POR ESCRITO DEL ONNCCE



COMITÉ TÉCNICO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN DE MATERIALES COMPONENTES Y SISTEMAS ESTRUCTURALES CTN- 1

0. PREFACIO

En la elaboración de esta norma, participaron las siguientes Empresas e Instituciones:

- COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS MECÁNICOS (CNIM)
- CONSEJO NACIONAL DE LA MADERA EN LA CONSTRUCCIÓN (COMACO)
- GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL (GDF)
- FONDO DE VIVIENDA
- FONDO DE VIVIENDA DEL INSTITUTO DE SERVICIOS DE SEGURIDAD SOCIAL PARA LOS TRABAJADORES DEL ESTADO (FIVIDESU)
- INFOGRO
- INSTITUTO DEL FONDO NACIONAL PARA LA VIVIENDA DE LOS TRABAJADORES (INFONAVIT)
- MAPOL
- NACIONAL FINANCIERA (NAFIN)
- OSMOSE MEXICANA
- PRINFORSA
- SECRETARÍA DE DESARROLLO SOCIAL (SEDESOL)
- UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHAPINGO (UACH)
- UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE YUCATÁN (UAY)

ÍNDICE

		PAG.
1.	OBJETIVO.....	3
2.	CAMPO DE APLICACIÓN.....	3
3.	REFERENCIAS.....	3
4.	DEFINICIONES.....	3
4.1.	Penetración.....	3
4.2.	Retención.....	3
5.	SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS.....	3
6.	CLASIFICACIÓN.....	3
7.	ESPECIFICACIONES.....	4
7.1.	Retención.....	4
7.2.	Penetración.....	4
7.2.1.	Penetración de albura.....	4
8.	MUESTREO.....	6
8.1.	Muestras para retención.....	6
8.1.1.	Retención mínima de los componentes individuales de los preservadores hidrosolubles.....	6
8.2.	Muestras para penetración.....	6
8.3.	Reactivos.....	6
8.4.	Determinaciones.....	6
9.	MÉTODOS DE PRUEBA.....	6
9.1.	Preservadores oleosolubles.....	6
9.1.1.	Creosota.....	6
9.1.2.	Pentaclorofenol.....	8

9.2.	Preservadores hidrosolubles.....	11
9.2.1.	Cobre.....	11
9.2.2.	Cromo.....	14
9.2.3.	Arsénico.....	16
9.2.4.	Boro.....	19
9.2.5.	Fluor.....	21
10.	BIBLIOGRAFÍA.....	24
11.	CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES.....	25
A.	APÉNDICE INFORMATIVO.....	25
A.1.	Vigencia.....	25

1. OBJETIVO

Esta norma mexicana establece los métodos de prueba que deben cumplir los preservadores solubles en agua y en aceite para verificar las especificaciones de retención y penetración en el tratamiento de madera.

2. CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma mexicana es aplicable a los preservadores de creosota, pentaclorofenol, cobre, cromo, arsénico, boro y fluor; utilizados en la madera contra el ataque de hongos e insectos xilófagos.

3. REFERENCIAS

Esta norma se complementa con las siguientes normas mexicanas vigentes:

NMX-C-178	Industria de la construcción - Vivienda de madera - Preservadores solubles en agua y en aceite
NMX-C-222	Industria de la construcción - Vivienda de madera - Prevención de ataque por termitas
NMX-C-322	Industria de la construcción - Madera preservada a presión clasificación y requisitos
NMX-R-026	Industria maderera - Terminología

4. DEFINICIONES

La presente norma se complementa con la NMX-R-026 y además con las siguientes definiciones.

4.1. Penetración

Es la profundidad alcanzada por el preservador, medida desde la superficie hasta el centro de la pieza de madera. Se expresa en unidades de longitud o en porcentaje del área transversal penetrada.

4.2. Retención

Cantidad de preservador presente en la madera. Se expresa como la cantidad de preservador retenido por unidad de volumen de madera tratada (kg/m^3).

5. SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS

nm es igual a nanómetros
 mL es igual a mililitros
 g es igual a gramos
 kg es igual a kilogramos
 N es igual a normalidad

6. CLASIFICACIÓN

Los métodos de prueba descritos se aplican a los preservadores clasificados como solubles en aceite: creosota y pentaclorofenol y a los elementos químicos: cobre, cromo, arsénico, boro y fluor, utilizados para elaborar las mezclas de los preservadores solubles en agua (véase Tabla 1).

7. ESPECIFICACIONES

Las especificaciones de retención y penetración de los preservadores en los productos forestales tratados son las descritas en la NMX-C-322 (véase Capítulo 3). Aquí se reproducen con la adición de dos mezclas hidrosolubles.

7.1. Retención

Los productos de madera preservada se clasifican según su uso y riesgo esperado en servicio como se especifica en la Tabla 2.

Los valores de retención expresado en kilogramos de preservador por metro cúbico de madera, se indican en la Tabla 1. La retención mínima de los componentes individuales utilizados en las formulaciones de los preservadores hidrosolubles, se presenta en la Tabla 3.

7.2. Penetración

En piezas menores de 12,5 cm de grosor, el preservador debe penetrar el 100 % de la albura.

En piezas de 12,5 cm o más de grosor el preservador debe penetrar por lo menos el 85 % de la albura o 3 cm del grosor total de la pieza.

7.2.1. Penetración de albura

Con especies de pinos o en piezas individuales que no presentan una diferencia marcada de color entre la albura y el duramen, el grosor de la albura debe ser comprobado con los indicadores descritos en los siguientes párrafos.

Tabla 1.- Retenciones mínimas recomendadas de preservador de acuerdo al grado de riesgo en servicio

Preservadores	Retención grado de riesgo kg/m ³		
	Alto	Medio	Bajo
Preservadores oleosolubles			
Creosota	160,0	N.R.(1)	N.R.
Creosota-Petróleo	160,0	N.R.	N.R.
Pentaclorofenol (PCF) en hidrocarburos volátiles (2)	9,6	8,1	6,5
PCF en hidrocarburos ligeros (2)	12,0	8,1	6,5
PCF en hidrocarburos pesados (2)	12,0	8,1	N.R.
Preservadores hidrosolubles			
Sales hidrosolubles de cobre, cromo y arsénico			
CCA tipo A	9,6	6,4	4,0
CCA tipo B	9,6	6,4	4,0
CCA tipo C	9,6	6,4	4,0
Sales hidrosolubles de amonio, cobre y arsénico (ACA)			
	9,6	6,4	4,0
Sales hidrosolubles de ácido, cromo y cobre (ACC)			
	10,0	8,0	4,0
Sales hidrosolubles de fluor, cromo, arsénico y fenol (FCAP)			
	N.R.	N.R.	4,0
Sales hidrosolubles de cobre, cromo y boro			
	N.R.	8,0	6,0
Sales hidrosolubles de ácido bórico-borax			
	N.R.	N.R.	3,2

Nota 1: (1) N.R. (No recomendable)
(2) Solución de PCF al 5 % en masa

Tabla 2.- Clasificación de las maderas según su uso y riesgo esperado en servicio

Grado de riesgo	Descripción del uso	Ejemplos
Bajo	Madera aserrada y terciada, usada en interiores sobre el suelo a una altura mayor de 20 cm y en ambiente ventilado.	Elementos estructurales (vigas, largueros, columnas), plafones y revestimiento.
Medio	Madera en exteriores, en contacto con el suelo y en ambientes mal ventilados. Madera en interiores a menos de 20 cm del suelo	Pies derechos, enrigados de pisos, revestimientos y pisos de baño, cocinas y terrazas. Revestimientos y elementos exteriores, recubrimiento de techos, marcos de puertas y ventanas exteriores, escaleras
Alto	Madera aserrada o en rolo, enterrada o hincada en el terreno y soportes estructurales aéreos en exteriores	Postes y apoyos para edificios.

Tabla 3.- Retención mínima de los componentes individuales de preservadores hidrosolubles, expresados como óxidos.

