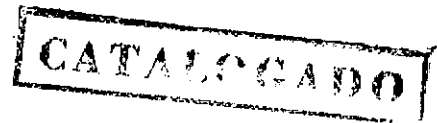


2578

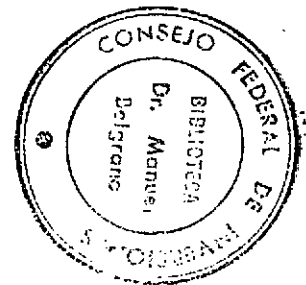
984

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES



**MANUAL PARA TRATAMIENTOS PROTECTORES  
DE PRODUCTOS FORESTALES**

LA ENE. 1988



**AUTORIDADES:**

**SECRETARIO GENERAL**

Cnel. (R) CARLOS BENITO PAJARIÑO

**GERENCIA DE ESTUDIOS Y PROYECTOS**

Sub-Area Diagnósticos Socio Económicos

**Autor:**

Ing. Agr. JOSE C. TINTO

**Control Técnico y Seguimiento**

Ing. Agr. VICTOR EDUARDO WEHBE

Todos los derechos reservados.

Queda hecho el depósito que marca la Ley 11.723

IMPRESO EN LA ARGENTINA

© Consejo Federal de Inversiones

San Martín 871 - (1004) Capital Federal

**SE PERMITE LA REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL  
SIEMPRE QUE SE MENCIONE LA FUENTE DE ORIGEN**

MANUAL PARA TRATAMIENTOS PROTECTORES  
DE PRODUCTOS FORESTALES

INDICE

	<u>PAG.</u>
INTRODUCCION .....	1
1. Importancia de la preservación de la madera .....	1
1.1. Ventajas de la preservación .....	1
1.2. Necesidad del empleo de maderas preservadas .....	3
2. Durabilidad natural de las maderas misioneras .....	4
2.1. Resistencia a los agentes destructores .....	5
2.2. Clasificación por su grado de durabilidad .....	6
3. Características del leño en relación a la impregnación .....	7
3.1. Albura y duramen .....	8
3.2. Maderas de coníferas y de latifoliadas .....	8
3.3. Tilosis y depósitos celulares .....	9
3.4. Contenido de humedad .....	9
3.5. Madera de reacción .....	10
3.6. Grado y tipo de penetrabilidad de maderas misioneras .....	11
3.7. Factores externos .....	13
4. Agentes destructores de maderas .....	13
4.1. Agentes biológicos .....	14
4.2. Agentes no biológicos .....	25
5. Productos preservadores para madera .....	30
5.1. Creosota mineral .....	31
5.2. Pentaclorofenol .....	32
5.3. Naftenatos .....	32
5.4. Sales hidrosolubles simples .....	33

	<u>PAG.</u>
5.5. Sales hidrosolubles compuestas .....	33
5.6. Productos orgánicos varios .....	34
5.7. Dosis recomendadas según usos de las maderas .....	34
6. Preparación de la madera para ser impregnada .....	35
6.1. Piezas aserradas .....	35
6.2. Postes .....	36
6.3. Durmientes .....	36
6.4. Tejuelas .....	36
6.5. Manufacturas .....	36
7. Tratamientos de rollizos para evitar alteraciones biológicas .....	37
7.1. Contra manchas .....	37
7.2. Contra pudriciones .....	38
7.3. Contra insectos .....	38
7.4. Mantenimiento de la materia prima leñosa almacenada...	39
8. Sistemas de impregnación .....	40
8.1. Tratamientos por absorción .....	40
8.2. Tratamientos a presión sin autoclave .....	42
8.3. Tratamientos por sistema de vacío-presión en auto- clave .....	44
8.4. Medios para evitar o detener la acción de agentes biológicos destructores .....	47
9. Características de una usina tipo para impregnación en autoclave .....	50
10. Posibilidades de uso de las maderas misioneras mediante la preservación .....	54
10.1. Postes, tutores, y otros tipos de piezas redondas .....	54
10.2. Maderas aserradas .....	55
11. Características y propiedades de la madera impregnada..	55
11.1. Resistencia mecánica .....	55
11.2. Inflamabilidad .....	56
11.3. Efectos corrosivos sobre metales .....	57

	<u>PAG.</u>
11.4. Resistencia eléctrica .....	58
11.5. Trabajabilidad y usos .....	58
11.6. Higroscopicidad .....	59
12. Normas nacionales que rigen en la preservación de maderas .....	60

ANEXO

## MANUAL PARA TRATAMIENTOS PROTECTORES DE PRODUCTOS FORESTALES

### INTRODUCCION

El presente trabajo ha sido preparado por el Ing. Agr. José C. Tinto, en base al contrato firmado con el Consejo Federal de Inversiones. El autor ha sintetizado la información y experiencia disponibles, referidas a las maderas misioneras, tratando de elaborar un documento informativo que sirva a los productores, industriales y usuarios en el mejor empleo de los recursos madereros provinciales.