Preservador	Retención Total mínima (kg/m ³)	Retención individual (kg/cm ³)		
		CuO	CrO ₃	As ₂ O ₃
ACC (Cu)	4,0	1,024	2,176	—
	8,0	2,032	4,368	—
ACA (As)	4,0	1,600	—	1,600
	6,4	2,544	—	2,576
	9,6	3,824	—	3,856
CCA-A (As)	4,0	0,656	2,352	0,592
	6,4	1,040	3,776	0,944
	9,6	1,568	5,664	1,424
CCA-B (As)	4,0	0,704	1,264	1,816
	6,4	1,136	2,032	2,592
	9,6	1,696	3,056	3,888
CCA-C (As)	4,0	0,672	1,712	1,200
	6,4	1,072	2,736	1,952
	9,6	1,600	4,112	2,944
FCAP (As)	4,0	—	1,328	0,896

7.2.2.2. Indicadores de albura y duramen para pinos

El indicador para albura y duramen de pinos se hace con la mezcla a volúmenes iguales de las dos soluciones siguientes.

Solución A: Cloruro de O-Anisidina

Pese 8,5 g de ácido clorhídrico concentrado (37 %), agregue agua hasta obtener 495 g de solución. Adiciónese 5 g de O - Anisidina agitando hasta que esté completamente disuelto.

Solución B: Nitrito de Sodio al 10 %

Disuelva 50 g de nitrito de sodio en 450 g de agua.

La mezcla puede ser aplicada con brocha o con atomizador. Después de algunos minutos el duramen desarrollará un color rojo-anaranjado brillante, mientras la albura permanece con un color amarillo-anaranjado pálido. Las superficies lisas dan un mejor resultado que las rugosas. La capacidad de humedecimiento del indicador puede mejorarse adicionando unas gotas de Photoflo Kodak a cada 100 mL de la mezcla del indicador.

Para una vida máxima de las soluciones A y B, deben almacenarse en refrigerador o en un lugar fresco y oscuro. En estas condiciones la vida de almacenamiento puede ser mayor de un mes. La mezcla de las dos soluciones puede ser usada por varios días pero es necesario filtrarla antes de usarse.

8. MUESTREO

8.1. Muestras para retención

Se toman muestras de por lo menos 20 piezas de cada lote, de la parte externa de la albura, y con una profundidad de 16 mm con un taladro Pressler. Para madera de 30 mm de grueso o menor, se tomarán las muestras de todo el grueso.

La superficie de la madera tratada a ser muestreada debe lijarse ligeramente para remover depósitos de preservador.

Con gusanillos de 5 mm de diámetro, 20 gusanillos de 16 mm de largo son suficientes para los ensayos de pentaclorofenol y preservadores hidrosolubles, y son necesarios por lo menos 48 gusanillos para ensayos de creosota. Para los cálculos de los resultados de los análisis de preservadores hidrosolubles, donde la madera tratada se muele se debe usar un valor de 480 kg/cm^3 para obtener las retenciones.

8.1.1. Retención mínima de los componentes individuales de los preservadores hidrosolubles

La Tabla 3 presenta la retención mínima de los componentes individuales utilizados en la formulación de los preservadores hidrosolubles. El ion indicado entre paréntesis es el utilizado para los ensayos. Si este resultado es menor que un 80 % del mínimo especificado, el lote debe ser rechazado. Si el resultado es superior al 80 % de lo especificado pero menos que el mínimo requerido, el comprador puede solicitar el análisis para los iones restantes y aceptar el pedido si la suma de los resultados iguala la retención solicitada.

8.2. Muestras para penetración

Se tomaron gusanillos con un taladro Pressler de por lo menos 20 piezas de cada lote. Si el 80 % de los gusanillos llenan los requisitos mínimos señalados, el lote se acepta.

8.3. Reactivos

Todos los reactivos usados en los análisis de laboratorio deben ser químicamente puros y el agua destilada también.

8.4. Determinaciones

Las determinaciones de cada sustancia preservadora se deben repetir mínimo tres veces, para obtener resultados confiables.

9. MÉTODOS DE PRUEBA

9.1. Preservadores oleosolubles

9.1.1. Creosota

9.1.1.1. Retención

9.1.1.1.1. Reactivos químicos

- Xileno
- Tolueno

9.1.1.1.2. Material

- Equipo soxhlet con adaptación para determinar el contenido de humedad de la muestra (véase Figura 1)
- Horno de secado con un máximo de temperatura de 573 K (300 °C)

- Parrilla de calentamiento
- Desecador
- Balanza con capacidad de 300 g y exactitud de 0,01 g

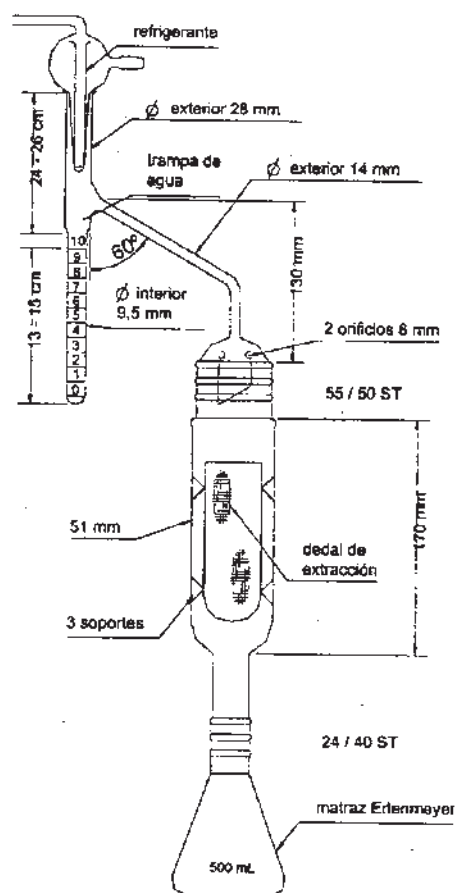


Figura 1.- Aparato de extracción Soxhlet

9.1.1.1.3. Procedimiento

Una vez seco y armado el equipo de extracción, añadir al matraz Erlenmeyer 200 mL del solvente (xileno, tolueno o una mezcla azeotrópica formada por el 50 % de cada una de las sustancias), de 1 mL a 2 mL de agua destilada y trocitos de vidrio para facilitar la ebullición. Aplicar calor con la ayuda de la parrilla de calentamiento y permitir que se refluje el sistema por espacio de 30 min. Retirar la fuente de calor y dejar que se enfríe el equipo. Con la ayuda de un alambre delgado hacer bajar las gotas de agua condensada en el refrigerante y en las paredes de la trampa y anotar el volumen de agua (V_1).

Colocar en el dedal de la extracción de 50 g a 100 g de muestra y anotar el peso exacto (W_1), poniéndolo en el equipo de extracción y aplicarle calor nuevamente para que el solvente refluje a través de la muestra. La frecuencia de goteo debe ser aproximadamente de una por segundo.

Al inicio del reflujó las gotas son de color obscuro, conforme transcurre el tiempo éstas se van aclarando hasta que son incoloras. En este momento se suspende el calentamiento y se deja enfriar el sistema. Nuevamente con la ayuda del alambre, se obliga a que bajen todas las gotas de agua, se anota la nueva lectura (V_2) y la diferencia

entre esta lectura y la realizada anteriormente, (V_1), es la cantidad de agua presente en la muestra (W_3). Se recomiendan los siguientes tiempos de reflujo:

Madera recién tratada: 2 h
Madera que ha estado en servicio: 5 h

Una vez frío el equipo, se retira el dedal con la muestra y se coloca en el horno de secado a 398 K (125 °C), durante 90 min o hasta que todo el olor a disolvente haya desaparecido. Se retira y se coloca en el desecador, dejándolo enfriar. Posteriormente se pesa (W_2).

Para tener la seguridad de que todo el solvente ha sido eliminado de la muestra, se vuelve a meter al horno durante 30 min, se saca, se deja enfriar y se vuelve a pesar, repitiendo éste último paso hasta que el peso sea constante.

9.1.1.4. Cálculos

$$\text{Retención (kg/m}^3\text{)} = \frac{100(W_1 - W_2 - W_3)}{V_m}$$

Donde:

W_1 es el peso de la muestra antes de la extracción (g)
 W_2 es el peso de la muestra después de la extracción (g)
 W_3 es la cantidad de agua presente en la muestra (g)
 V_m es el volumen de la muestra de madera (cm^3)

9.1.1.5. Resultados

El resultado obtenido se debe comparar contra las especificaciones de la NMX-C-322, que aparecen en la Tabla 1 y en el Capítulo 7.

9.1.1.2. Penetración

La penetración de la creosota dentro de la madera es fácilmente medible, debido a que ésta le imparte una coloración negra a la misma. Se reporta en centímetros o en porcentaje de la albura, la que sea menor.

9.1.2. Pentaclorofenol

9.1.2.1. Retención

9.1.2.1.1. Fundamento

Este método está basado en la formación del complejo cobre-piridina-clorofenol, que es insoluble en agua y altamente soluble en cloroformo. Este procedimiento no se recomienda para maderas tratadas con soluciones cuya concentración sea menor de 0,02 g de pentaclorofenol por litro de solución o para maderas que contengan menos de 0,0 032 g de pentaclorofenol por metro cúbico de madera.

9.1.2.1.2. Reactivos químicos

- Pentaclorofenol
- Cloroformo
- Piridina
- Sulfato de cobre II pentahidratado
- Alcohol etílico
- Tolueno
- Ácido acético glacial
- Hidróxido de sodio
- M-cresol
- Ácido clorhídrico
- Sulfato de sodio anhidro granular

9.1.2.1.3. Material

- Colorímetro de 450 nm o espectrofotómetro
- Aparato de extracción (véase Figura 2)
- Matraces Erlenmeyer y volumétricos
- Vasos de precipitados
- Pipetas
- Embudos de separación
- Balanza de 300 g y exactitud de 0,01 g

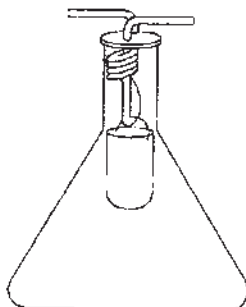


Figura 2.- Aparato de extracción

9.1.2.1.4. Preparación de soluciones

- Solución estándar de pentaclorofenol: colocar 0,1 g \pm 0,002 g de pentaclorofenol químicamente puro, en un matraz volumétrico de 500 mL, limpio y seco. Aforar la solución con cloroformo.
- Solución cobre-piridina: combinar 50 mL de piridina con 500 mL de agua destilada. Adicionar 5 g de sulfato de cobre II pentahidratado y agitar hasta su completa disolución.
- Solución azeotrópica de etanol-tolueno: Mezclar 500 mL de alcohol etílico con 215 mL de tolueno y 2 mL de ácido acético glacial 1:9 (una parte de ácido acético glacial por 9 partes de agua destilada)
- Solución de hidróxido de sodio 0,1 N: disolver 4 g de hidróxido de sodio en un litro de agua destilada.
- Solución indicadora de m-cresol: disolver 0,1 g de m-cresol en 10 mL de agua destilada, conteniendo aproximadamente 0,1 g de hidróxido de sodio. Enfriar y diluirlo a 100 mL con agua destilada.
- Solución de ácido clorhídrico 0,1 N (aproximadamente): mezclar una parte de ácido clorhídrico concentrado con 90 partes de agua destilada.

9.1.2.1.5. Preparación de la curva de calibración

Transferir, con la ayuda de una pipeta, exactamente 5 mL, 10 mL, 15 mL, 20 mL y 25 mL de la solución estándar de pentaclorofenol, a matraces volumétricos de 25 mL, limpios y secos. Aforar con cloroformo y mezclarlo bien.

A cada embudo de separación de 125 mL añadir 25 mL de cloroformo y vaciar el contenido de cada matraz volumétrico. Repetir para cada uno de los matraces y marcarlos. No se deben lavar los residuos de solución de los matraces.

Cada una de las muestras se trata con la solución de cobre-piridina, pero no todas a la vez, ya que la densidad de la solución puede variar con el tiempo. Añadir 10 mL de cobre-piridina a la muestra y agitar vigorosamente por espacio de 30 s, dejando escapar la presión. Se deja reposar hasta la aparición de dos capas, drenar la parte inferior a un vaso de precipitados de 50 mL, que contenga de 2 g a 3 g de sulfato de sodio anhidro granular y se deja reposar hasta que la solución se aclare (aproximadamente 1 min).

Colocar el colorímetro a 450 nm y ajustar la densidad óptica a infinito primero y después a cero, utilizando agua destilada en la celda. Enseguida se coloca la muestra enjuagándola con pequeñas porciones de la solución y se toma la lectura. Se debe ajustar el aparato después de cada medición y se grafican los datos obtenidos.

9.1.2.1.6. Procedimiento

Por lo general se emplean 20 muestras de 0,5 cm de diámetro, cuya longitud depende de la zona de ensaye. Se determina el volumen de las muestras de madera y se colocan dentro del aparato de extracción (véase Figura 2).

Se adicionan 34 mL de la solución azotrópica, al matraz Erlenmeyer de 400 mL, procurando que no toque el tubo sifón y se calienta a ebullición. Este calentamiento se mantiene por espacio de una hora con veinticinco minutos, procurando que la solución esté sifoneando en períodos de 3 min a 5 min.

Una vez completado el tiempo de extracción, retirar el dedal con la muestra de madera. Se coloca la solución en baño maría hasta alcanzar un volumen aproximado de 1 mL (se debe evitar la completa evaporación de la muestra).

Se enfría el matraz a temperatura ambiente en un baño con agua fría y se agregan 25 mL de cloroformo, agitando hasta disolver el pentaclorofenol (cualquier material insoluble adherido al fondo a las paredes del matraz puede ser ignorado).

Se transfiere la solución a un vaso de precipitados de 250 mL, se enjuaga el matraz 2 veces con porciones de 15 mL de cloroformo y se adiciona cada enjuagado al vaso de precipitados.

Añadir 2 gotas del indicador de m-cresol y agitar, se agregan 100 mL de hidróxido de sodio 0,1 N; y se continúa agitando vigorosamente por espacio de un minuto. Dejar reposar hasta que el cloroformo y el agua se separen en dos capas.

Para muestras de madera que contengan de 50 mg a 400 mg de pentaclorofenol, pipetear exactamente 5 mL de la capa acuosa superior (color púrpura) del vaso de precipitados a un embudo de separación de 125 mL (usar un factor alicuota de 20 en los cálculos). Cuando la muestra contenga menos de 50 mg de pentaclorofenol se pipeteen 25 mL de la capa acuosa superior y se transfieren a un embudo de separación de 125 mL (usar un factor alicuota de 4 en los cálculos).

Después se le agregan 25 mL del ácido clorhídrico 0,1 N y 50 mL de cloroformo. Agitar el embudo vigorosamente, dejando escapar la presión, manteniéndolo en reposo hasta que las capas se separen.

Vaciar 25 mL exactamente de la capa del fondo y transferirlo a otro embudo de separación, agregándole 10 mL de la solución de cobre-piridina; agitar ocasionalmente, dejando escapar la presión y después se deja reposar hasta la separación de las capas.

Vertir la capa inferior (dejar aproximadamente 2 mL en el embudo), a un vaso de precipitados de 50 mL que contenga de 2 g a 3 g de sulfato de sodio anhidro granular. Agitarlo durante 1 min o hasta que la solución se aclare.

Decantar parte de esta solución dentro de una celda de absorción limpia y seca, ajustando el colorímetro a 450 nm. En la misma forma que la descrita en la preparación de la curva de calibración.

Con el valor de la lectura del colorímetro y la curva de calibración se calculan los miligramos de pentaclorofenol presentes en la muestra.