La bibliografía citada contiene mayores datos y amplía conceptos técnicos-científicos que complementarán las nociones básicas del presente Manual, el que, juntamente con los dos restantes: "Manual para estacionamiento de maderas misioneras" y "Manual para el secado artificial de las maderas misioneras", constituye un nuevo aporte al desarrollo forestal de la Provincia de Misiones.

### 1. IMPORTANCIA DE LA PRESERVACION DE MADERAS

Antes de comenzar a tratar los distintos aspectos que comprende la "preservación de la madera", se dará una definición que se ajuste, en la mejor forma posible, a dicho término: "Preservación es el conjunto de técnicas que aplican sustancias protectoras a las maderas para evitar que sean afectadas por agentes destructores".

La preservación tiende básicamente a la prolongación de la vida útil de las maderas bajo todas sus formas. Algunos autores extienden sus operaciones hasta el tratamiento de pastas de maderas, tableros de fibra, paneles de partículas, etc.

#### 1.1. Ventajas de la preservación

La razón de ser de la preservación radica en el hecho de que las maderas que se usan en determinadas condiciones de exposición, son destruidas rápidamente por diversos tipos de agentes destructores. De encontrarse disponibles grandes cantidades, y a precios ra-

-zonables, de maderas naturalmente resistentes a esas causas destructoras, la técnica e industria de la preservación no tendrían justificación económica. La necesidad y conveniencia de la preservación depende entonces de la escasez o carencia de maderas durables y que deba ser empleada en usos con riesgos de ataque por insectos, hongos, fuego, etc.

Para dar una idea de la magnitud de los daños ocasionados por uno de los grupos destructores de maderas (hongos lignícolas), se estima que el porcentaje de ejemplares arbóreos con estado sanitario deficiente, según zonas y especies, llega en algunos casos a valores superiores al 50 por ciento. Un daño importante, pero difícil de evaluar, es el producido por micosis que actúan sobre los árboles que cesan su actividad biológica por diversas causas: sequías, heladas, incendios, inundaciones, etc. Numerosos estudios han demostrado que la madera de los ejemplares muertos en pie por alguna de las causas mencionadas, puede ser utilizada en la misma forma que la madera obtenida de árboles vivos, siempre que no se deje transcurrir tanto tiempo para su aprovechamiento, como el requerido para que los hongos inicien su ataque destructor. También deberá computarse el deterioro de los productos leñosos (rollizos, troncos, durmientes, etc.) que quedan en el bosque, canchones, playas de aserraderos, durante los lapsos transcurridos hasta su utilización. Las pérdidas en madera para los productos almacenados y en servicio, se estima que alcanza al 10 % de todo el volumen de madera consumida como rollizo industrializable. Si se considera que el consumo mundial anual es de 1.300 millones de m<sup>3</sup> de madera rolliza destinada al aserrado, debobinado, envases, durmientes, etc., la pérdida volumétrica será de 130 millones de m<sup>3</sup>/año, equivalente a unos 6.500 millones de dólares. Para Misiones con una producción media anual de 800.000 m<sup>3</sup>/rollizos, la pérdida sería de 80.000 m<sup>3</sup>, por un valor aproximado a los 3.200 millones de pesos por año.

El evitar la iniciación y avance de la destrucción de la madera,

contribuye a la economía nacional, en los siguientes aspectos:

- a) Aprovechamiento de maderas poco utilizadas por su baja durabilidad, con la consiguiente reducción del consumo de maderas con mayor valor por su durabilidad natural y posibilidades de su uso en productos con mejores mercados. Tal es el caso del "lapacho", "incienso", sustituidos por maderas de "rabo" adecuadamente preservadas. Por otra parte, las maderas de calidad superior pueden ser reservadas para atender mercados de exportación.
- b) El tratamiento preservador de las maderas importadas sirve para prolongar su vida útil, reduciéndose así el gasto en divisas.
- c) El aprovechamiento de un mayor número de especies nativas, por medio de la preservación, hará económicamente accesibles nuevas áreas boscosas y permitirá que las masas forestales sean aprovechadas con mejor equilibrio biológico, en lugar de las habituales cortas selectivas, perfeccionándose así la ordenación forestal.
- d) La mayor duración de la madera tratada, equivale a un incremento de los recursos forestales locales.
- e) La acertada aplicación de las técnicas de preservación de las maderas utilizadas en construcción, puede contribuir al bienestar social, elevando la calidad de las viviendas y prolongando la vida útil de las estructuras, disminuyendo los riesgos de accidentes.