9.1.2.1.7. Cálculos

$$\text{Retención (kg/cm}^3\text{)} = \frac{(2)(\text{mg PCF})(\text{FA})}{V_m}$$

Donde:

mg PCF son los miligramos de pentaclorofenol

FA es el factor alicuota

V_m es el volumen de la muestra (cm³)

9.1.2.1.8. Resultados

El resultado obtenido se debe comparar contra las especificaciones de la NMX-C-322, que aparecen en la Tabla 1 y en el Capítulo 7.

9.1.2.2. Penetración

9.1.2.2.1. Reactivos químicos

- Acetato cúprico
- Alcohol isopropílico
- Acetato de plata
- Tergitol XD (fabricado por Union Carbide Chemical Company) o Triton X-100 (procesado por Rohm & Haas Chemical Company).

9.1.2.2.2. Material

- Aspersor
- Vasos de precipitados
- Probetas
- Balanza analítica

9.1.2.2.3. Preparación de soluciones

- Solución 1: Disolver 4 g de acetato cúprico en 100 mL de agua destilada. Una vez disueltos, agregar 0,5 g de tergitol XD (sustancia semisólida a temperatura ambiente, por lo que se debe aplicar calor para tenerla en estado líquido), lentamente y con agitación hasta su completa disolución.
- Solución 2: Disolver 0,4 g de acetato de plata en 100 mL de agua destilada, lentamente y con agitación.

Una vez preparadas estas soluciones se combinan en las siguientes proporciones:

Tabla 4.- Proporciones de las soluciones

Solución	% en volumen
solución 1	25
solución 2	25
agua destilada	25
alcohol isopropílico	25
total	100

9.1.2.2.4. Procedimiento

La solución se aplica a la madera libre de aserrín o polvo con la ayuda de un aspersor. La aparición de una coloración roja, nos indica la penetración alcanzada por el preservador. Se reporta en centímetros o en porcentajes de albura.

9.2. Preservadores hidrosolubles

9.2.1. Cobre

9.2.1.1. Retención

9.2.1.1.1. Fundamento

Este método se emplea para la determinación de cobre en madera tratada con preservadores hidrosolubles del tipo CCA (cobre-cromo-arsénico) y ACA (ácido-cobre-arsénico). Las muestras de madera analizadas no deben contener menos de 0,02 g de óxido cúprico (CuO).

9.2.1.1.2. Reactivos químicos

- Ácido perclórico
- Yoduro de potasio
- Tiosulfato de sodio
- Hidróxido de amonio
- Ácido sulfúrico concentrado
- Tiocianato de sodio
- Carbonato de sodio
- Ácido acético
- Almidón
- Cloroformo
- Urea
- Ácido nítrico
- Cobre puro

9.2.1.1.3. Material

- Aparato Kjeldahl, solo se utilizan los digestores
- Balanza analítica
- Campana de extracción
- Molino Willey ó de café
- Matraces Erlenmeyer, volumétricos y Kjeldahl
- Vasos de precipitados
- Pipetas
- Parrilla de calentamiento con agitación

9.2.1.1.4. Preparación de soluciones

- Solución tamarina: Agregar 185 mL de ácido perclórico (70 %) a 100 mL de agua destilada, lentamente y con agitación. Una vez combinados, añadir, con mucho cuidado, 270 mL de ácido sulfúrico y dejar enfriar la solución.
- Solución de yoduro de potasio al 20 %: Pesar 20 g de yoduro de potasio y disolverlos en 100 mL de agua destilada, almacenándola en un frasco ámbar.
- Solución de tiocianato de sodio al 20 %: Pesar 20 g de tiocianato de sodio y disolverlos en 100 mL de agua destilada.
- Solución de urea al 5 %: Disolver 5 g de urea en 100 mL de agua destilada.
- Solución indicadora de almidón: Disolver 1 g de almidón en 5 mL de agua destilada, diluirlo a 100 mL y llevarlo a ebullición por espacio de 1 min, se deja enfriar y se le agregan unas gotas de cloroformo para preservar la solución.
- Solución de tiosulfato de sodio: Disolver 24,84 g de tiosulfato de sodio en agua destilada, adicionar 1 g de carbonato de sodio para preservar la solución, aforar todo a un litro y almacenarla en un recipiente ámbar. Es necesario conocer la concentración y por lo tanto se debe titular de la siguiente manera:
 - Pesar aproximadamente 0,25 g de cobre puro y colocarlos en un matraz Erlenmeyer
 - Agregar 10 mL de ácido nítrico concentrado
 - Evaporar la solución hasta obtener de 3 mL a 4 mL
 - Dejar enfriar y posteriormente se lavan las paredes del matraz con agua destilada
 - Se le agregan 10 mL de urea al 5 %, y se pone a ebullición durante 3 min
 - Se deja enfriar y se agrega hidróxido de amonio concentrado, con precaución, hasta que la solución cambie a una coloración azul
 - Agregar ácido acético glacial hasta la desaparición de la coloración azul y lavar bien las paredes del matraz con agua destilada
 - Diluir la solución hasta 50 mL con agua destilada y dejarla enfriar
 - Agregar 10 mL de yoduro de potasio al 20 % y 5 mL de tiocianato de sodio al 20 %, sin agitar
 - Titular con la solución valorada de tiosulfato de sodio hasta que cambie de color y entonces agregar 2 mL de la solución indicadora de almidón

- Se continúa titulando con la solución de tiosulfato de sodio hasta que se produzca un vire de azul a blanco.
- Con el volumen gastado se calcula la normalidad

$$N = \frac{(g \text{ Cu})(15,74)}{Vg}$$

Donde:

N es la normalidad

g Cu son los gramos de cobre

Vg es el volumen gastado de tiosulfato de sodio (mL)

9.2.1.1.5. Procedimiento

La muestra de madera tratada se pasa a través de un molino Willey o de café para facilitar la extracción.

Pesar aproximadamente 1 g de la muestra y colocarla dentro de un matraz Kjeldahl, agregar 10 mL de ácido nítrico concentrado con el objeto de eliminar la materia orgánica. Se deja reposar por espacio de 8 h.

Digestar la muestra hasta que la presencia de humos de color café desaparezcan, se deja enfriar.

Posteriormente, agregar 5 mL de la solución ternaria, sometiéndola nuevamente a digestión, hasta que la solución adquiere una coloración verde. Se deja enfriar.

Nota 2: La digestión se determina cuando hay una reducción de volumen y antes de que la solución cambie a color naranja.

El volumen de solución se pasa a un matraz Erlenmeyer de 500 mL, lavando perfectamente bien las paredes del matraz Kjeldahl con agua destilada (aproximadamente 20 mL), adicionar lentamente hidróxido de amonio concentrado hasta la aparición de una coloración azul.

Acidular con ácido sulfúrico diluido o ácido acético glacial hasta que desaparezca la coloración azul. Se evapora hasta tener aproximadamente 30 mL, se deja enfriar.

Diluir la solución hasta 125 mL con agua destilada y agregar 10 mL de yoduro de potasio al 20 % y 5 mL de tiocianato de sodio al 20 % sin agitación. Agregar unas gotas de la solución valorada de tiosulfato de sodio, hasta que se aclare la tonalidad amarilla y adicionar 2 mL de la solución indicadora de almidón.

Se titula con la solución de tiosulfato de sodio y el vire va de azul a incoloro.

9.2.1.1.6. Cálculos

$$\text{Retención CuO (kg/m}^3\text{)} = \frac{(\% \text{ CuO})(Dm)}{100}$$

$$\% \text{ CuO} = \frac{(V)(N)(7,96)}{Pm}$$

Donde:

Dm es la densidad de la muestra (kg/m³)

V es el volumen de tiosulfato de sodio (mL)

N es la normalidad del tiosulfato de sodio

Pm es el peso de la muestra (g)

9.2.1.1.7. Resultados

El resultado obtenido se debe comparar contra las especificaciones de la NMX-C-322, que aparecen en la Tabla 1 y en el Capítulo 7, y con los valores para óxidos de los componentes individuales de la Tabla 3.

9.2.1.2. Penetración

9.2.1.2.1. Reactivos químicos

- Cromo-s-azurol
- Acetato de sodio

9.2.2.2.2. Material

- Aspersor
- Vasos de precipitados

9.2.1.2.3. Preparación de soluciones

- a) Solución de cromo-s-azurol-acetato de sodio: Disolver 0,5 g de cromo-s-azurol y 5 g de acetato de sodio en 80 mL de agua destilada, finamente se diluye todo a 500 mL.

9.2.1.2.4. Procedimiento

Con la ayuda de un aspersor, aplicar la solución de cromo-s-azurol-acetato de sodio a las superficies tratadas, evitando escurrimientos; la aparición de un color azul oscuro revela la profundidad alcanzada por el cobre.

9.2.2. Cromo

9.2.2.1. Retención

9.2.2.1.1. Fundamento

Este método, se emplea para la determinación del cromo que se encuentra presente en la madera tratada con soluciones de CCA (cobre-cromo-arsénico), ACC (ácido-cromo-cromo) y FCAP (fluor-cromo-arsénico-fenol). La muestra de madera debe contener por lo menos 0,03 g de trióxido de cromo VI (CrO_3).

9.2.2.1.2. Reactivos químicos

- Ácido nítrico
- Ácido perclórico
- Ácido sulfúrico concentrado
- Ácido fosfórico
- Sulfonato de difenil amina de sodio
- Dicromato de potasio
- Sulfato ferroso amoniacal

9.2.2.1.3. Material

- Equipo Kjeldahl, sólo se utilizan los digestores
- Balanza analítica
- Campana de extracción
- Molino Willey o de café
- Pipetas
- Vasos de precipitados
- Matrazes Kjeldahl, volumétricos y Erlenmeyer
- Pesafiltros
- Estufa de secado

9.2.2.1.4. Preparación de soluciones

- a) Solución ternaria: Agregar 185 mL de ácido perclórico (70 %) a 100 mL de agua destilada, lentamente y con agitación. Una vez combinados, añadir con mucho cuidado 270 mL de ácido sulfúrico y dejar enfriar.
- b) Solución de ácido sulfúrico 1:1: Adicionar un volumen de ácido sulfúrico concentrado, lentamente con agitación, a un volumen de agua destilada. Enfriar esta solución antes de usarla.

- c) Solución de sulfonato de difenil amina de sodio: Pesar 0,2 g de sulfonato de difenil amina de sodio y disolverlos en agua destilada, llevando todo a un volumen de 100 mL.
- d) Solución de dicromato de potasio 0,2 N: Pesar aproximadamente 10 g de dicromato de potasio, colocarlos en una estufa de secado a 383 K (110 °C) de temperatura hasta peso constante. En seguida pesar 9,8 g exactamente y disolverlos en agua destilada, aforar todo a un litro de solución.
- e) Solución de sulfonato ferroso amoniacal: Mezclar 50 g de sulfato ferroso amoniacal y 25 mL de ácido sulfúrico concentrado, aforando todo a un litro de solución con agua destilada. Por la inestabilidad de esta, se debe titular cada vez que se emplee de la siguiente manera:
- Pipetear 10 mL de la solución de sulfato ferroso amoniacal, diluirla a 200 mL con agua destilada. Adicionar 3 mL de ácido fosfórico (85 %), 6 mL de ácido sulfúrico (1:1) y 10 gotas de la solución de sulfonato de difenil amina de sodio.
 - Se titula con la solución estándar de dicromato de potasio 0,2 N. El vire debe ser de incoloro a morado.
 - Con el volumen gastado, se calcula la normalidad.

$$VN = V_1 N_1$$

Donde:

V es el volumen del sulfonato ferroso amoniacal (mL)

N es la normalidad del sulfonato ferroso amoniacal

N₁ es la normalidad del dicromato de potasio

V₁ es el volumen del dicromato de potasio (mL)

9.2.2.1.5. Procedimiento

La muestra tratada se muele en un molino Willey o de café, para facilitar su extracción.

Se pesa aproximadamente 1 g de muestra y se coloca en el matraz Kjeldahl adicionándole 10 mL de ácido nítrico concentrado, eliminando toda materia orgánica presente en la muestra. Se deja reposar por espacio de 8 h.

Se somete a digestión la muestra, hasta que la presencia de humos color café desaparezca; se deja enfriar.

Se le agrega 5 mL de la solución temaria y se somete nuevamente a digestión, hasta la aparición de un color anaranjado en la solución. Se deja enfriar.

El volumen de solución es pequeño, este se pasa a un matraz Erlenmeyer de 500 mL, lavando bien las paredes del matraz Kjeldahl con agua destilada hasta alcanzar un volumen de 200 mL.

Adicionar 3 mL de ácido fosfórico, 6 mL de ácido sulfúrico (1:1) y 10 mL de sulfato ferroso amoniacal (la solución debe ser transparente, si no es así, agregar más sulfato ferroso amoniacal). Agitar y agregarle 10 gotas del indicador sulfonato de difenilamina de sodio y titular con la solución valorada de dicromato de potasio.

El vire debe ser de incoloro a morado.

9.2.2.1.6. Cálculos

$$\text{Retención CrO}_3 \text{ (kg/m}^3\text{)} = \frac{(\% \text{ CrO}_3)(D_m)}{100}$$

$$\% \text{ CrO}_3 = \frac{((V)(N) - (V_1)(N_1)(3,3))}{P_m}$$

Donde:

D_m es la densidad de la madera (kg/m³)

V es el volumen del sulfato ferroso amoniacal (mL)

N es la normalidad del sulfato ferroso amoniacal

V_1 es el volumen del dicromato de potasio
 N_1 es la normalidad del dicromato de potasio
 P_m es el peso de la muestra (g)

9.2.2.1.7. Resultados

El resultado obtenido se debe comparar contra las especificaciones presentadas en la Tabla 1, la Tabla 3 y en el Capítulo 7.

9.2.2.2. Penetración

9.2.2.2.1. Reactivos químicos

- Ácido clorhídrico
- Etanol
- 1,5-difenil carbazida

9.2.2.2.3. Material

- Aspersor
- Matracas Erlenmeyer y aforados
- Pipetas
- Vasos de precipitados

9.2.2.2.3. Preparación de soluciones

- Solución 1: Agregar lentamente y con agitación 50 mL de ácido clorhídrico concentrado a 450 mL de agua destilada y aforar a 1 L de solución con etanol.
- Solución 2: En 100 mL de la solución 1, se disuelven 0,5 g de 1,5-difenil carbazida, lentamente y con agitación.

9.2.2.2.4. Procedimiento

La solución se coloca en un aspersor, aplicándola a la muestra de madera tratada; la aparición de un color violeta oscuro indica la presencia del cromo.

9.2.3. Arsénico

9.2.3.1. Retención

9.2.3.1.1. Reactivos químicos

- Ácido clorhídrico
- Ácido hipofosforoso (50 %)
- Ácido sulfúrico concentrado
- Bromato de potasio
- Naranja de metilo
- Ácido nítrico
- Fibras de asbestos
- Ácido perclórico

9.2.3.1.2. Material

- Equipo Kjeldahl, sólo se utilizan los digestores
- Balanza analítica
- Campana de extracción
- Molino Willey o de café
- Bomba de vacío
- Parrilla eléctrica
- Matracas aforados, Erlenmeyer, Kjeldahl y Kitasato con adaptador para crisoles gooch
- Vasos de precipitados

- Vidrio de reloj
- Pipetas
- Crisoles gooch
- Bureta

9.2.3.1.3. Preparación de soluciones

- a) Solución ternaria: Agregar 185 mL de ácido perclórico (70 %) a 100 mL de agua destilada, lentamente y con agitación. Una vez combinadas, con mucho cuidado se añaden 270 mL de ácido sulfúrico y se deja enfriar la solución.
- b) Solución de bromato de potasio 0,1N: Disolver 2,784 g de bromato de potasio puro en agua destilada y aforar a un litro de solución.
- c) Solución de naranja de metilo 0,1 %: Disolver 0,1 g de naranja de metilo en 100 mL de agua destilada.