#### 1.2. Necesidad del empleo de maderas preservadas

El mercado nacional de maderas durables se abastece actualmente por maderas con adecuada durabilidad natural, tanto en contacto con la tierra, como a la intemperie (incienso, lapacho, virapitá, urunday, quina, itín, algarrobos, etc.), pero la creciente escasez de tales maderas, juntamente con el incremento de la demanda, ha provocado una disminución en el abastecimiento. Este hecho motiva la instalación y funcionamiento de usinas para la impregnación de postes, dur

-mientes y maderas aserradas. Ciertas industrias madereras deben disponer de maderas durables biologicamente (resistentes a los insectos y hongos), especialmente las que elaboran estructuras y piezas expuestas largo tiempo a la intemperie (viviendas, tinglados, galpones, artículos rurales, carrocerías, etc). Las maderas naturalmente durables son caras y escasas, por lo que es necesario reemplazarlas por maderas poco durables que sean sometidas a procesos de preservación. En Misiones se considera que será conveniente impregnar las maderas llamadas "secundarias", o de bajo valor comercial y que, convenientemente impregnadas, puedan sustituir a las maderas tradicionalmente empleadas a la intemperie (inciendo, lapacho, virapitá, cancharana, timbó colorado).

Las actividades madereras que mayor requerimiento tienen de maderas durables son:

- a) Fabricantes de tarimas, pallets, esqueletos, expuestos a la intemperie.
- b) Fabricantes de viviendas de madera y sus partes.
- c) Fábricas de artículos rurales.

Algunas maderas (pinos, araucaria, guatambú blanco, loro blanco, grapia) requieren tratamientos preservadores preventivos para evitar que su calidad original se vea afectadas por el ataque de hongos causantes de manchas.

## 2. DURABILIDAD NATURAL DE LAS MADERAS MISIONERAS

La "durabilidad" de la madera es la propiedad de permanecer, física y químicamente sana, o con sus características originales, frente a la acción de distintos agentes perjudiciales. El término "durabilidad" tiene que estar siempre vinculado al agente destructor, pues no todas las maderas tienen el mismo grado de resistencia, o susceptibilidad, a los distintos tipos de agentes destructores. Existen maderas misioneras resistentes a los hongos, a los insectos, al desgaste mecánico, etc.- En general el término "durabilidad" se aplica a la resistencia de la madera frente al ataque de hongos



causantes de la pudrición. El peso o "dureza" de la madera no tiene relación con su grado de "durabilidad" biológica, ya que hay maderas duras (guatambú ; grapia; marmelero) que son fácilmente atacadas por los hongos, mientras que otras blandas (timbó colorado) presente buena resistencia natural a tales agentes.

La humedad de la madera tiene importancia fundamental en su sensibilidad al ataque de los hongos, ya que éstos requieren un mínimo del 20 por ciento para poder desarrollarse en el tejido leñoso. Los hongos necesitan para vivir el oxígeno, alimento y humedad. La madera les provee el alimento (celulosa, lignina, extractivos); el oxígeno lo extraen del aire contenido en la madera o en el ambiente que la rodea, y la humedad del propio contenido de agua del material leñoso. Unas pocas especies de hongos pueden atacar madera con menos del 20 por ciento de humedad (hongos de la pudrición seca). La madera enterrada profundamente, o totalmente sumergida en agua (saturada), no es atacada por los hongos, en razón de la ausencia de oxígeno.

La durabilidad con respecto a los "insectos" está ligada al contenido de sustancias que pueden ser atractivas para estos agentes destructores, independientemente del alimento que significa la celulosa. La mayor cantidad de extractivos preferidos por los insectos (almidón, azúcares, dextrinas) se encuentran en la albura, siendo por ello el tejido atacado con mayor frecuencia (cedro, cancharana, timbó colorado, rabos, guaica).