9.2.3.1.4. Procedimiento

La muestra de madera tratada se muele en un molino Willey o de café para facilitar su extracción.

Pesar aproximadamente 1 g de muestra, colocarla en el matraz Kjeldahl y agregarle 10 mL de ácido nítrico concentrado con el objeto de eliminar toda la materia orgánica presente en la muestra. Dejar reposar por espacio de 8 h.

Digestar la muestra hasta que la presencia de humos color café desaparezca, dejando enfriar la solución.

Agregar 5 mL de la solución ternaria, someténdola nuevamente a digestión hasta la aparición de una solución de color anaranjado; se deja enfriar.

Pasar la solución a un matraz Erlenmeyer de 250 mL, lavando las paredes con agua destilada.

Se agregan 50 mL de ácido clorhídrico concentrado, lentamente y con agitación. Posteriormente se añaden con precaución 20 mL de ácido hipofosforoso (50 %). Colocar el matraz en baño maría hasta la formación de un precipitado.

Calentar la solución ligeramente por espacio de 15 min, cubriendo la boca del matraz con un vidrio de reloj (para disminuir la evaporación)

Nota 3: No debe prolongarse el calentamiento más del tiempo mencionado, para evitar una evaporación excesiva y por consiguiente una explosión.

Con la ayuda de una bomba de vacío, filtrar la solución en un crisol gooch de 10 mL que tiene en el fondo una capa de fibras de asbesto lavadas con ácido.

Lavar el precipitado y el matraz generosamente con agua. El líquido que se encuentra en el matraz Kitasato se desecha.

Agregar 10 mL de ácido sulfúrico concentrado y calentar a fuego directo, agitando constantemente hasta la desaparición de humos. Esto se efectúa dentro de una campana de extracción.

Dejar enfriar el matraz y adicionar 100 mL de agua destilada, lentamente y con cuidado ya que se genera calor.

Dejar que se enfríe el matraz, adicionándole 5 mL de ácido clorhídrico concentrado y 2 gotas de naranja de metilo.

Titular inmediatamente con la solución de bromuro de potasio.

El vire debe ser a incoloro.

9.2.3.1.5. Cálculos

$$\text{Retención As}_2\text{O}_3 \text{ (kg/m}^3\text{)} = \frac{(\% \text{As}_2\text{O}_5)(D_m)}{100}$$

$$\% \text{As}_2\text{O}_3 = \frac{(V)(0,5748)(FA)}{P_m}$$

Donde:

D_m es la densidad de la madera (kg/m^3)
 V es el volumen de bromato de potasio (mL)
 FA es el factor alicuota
 P_m es el peso de la muestra (g)

9.2.3.1.6. Resultados

El resultado obtenido, se debe comparar contra las especificaciones de la Tabla 1, la Tabla 3 y el Capítulo 7.

9.2.3.2. Penetración

9.2.3.2.1. Reactivos químicos

- Molibdato de amonio
- Ácido nítrico
- Orto-anisidina
- Ácido clorhídrico
- Cloruro estanoso

9.2.3.2.2. Material

- Aspersor
- Matraces Erlenmeyer
- Pipetas

9.2.3.2.3. Preparación de soluciones

- Solución 1: Disolver 3,5 g de molibdato de amonio en 90 mL de agua destilada y agregar 9 mL de ácido nítrico. Esta solución debe ser incolora.
- Solución 2: Disolver 1 g de orto-anisidina en 99 g de una solución de ácido clorhídrico 0,17 N (se disuelven 8,5 g de ácido clorhídrico al 37 % en 491,5 g de agua destilada). La solución debe ser ligeramente de color violeta claro, y transparente.
- Solución 3: Disolver 30 g de cloruro estanoso en 100 mL de una solución de ácido clorhídrico 1:1 (a una parte de ácido clorhídrico concentrado añádite una parte de agua destilada). Esta solución debe ser incolora o ligeramente turbia.

Nota 4: Para obtener mejores resultados, la solución 1 debe ser preparada diariamente, mientras que, la solución 2 y la solución 3 se conservan en frascos de color ámbar con tapón de vidrio por espacio de una semana.

9.2.3.2.4. Procedimiento

La solución 1 se aplica a las muestras de madera tratada, procurando saturarlas. Se dejan reposar por espacio de 2 min y se elimina el exceso de la solución, dejándola secar unos minutos más. Enseguida, se aplica la solución 2 de la misma manera, dejándola reposar por espacio de 2 min, se elimina el exceso y se deja secar por 1 min más. Por último, se aplica la solución 3 esperando unos minutos para que las reacciones se lleven a cabo y sean más fáciles de observar los cambios de color. Las partes de muestra que no contienen arsénico se colorean de rojo brillante a anaranjado-rojizo y las que lo contienen toman una coloración de azul-verde claro o azul-verde oscuro.

Nota 5: La secuencia y tiempos de aplicación de las soluciones, debe ser respetado para la obtención de los mejores resultados.

9.2.4. Boro

9.2.4.1. Retención

9.2.4.2.1. Reactivos químicos

- Curcumina
- Ácido acético glacial
- Ácido sulfúrico
- Acetona
- Hidróxido de sodio
- Borato de sodio

9.2.4.1.2. Material

- Molino Willey o de café
- Espectrofotómetro o colorímetro
- Matraces volumétricos y Erlenmeyer
- Pipetas
- Probetas
- Tubos de ensaye (libres de boro)

9.2.4.1.3. Preparación de soluciones

- a) **Solución de curcumina:** Disolver 0,12 g de curcumina en 100 mL de ácido acético glacial caliente. Dejarla enfriar y guardarla en un recipiente de polietileno.
- b) **Solución de ácido acético-ácido sulfúrico:** Agregar 50 mL de ácido sulfúrico concentrado, lentamente y con enfriamiento, a 50 mL de ácido acético glacial. Guardarla en un recipiente de vidrio color ámbar
- c) **Solución agua-acetona:** Agregar 500 mL de agua destilada en 500 mL de acetona.
- d) **Solución de hidróxido de sodio 1 M:** Disolver 4 g de hidróxido de sodio en 50 mL de agua destilada, enfriar y aforar a 100 mL.
- e) **Solución de hidróxido de sodio 5 M:** Disolver 200 g de hidróxido de sodio en 800 mL de agua destilada, enfriar y aforar a un litro.

9.2.4.1.4. Preparación de la curva de calibración

- a) **Solución estándar A:** Disolver 2,314 g de borato de sodio en agua destilada y aforar a 250 mL.
- b) **Solución estándar B:** Con la ayuda de una pipeta volumétrica, transferir 10 mL de la solución estándar A; a un matraz aforado de 100 mL y diluir hasta la marca con una solución de 1 M de hidróxido de sodio.
- c) **Solución estándar C:** Transferir 10 mL de la solución estándar B, a un matraz aforado de 100 mL y diluir con una solución 1 M de hidróxido de sodio.

De la solución estándar C, tomar alícuotas de 0,1 mL, 0,2 mL, 0,3 mL, 0,4 mL, 0,5 mL y colocarlas en tubos de ensaye, agregando respectivamente 0,4 mL, 0,3 mL, 0,2 mL, 0,1 mL y 0,0 mL de la solución de hidróxido de sodio 1 M.

De la solución estándar B, tomar una alícuota de 0,1 mL y colocarla en un tubo de ensaye, añadiéndole 0,4 mL de la solución de hidróxido de sodio 1M.

De la solución estándar B, tomar 0,1 mL y de la solución estándar C, tomar 2 mL, colocar ambos en un tubo de ensaye y agregarle 0,2 mL de la solución de hidróxido de sodio 1M.