### 2.1. Resistencia a los agentes destructores

No todas las maderas misioneras acusan similar susceptibilidad a los agentes destructores biológicos, encontrándose una gama de resistencia a dichos ataques. En algunos casos la susceptibilidad de las maderas es específica para determinada especie de hongo, tal como ocurre con Lentinus lepideus y Lenzites abietina que atacan preferentemente maderas de coníferas, así como Lenzites betulina y Daedalea quercina, son exclusivos de maderas de latifoliadas.

Dentro de la variada flora leñosa misionera, existen maderas que se caracterizan por su natural resistencia al ataque de los hongos lignícolas, especialmente bajo la forma de material elaborado (tablas, tirantes, varillas, puntales, postes, etc.). Entre otras maderas se citan a las siguientes como las que han demostrado una buena durabilidad en contacto con la tierra, el agua o expuestas a condiciones de humedecimientos prolongados y periódicos: Anchico colorado ; Tarumá duro ; Mora colorada ; Incienso ; Lapacho ; Virapitá.

El factor que mayor incidencia tiene sobre la resistencia natural de las maderas, es la cantidad y calidad de los extractivos que pueda contener el tejido leñoso. Las sustancias extractivas consideradas con poder inhibidor de micosis son:

- a) Taninos : Urunday -
- b) Resinas : Pinos -
- c) Aceites esenciales: Incienso -
- d) Quinos : Eucaliptos -
- e) Sustancias poco conocidas (alcaloides): Lapacho ; Timbó colorado.

Un factor generalizado para las distintas especies leñosas, es el relacionado con la diferente constitución del tejido. La "albura" siempre es menos durable que el "duramen", siendo explicable por el mayor contenido de sustancias nutritivas en la albura (azúcar, almidón) y mayor presencia de extractivos inhibidores en el duramen.

## 2.2. Clasificación por su grado de durabilidad

De acuerdo con la información disponible se ha procedido a clasificar a las principales maderas misioneras, teniendo en cuenta su durabilidad natural frente al ataque de hongos e insectos.

MADERAS	Hongos (duramen)	Insectos	
		Albura	Duramen
Ambay-guazú .....	Poco durable	-	-
Anchico colorado .....	Durable	Resistente	Resistente
Cancharana .....	Durable	Susceptible	Resistente
Carne de vaca .....	Poco durable	-	Resistente
Caroba .....	Poco durable	-	Resistente

MADERAS	Hongos (duramen)	Insectos	
		Albura	Duramen
Cedro .....	Poco durable	Susceptible	Resistente
Espina corona .....	Poco durable	Susceptible	Resistente
Eucalipto saligna ....	Poco durable	Susceptible	Resistente
Grapia .....	Poco durable	Resistente	Resistente
Guatambú blanco .....	Poco durable	Resistente	Resistente
Guayaibí blanco .....	Poco durable	Resistente	Resistente
Guaica .....	Poco durable	Susceptible	Resistente
Incienso .....	Muy durable	Resistente	Resistente
Kiri .....	Poco durable	Resistente	Resistente
Laurel amarillo .....	Poco durable	-	Resistente
Laurel negro .....	Poco durable	-	Resistente
Laurel ayuí .....	Poco durable	-	Resistente
Lapacho .....	Durable	Resistente	Resistente
Loro blanco .....	Poco durable	Resistente	Resistente
María preta .....	Poco durable	Resistente	Resistente
Marmelero .....	Poco durable	Resistente	Resistente
Mora colorada .....	Muy durable	Resistente	Resistente
Paraíso .....	Poco durable	Susceptible	Resistente
Persiguero bravo ....	Poco durable	Susceptible	Resistente
Pateribí .....	Poco durable	Susceptible	Resistente
Pino ellioti .....	Poco durable	Susceptible	Susceptible
Pino taeda .....	Poco durable	Susceptible	Susceptible
Pino misionero .....	Poco durable	Susceptible	Susceptible
Rabo itá .....	Poco durable	Susceptible	Susceptible
Rabo molle .....	Poco durable	Susceptible	Susceptible
Sabugero .....	Poco durable	-	Resistente
Sota caballo .....	Poco durable	-	Resistente
Tarumá .....	Durable	Resistente	Resistente
Timbó colorado .....	Durable	Susceptible	Resistente
Vasuriña .....	Poco durable	-	Resistente
Virapitá .....	Durable	Resistente	Resistente
Viraró .....	Durable	Resistente	Resistente

Las maderas susceptibles de mancharse, en condiciones de humedad, son las siguientes: Ambay-guazú ; Caroba ; Grapia ; Guatambú blanco ; Guayaibí blanco ; Loro blanco ; Pino ellioti ; Pino taeda ; Pino misionero ; Sabugero.