Las alícuotas tomadas contienen respectivamente 6 µg, 12 µg, 18 µg, 24 µg, 30 µg, 60 µg y 72 µg de ácido bórico en 0,5 mL de solución. Agregar a cada una de las alícuotas, con ayuda de una bureta, 3 mL de la solución de curcumina y agitar. Dejarla reposar por espacio de 5 min y agregar 3 mL de la solución de ácido sulfúrico-ácido acético, agitar y dejar reposar nuevamente por espacio de 20 min. Una vez transcurrido el tiempo, vaciar el contenido de cada tubo de ensaye a matraces aforados de 100 mL, conteniendo 70 mL de la solución acetona-agua y aforar. Medir la densidad óptica, a una longitud de onda de 555 nm y graficar contra los microgramos de ácido bórico.

9.2.4.1.5. Procedimiento

Moler la muestra en molino Willey o de café para facilitar la extracción.

Pesar 1 g de muestra aproximadamente y colocarla en un matraz aforado de 250 mL. Agregar 50 mL de la solución de hidróxido de sodio 5 M y 100 mL de agua destilada, agitar y calentar en baño maría a una temperatura entre 333 K - 338 K (60 °C - 65 °C), durante 30 min, agitando de vez en cuando.

Retirar el matraz del baño maría, añadir 90 mL de agua destilada, dejar enfriar y aforar hasta la marca con agua.

Agitar el matraz en dos ocasiones, a intervalos de 5 min y dejar reposar por espacio de 10 min para que se precipite la muestra.

Tomar 0,2 mL de la solución y colocarla en un tubo de ensaye limpio y seco. Agregar 0,3 mL de la solución de hidróxido de sodio 1 M y agitar.

Agregar 3 mL de la solución de curcumina y agitar, dejar reposar por espacio de 5 min y agregarle con bureta 3 mL de la solución de ácido sulfúrico - ácido acético, combinar bien y dejar reposar 20 min.

Vaciar el contenido a un matraz aforado de 100 mL que contenga 70 mL de la solución agua-acetona. Enjuagar bien las paredes del tubo y aforar.

Llenar una celda del espectrofotómetro o colorímetro y medir la densidad óptica a 555 nm.

9.2.4.1.6. Cálculos

Calcular los gramos de ácido bórico presentes en la muestra con la ayuda de la curva de calibración.

9.2.4.1.7. Resultados

El resultado obtenido se debe comparar contra las especificaciones de la Tabla , Tabla 3 y el Capítulo 7.

9.2.4.2. Penetración

9.2.4.2.1. Reactivos químicos

- Curcumina
- Alcohol etílico
- Ácido clorhídrico
- Ácido salicílico

9.2.4.2.2. Material

- Aspersor
- Gotero
- Embudo de filtración rápida
- Matraces Erlenmeyer y volumétricos
- Vasos de precipitados

9.2.4.2.3. Preparación de soluciones

a) Solución 1: Combinar 10 g de curcumina con 90 g de alcohol etílico. Agitar y filtrar la solución.

b) Solución 2: En un matraz volumétrico de 100 mL colocar 20 mL de ácido clorhídrico concentrado y aforar con alcohol etílico. Vertir todo el contenido a un vaso de precipitados y agregarle ácido salicílico hasta la saturación (aproximadamente 13 g / 100 mL).

9.2.4.2.4. Procedimiento

La superficie de la madera debe estar seca y limpia, se aplica la solución 1 con un gotero o con un aspersor sobre toda la superficie, sin escurrimientos, dejándola secar durante unos minutos. Aplicar de la misma forma la solución 2 en las áreas que se han coloreado de amarillo debido a la aplicación de la solución 1. Los cambios de color deben observarse con cuidado en un intervalo de 10 min a 20 min. En presencia de boro aparece una coloración roja.

9.2.5. Fluor

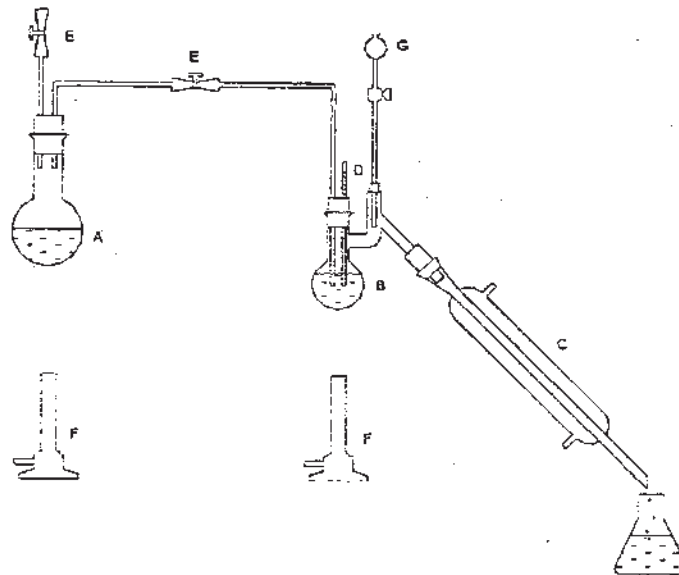
9.2.5.1. Retención

9.2.5.1.1. Reactivos químicos

- Carbonato de sodio
- Permanganato de potasio
- Nitrato de torio
- Sulfonato de alizarín de sodio
- Hidróxido de sodio
- Ácido clorhídrico
- Ácido sulfúrico
- Ácido monocloraacético
- Fenftaleína
- Almidón
- Fluoruro de sodio

9.2.5.1.2. Material

- Equipo de destilación (véase Figura 3)
- Mufla
- Matraces Erlenmeyer y volumétricos
- Vasos de precipitados
- Pipetas
- Buretas
- Crisoles



Donde:

- A es un matraz de bola de 2 L
- B es un matraz de bola de 250 mL (matraz de destilación)
- C es un refrigerante
- D es un termómetro
- E son unas pinzas Mohr
- F es un mechero Bunsen
- G es un embudo de seguridad

Figura 3.- Aparato de destilación por arrastre de vapor

9.2.5.1.3. Preparación de soluciones

- a) Solución de sulfonato de alizarín de sodio: Disolver 0,05 g de sulfonato de alizarín de sodio por cada 100 mL de agua destilada.
- b) Solución de hidróxido de sodio al 2 %: Disolver 2 g de hidróxido de sodio en 100 mL de agua destilada.
- c) Solución de ácido clorhídrico 1:200: Agregar 1 mL de ácido clorhídrico concentrado en 200 mL de agua destilada.
- d) Solución Buffer: Disolver 9,448 g de ácido monocloroacético y 2 g de hidróxido de sodio en 100 mL de agua destilada.
- e) Solución de fenoftaleína 0,1 %: Disolver 0,1 g de fenoftaleína en 10 mL de agua destilada.
- f) Solución de almidón al 1 %: Disolver 1 g de almidón en 100 mL de agua destilada caliente. Dejar enfriar la solución antes de usarse.
- g) Solución de nitrato de torio 0,1 N: Disolver 13,8 g de nitrato de torio en agua y aforar a un litro de solución.
- h) Solución de fluoruro de sodio 0,1 N: Disolver 4,2 g de fluoruro de sodio en agua destilada y aforar a un litro. Esta solución se debe titular, cada vez que se utilice de la siguiente manera:

- Colocar 10 mL de la solución de fluoruro de sodio 0,1 N, en un matríz Erlenmeyer de 125 mL, añadir una gota de la solución de fenoftaleina al 0,1 % y de la solución de hidróxido de sodio al 2 % hasta que la solución adquiera una coloración rosada.
- Agregar 8 gotas de la solución de sulfonato de alizarín de sodio, y gota a gota añadirle la solución de ácido clorhídrico 1:200 hasta que la solución se tome a una coloración amarilla. Entonces se agregan 10 gotas en exceso.
- Agregar 2 mL de la solución Buffer y 10 mL de la solución de almidón al 1 %.
- Titular con la solución de nitrato de torio 0,1 N, hasta que se observe la primera coloración rosa en la solución.