### 3. CARACTERISTICAS DEL LEÑO EN RELACION A LA IMPREGNACION

Las características anatómicas y estructurales del leño influyen sobre su comportamiento en los procesos de impregnación, espe-

-cialmente en el "tipo" y "Grado" de penetrabilidad a los líquidos preservadores. La palabra "penetrabilidad" define la "condición que posee una madera para ser atravesada, longitudinal o transversalmente, por diversos tipos de líquidos.

Los factores que condicionan la penetrabilidad de las maderas pueden ser controlados o modificados, para favorecer los procesos de impregnación. Tal sucede con el grado de humedad, pero en otros casos es imposible modificar tales factores y, entonces, se dice que la madera es "impenetrable" e imposible de impregnar.

### 3.1. Albura y Duramen

En la mayoría de las maderas la albura es mucho más penetrable que el duramen, el cual en algunas especies puede resistir la penetración de líquidos aplicados con presiones de hasta 70 atmósferas. Las razones por las cuales se explica que la albura sea más permeable que el duramen, derivan de la ausencia o escasez de tiliosis o depósitos en la luz de los elementos leñosos, por donde debe fluir el líquido impregnante. La FIGURA N° 1 muestra secciones de postes de eucalipto, con la zona de la albura totalmente impregnada con creosota. Desde el punto de vista práctico es muy importante la facilidad de impregnación de la albura, pues permite impregnar piezas redondas (postes, pilotes, puntales) en los que la zona del duramen (poco durable e impenetrable) queda convenientemente protegido por la corona de albura impregnada (eucaliptos, rabos).

### 3.2. Maderas de coníferas y de latifoliadas

Anatómica y estructuralmente, estos dos grupos de maderas difieren fundamentalmente, con las siguientes diferencias de mayor incidencia:

a) Las coníferas son relativamente homogéneas, presentando esencialmente dos elementos básicos: traqueidas que tienen la función de sostén y conducción de la savia, y los radios que sirven principalmente para el almacenamiento y conducción de la savia elaborada. Este tipo de estructura facilita la uniforme penetra-

-ción y distribución de los líquidos impregnantes. La presencia eventual de conductos resiníferos, puede modificar la aptitud de la madera de conífera en su penetrabilidad. En algunos casos la deformación existente en las "puntuaciones" que posibilitan el pasaje de una traqueida a otra, impide la entrada de los preservadores, transformándola en madera "impenetrable".

b) Las maderas latifoliadas son relativamente heterogéneas en su estructura, teniendo una gran complejidad de formas celulares, asociada con una mayor división de funciones en el árbol. La ascensión de la savia se realiza por canales verticales o vasos; el sostén mecánico lo realizan las fibras y el almacenamiento y conducción de sustancias nutritivas son trabajo de los radios leñosos y del parénquima celular, que en muchas especies se encuentra notablemente desarrollado, modificando la propiedad de penetración a los líquidos.

### 3.3. Tilosis y depósitos celulares

En la madera de latifoliadas suele notarse la presencia de obturaciones en la luz de los elementos leñosos, especialmente en los vasos. Tales obturaciones dificultan o impiden la entrada y desplazamiento de los líquidos preservadores y se originan en el engrosamiento interior de las paredes celulares o en el depósito de diversas sustancias (gomas, resinas, quinones, taninos, cristales). Las FIGURAS N° 2 (A) y N° 2 (B) muestran los depósitos y tilosis (engrosamientos de las paredes celulares) en cortes transversales y longitudinales de una madera.

### 3.4. Contenido de humedad

En los tratamientos donde la penetración no depende de la difusión o reemplazo de la savia, es práctica corriente secar la madera antes de la impregnación, hasta un contenido de humedad inferior al punto de saturación de las fibras (25-35 %). En general se puede expresar que, por arriba del punto de saturación de las fibras, la

penetración y absorción de líquidos acuosos u oleosos, son notablemente obstaculizadas con el aumento del contenido de humedad de la madera.

Para una correcta impregnación, la madera deberá acusar un determinado rango de humedad. Según los métodos de preservación y productos impregnantes utilizados, el contenido de humedad de la madera tendrá los siguientes límites:

- a) Autoclave: 16 % para maderas impregnadas con productos oleosos (creosota; pentaclorofenol).  
30 % para maderas impregnadas con soluciones acuosas (sales hidrosolubles).

Cuanto menor sea el contenido de humedad, mayor será la penetración y absorción, especialmente en maderas de latifoliadas.

- b) Ascensión de soluciones salinas; Difusión ; Osmosis y Boucherie:  
En todos estos tratamientos, basados en el uso de sales solubles en agua, que deben difundirse en la savia de la madera, el material a tratar deberá estar húmedo, preferiblemente al estado verde o recientemente cortado.

- c) Baño caliente-frío: 16 % para maderas impregnadas con productos oleosos (creosota; pentaclorofenol).  
30 % para maderas tratadas con soluciones acuosas (sales hidrosolubles).

Muchas veces se nota, en maderas tratadas con creosota, una penetración irregular en maderas que deberían acusar una penetración homogénea. Ello es debido a un contenido de agua superior al "punto de saturación" de las fibras (25-30 %).

### 3.5. Madera de reacción

La presencia de madera de "tensión" en latifoliadas y de "compresión" en las coníferas, afecta la penetrabilidad a los líquidos, disminuyéndola notablemente en las zonas alteradas por este tipo de tejido. Este hecho es más notable en las maderas proveniente de forestaciones, especialmente en especies de rápido crecimiento: pinos, eucaliptos, araucaria.

### 3.6. Grado y tipo de penetrabilidad de maderas misioneras

La penetrabilidad de una madera puede medirse por la profundidad alcanzada en la misma mediante un determinado impregnante. A esta medida se la llama generalmente "penetración" o "grado de penetración". Por otra parte, el líquido introducido en la madera puede distribuirse, a igual de profundidad, de diversas formas, según las características de la madera. A esta particularidad de distribución se la denomina "tipo de penetración".

De acuerdo a experiencias realizadas sobre maderas nativas y cultivadas y con el fin de informar sobre las características de las especies misioneras, se han clasificado en los siguientes grupos, según la penetrabilidad acusada:

#### A.- Grado de penetración

- a) Maderas fácilmente penetrables: Cuando el impregnante penetra longitudinalmente más del 80 % del largo de la probeta.
- b) Maderas moderadamente penetrables: Cuando el impregnante penetra entre el 50 y el 80 por ciento.
- c) Maderas poco penetrables: Cuando el impregnante penetra del 25 al 50 por ciento.
- d) Maderas difícilmente penetrables: Cuando el impregnante penetra del 10 al 25 por ciento.
- e) Maderas impenetrables: Cuando el impregnante penetra menos del 10 por ciento.

#### B.- Tipo de penetración

- a) Maderas con penetración lineal: Cuando el impregnante se introduce en la madera en forma de líneas, más o menos paralelas al eje longitudinal de la probeta.
- b) Maderas con penetración difusa: Cuando el impregnante entra en la madera en forma continua y en todo el espesor de la probeta.
- c) Maderas con penetración irregular: Cuando el impregnante se introduce en la madera en forma de líneas, bandas longitudinales y áreas separadas.

Esta clasificación se efectuó utilizando probetas de 50 mm x 50 mm de escuadría y 100 mm de largo, con el 15 % de humedad y sometidas

a tratamiento con creosota-gasoil (50 %) a temperatura ambiente, y con presiones de 10 kg/cm<sup>2</sup>, por el método LOWRY.-

La calificación para las maderas misioneras, en el leño del duramen, ya que la albura es penetrable en todas las especies, es la siguiente:

<u>MADERA</u>	<u>Tipo de Penetración</u>	<u>Grado de Penetración</u>
Ambay-guazú .....	Difusa	Muy penetrable
Anchico colorado .....	Irregular	Poco penetrable
Cancharana .....	Lineal	Poco penetrable
Carne de vaca .....	Difusa	Muy penetrable
Caroba .....	Difusa	Muy penetrable
Cedro .....	Irregular	Poco penetrable
Espina corona .....	-	Impenetrable
Eucalipto saligna .....	-	Impenetrable
Grapia .....	Irregular	Poco penetrable
Guatambú blanco .....	Irregular	Penetrable
Guayaibí blanco .....	Difusa	Muy penetrable
Guaica .....	Difusa	Muy penetrable
Incienso .....	Difusa	Poco penetrable
Kiri .....	Difusa	Penetrable
Laurel amarillo .....	Difusa	Penetrable
Laurel negro .....	Irregular	Median. penetrable
Laurel ayuf .....	Irregular	Poco penetrable
Lapacho .....	Difusa	Poco penetrable
Loro blanco .....	Difusa	Penetrable
María preta .....	Irregular	Median. penetrable
Marmelero .....	Lineal	Median. penetrable
Mora colorada .....	-	Impenetrable
Paraíso .....	Paraíso	Poco penetrable
Persiguero bravo .....	Irregular	Poco penetrable
Peteribí .....	Irregular	Median. penetrable
Pino elliotti .....	Irregular	Median. penetrable
Pino taeda .....	Irregular	Median. penetrable
Pino misionero .....	Difusa	Muy penetrable
Rabo itá .....	Difusa	Poco penetrable
Rabo molle .....	Irregular	Penetrable
Sabugero .....	Irregular	Penetrable
Sota caballo .....	Difusa	Poco penetrable
Tarumá .....	Irregular	Median. penetrable
Timbó colorado .....	Irregular	Poco penetrable
Vasuriña .....	Irregular	Median. penetrable
Virapitá .....	Irregular	Median. penetrable
Viraró .....	Irregular	Poco penetrable



### 3.7. Factores externos

Son basicamente las condiciones de tratamiento que influyen sobre la penetración y absorción del impregnante. Su enumeración es la siguiente:

- a) Viscosidad del impregnante: A menor viscosidad, mejor penetración.
- b) Temperatura del líquido: A mayor temperatura, mejor penetración.
- c) Magnitud del vacío: A mayor rango de vacío, mayor penetración.
- d) Magnitud de la presión: A mayor presión, mejor penetración.
- e) Tiempo de aplicación: A mayor tiempo, en igualdad de tratamiento, mayor será la penetración.
- f) Sistemas de impregnación: Los sistemas a "célula llena" son los que permiten una mayor penetración.

Otros factores que inciden en la penetración de los preservadores, son los relacionados con la preparación del material leñoso. Entre los principales mencionamos:

- a) Estacionamiento: A mayor plazo de estacionamiento (hasta el punto de equilibrio higroscópico, mayor será la penetración.
- b) Incisiones: La ejecución de incisiones múltiples y pequeñas, en la periferie de las piezas, aumenta la penetración.
- c) Vaporización: El aumento de temperatura y eliminación de parte del aire de la madera, incrementa la penetración.
- d) Corteza: La presencia de corteza y de liber, dificulta la penetración del impregnante, especialmente en postes.

### 4. AGENTES DESTRUCTORES DE MADERAS

La naturaleza misma de la madera (celulosa, lignina, almidón, dextrinas, azúcares, etc.) hace que numerosos agentes biológicos la ataquen y destruyan, inhabilitándola para el uso a que se la destina. Esta diversidad de causas biológicas, recibe el nombre de "Agentes destructores de la madera". Complementariamente existen otras causas no biológicas que también afectan la calidad de las maderas, tales como el calor, ácidos, álcalis, etc., por lo que la definición cubre distintos aspectos de la destrucción: "Agente destructor de maderas es toda causa de origen biológico, físico, mecánico o químico, que modifica la estructura misma de la madera".

Las diversas causas destructoras son clasificadas en:

a) Agentes biológicos

b) Agentes no biológicos

De estos dos grupos, el primero es que tiene mayor significación económica, desde el punto de vista de la preservación de los productos forestales.

#### 4.1. Agentes biológicos

Constituyen el mayor riesgo para la duración y empleo de la madera, ya que la atacan en todos sus estados, desde el árbol, hasta su empleo en obra, pero es el grupo contra el cual la impregnación con productos adecuados, permite una prevención altamente eficaz.

##### 4.1.1. Insectos

Integran un grupo importante de agentes biológicos responsables de graves daños a las maderas. La mayor cantidad de las especies pertenecen a los Coleópteros, que son los que mayor daño causan a las maderas. Para su estudio se han agrupado a los insectos en tres categorías:

GRUPO 1°- Insectos que atacan árboles o rollizos verdes.

GRUPO 2°- Insectos que atacan maderas en estacionamiento.

GRUPO 3°- Insectos que atacan maderas en obra o envejecidas.

Seguidamente se tratará brevemente cada Grupo, con indicación de los principales responsables de daños importantes en las maderas.