9.2.5.1.3. Cálculos

$$N = \frac{1,00}{Vg}$$

Donde:

N es la Normalidad del nitrato de torio

Vg es el volumen gastado (mL)

9.2.5.1.4. Resultados

El resultado obtenido se debe comparar contra las especificaciones presentadas en la Tabla , Tabla 3 y en el Capítulo 7.

9.2.5.1.5. Procedimiento

Moler la muestra en molino Willey o de café para facilitar su extracción.

Pesar 1 g de muestra y colocarla en un crisol de porcelana que contenga 15 g de carbonato de sodio. Combinarlos bien, agregar 15 g más de carbonato de sodio; apisonar ligeramente.

Colocar el crisol en una mufla a 973 K (700 °C) durante 2 h, dejando enfriar posteriormente. Romper la parte de arriba del carbonato de sodio con una espátula y cuantitativamente transferir el contenido del crisol al matríz de destilación (B); agregar un poco de agua destilada al crisol y 1 mL de ácido sulfúrico concentrado agitando bien y vaciar el contenido dentro del matríz antes mencionado. Realizar un lavado final con 20mL de agua destilada.

Agregar 49 mL de ácido sulfúrico concentrado al embudo de seguridad (H), la adición debe hacerse al matríz de destilación gota a gota. Una vez agregado todo el ácido cerrar la llave, la cual debe permanecer así durante toda la destilación por arrastre de vapor.

Se agregan 15 gotas de la solución saturada de permanganato de potasio al matríz de destilación (B), enjugando las paredes del matríz con agua destilada y agregarle perlas de vidrio para homogeneizar la ebullición.

Se inicia la extracción de la siguiente manera: Con las pinzas Mohr, (E) abierta y la (F) cerrada, se somete a ebullición el matríz (A) que contiene el agua destilada. Al mismo tiempo, se calienta el otro matríz (B), hasta que la temperatura alcanza 413 K (140 °C). En ese momento se abre la pinza (F) y se cierra la (E). Se debe mantener la temperatura en el matríz (B) entre 413 K - 418 K (140 °C - 145 °C). En un matríz Erlenmeyer de 500 mL que contiene de 1mL a 2 mL de la solución de hidróxido de sodio al 2 % se recoge alrededor de 300 mL de destilado. Se apagan las fuentes de calentamiento, se abre la pinza (E), se cierra la (F) y se desconectan los matraces de destilación (A) y (B). Al condensador (C), se le enjugan bien las paredes con un poco de agua destilada recogiéndose junto con el destilado, el cual se titula.

Para muestras que contengan de 0,01 g - 0,07 g de fluoruro de sodio se utiliza toda la muestra con un factor alicuota de 1 en los cálculos. Para aquellas que tienen de 0,07 g - 0,015 g de fluoruro de sodio, diluir el destilado en un matríz volumétrico de 500 mL con agua destilada, pipetear 200 mL colocarlos en un matríz Erlenmeyer; se usa como factor alicuota 2,5 en los cálculos.

Agregar una gota de fenoftaleina al 0,1 % y gota a gota la solución de hidróxido de sodio al 2 %, hasta que la muestra adquiera una coloración rosada.

Añadir 8 gotas de sulfonato de alizarin de sodio y gota a gota la solución de ácido clorhídrico 1:200 hasta alcanzar una coloración amarilla, agregando entonces 10 gotas en exceso.

Agregar 2 mL de la solución buffer y 10 mL de almidón al 1 %.

Titular la muestra con el nitrato de torio 0,1 N hasta la aparición del primer color rosa en la solución.

9.2.5.1.6. Cálculos

$$\text{Retención NaF (kg/m}^3\text{)} = \frac{(\% \text{NaF})(D_m)}{P_m}$$

$$(\% \text{NaF}) = \frac{(N)(V)(4,2)(FA)}{P_m}$$

Donde:

D_m es la densidad de la madera (kg/m^3)

N es la normalidad del nitrato de torio

V es el volumen del nitrato de torio (mL)

FA es el factor alícuota

P_m es el peso de la muestra (g)

9.2.5.1.7. Resultados

El resultado obtenido se debe comparar contra las especificaciones de la Tabla 1, Tabla 3 y el inciso 7.

9.2.5.2. Penetración

9.2.5.2.1. Reactivos químicos

- Sulfonato de alizarín de sodio
- Ácido clorhídrico concentrado
- Cloruro de zirconil

9.2.5.2.3. Preparación de soluciones

- Solución 1: En 100 mL de agua destilada disolver 0,50 g de sulfonato de alizarín de sodio.
- Solución 2: En 70 mL de agua destilada agregar lentamente y con agitación 25 mL de ácido clorhídrico concentrado. Agregar 0,50 g de cloruro de zirconil, agitando hasta que se disuelva.

9.2.5.2.4. Procedimiento

Combinar en un vaso de precipitados cantidades iguales de la solución 1 y la solución 2, adicionando siempre la solución 1 a la solución 2. Es importante respetar este orden, ya que de no hacerlo así se obtienen lecturas erróneas.

La superficie de la madera debe estar limpia y seca; se aplica la solución hasta que la muestra esté húmeda, evitando escumientos. Se deja secar y se observa un cambio de coloración de rojo a amarillo en presencia del preservador. La reacción es lenta y el cambio de color aparece en 15 min aproximadamente.

Nota B: La solución se debe trabajar rápidamente, porque se descompone después de una hora de haber sido preparada.

10. BIBLIOGRAFÍA

AMERICAN WOOD PRESERVERS' ASSOCIATION. 1966. Book of standards Lumber, timbers, bridge ties and mine ties-preservative treatment by pressure processes. AWPA Standard C2-66 Washington, D.C. E.U.A. 9p.

AMERICAN WOOD PRESERVERS' ASSOCIATION. 1975. Book of standards.

Standard wet ashing procedure for preparing wood for chemical analysis. AWPA Standard A7-75 . Washington, D.C. EUA. 3p

AMERICAN WOOD PRESERVERS' ASSOCIATION. 1976. Book standard A6-76
Standard methods for the determination of oil type preservatives and water in wood. AWPA Standard A6-76

AMERICAN WOOD PRESERVERS' ASSOCIATION. 1980. Book standard.
Standard methods for the determining penetration of preservatives and fire retardants. AWPA Standard A3-80.
Washington, D.C. EUA 4p.

AMERICAN WOOD PRESERVERS' ASSOCIATION. 1981. Book standards for inspection of treated timber products..AWPA Standard M2-81 Washington, D.C. EUA 6p.

AMERICAN WOOD PRESERVERS' ASSOCIATION. 1982 . Book of standards.
Standard methods for the analysis of water-borne preservatives and fire-retardants formulations. AWPA Standard A2-82 . Washington, D.C. EUA 13p.

AMERICAN WOOD PRESERVERS' ASSOCIATION. 1982 . Book of standards.
Standard methods for the analysis of oil borne preservatives.
AWPA Standard A5-82 . Washington, D.C. EUA 13p.

ERDOIZA SORDO, J. e I. Castillo M. 1989. Técnicas para la determinación de la retención y penetración de las sustancias preservadoras dentro de la madera. La Madera y su Uso No. 20, LACITEMA/UAM Azcapotzalco, Xalapa, Ver. México, D.F.. 32pp.

NICHOLAS D., D and R. Cockcroft. 1982. Wood Preservation in the USA. STU (Styureisen for Teknisk Utveckling) Information No. 288 129pp.

WILLÍAMS, A. I. 1970. The chemical analysis of disodium octaborate in preserved softwoods. Analyst 95 (1130): 498-504

11. CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES

Esta norma no es equivalente con ninguna norma internacional por no existir alguna en el momento de su elaboración.

A. APÉNDICE INFORMATIVO

A.1. Vigencia

La presente norma entrara en vigor a los sesenta días siguientes de la declaratoria de vigencia publicada por la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI) en el Diario Oficial de la Federación.