GRUPO 1°- En este grupo corresponde agrupar a muchas especies de las familias Platypodidae y Scolytidae (FIGURA N° 3). Son los insectos xilófagos más comunes en el bosque y plantaciones, pero a pesar de atacar el leño, su régimen alimenticio es micetófago, es decir que se alimentan de hongos. En este caso las larvas de estos insectos consumen hongos del género Ambrosia, que crecen en las galerías excavadas en la madera. Los daños son producidos por los insectos adultos, que construyen galerías, generalmente en el plano horizontal, en cuyo interior darán origen a sus crías y desarrollarán el hongo asociado. Su actividad en los árboles se reconoce por la

particularidad de que los insectos adultos perforan los troncos y eliminan, a través del orificio de entrada, las partículas leñosas no digeridas, que roen a medida que profundizan los túneles. Tales ataques de producen también en los troncos y rollizos verdes que se dejan en el bosque, especialmente en primavera y verano, en cuyos meses abundan los insectos adultos. Los daños se localizan, según las especies, en albura y/o duramen de latifoliadas y coníferas. La humedad es el factor determinante de los ataques, y se ha demostrado a través de experiencias que, el contenido de agua en los árboles en pié, se mantiene prácticamente constante durante todo el año. En los árboles apeados y en los rollizos, la velocidad de la pérdida de agua depende del clima del lugar, pero cuando el grado de humedad alcanzado por la madera es inferior al 50 %, comienza a inhibirse el desarrollo del hongo y paralizarse la actividad de los insectos.

Los productos aserrados obtenidos de troncos afectados, presentan típicos orificios de 0,5 a 3,0 mm de diámetro, circundados por manchas fusiformes de tinte oscuro o decoloradas, mostrando el corte longitudinal de las galerías una coloración negra.

La acción de estos insectos se paraliza con el estacionamiento, razón por la cual no existe riesgo en usar madera seca que presente tales defectos, ya que no habrá reiniciación de ataques. En tales condiciones se suele denominar a tales piezas como "madera con taladro o polilla muerta". El ciclo normal en el género Platypus, muy difundido en nuestro país, puede oscilar entre 6 y 12 semanas como mínimo y alcanzar hasta un año. Para las especies forestales misioneras, se han detectado ataques en las siguientes: Cedro ; Rabo itá ; Rabo molle; Laurel negro ; Guatambú blanco ; Laurel amarillo ; Cancharana ; Peteribí ; Virapitá ; Incienso ; Ambay-guazú ; Grapia ; Persiguero bravo ; Pino misionero ; Guaica; Paraíso ; Pino elliotti ; Pino taeda.

En algunas especies forestales, tales como "Paraíso" y "pinos resi-

-nosos), la planta segrega gomas o resinas que incluyen al insecto adulto que perfora la madera, matándolo. Sin embargo, no siempre consigue detener el ataque y muchos insectos adultos consiguen penetrar en el leño y producir los daños mencionados. En las plantaciones (pinos, eucaliptos, paraíso) deben observarse los ejemplares cuando han llegado a diámetros superiores a los 0,15 m, en razón de que, a partir de tal medida, comienzan los ataques.

Dentro de este Grupo de insectos se incluyen a todas las especies de Cerambycidos que atacan maderas en árboles o maderas verdes, con la excepción de la especie Hylotrupes bajulus que destruye maderas secas. Los cerambycidos son insectos grandes, midiendo los adultos entre 6 mm y 75 mm de largo, presentando largas antenas características. Son los llamados comunmente taladros de la madera y tienen importancia como destructores en madera en pie o recién abatida. El daño es causado solamente por las larvas, que nacen de huevos dejados por los adultos en la corteza. Los orificios son de sección ovalada y su diámetro varía con la especie. Estos insectos atacan tanto la albura como el duramen de coníferas y latifoliadas, llegando a perforar maderas muy duras, tales como el incienso o el guatambú blanco. El ciclo de vida varía mucho según las especies y condiciones, llegando desde un año hasta varios decenios.

#### GRUPO 2°-

Pertencen a este grupo las especies de las familias Lyctidae y Bostrychidae, que reciben comunmente el nombre de "carcomas" o "polillas" de la madera. Son insectos xilófagos y se localizan en maderas semiestacionadas, haciéndose la salvedad de que algunas especies de bostríquidos suelen hacerlo en madera verde, pero sus larvas igual prosiguen activas cuando la madera disminuye el contenido de humedad. La residencia ecológica de los lyctidos es la albura de latifoliadas, mientras que los bostríquidos atacan tanto latifoliadas como coníferas. En ambas familias, las larvas constituyen el estado biológico dañino, aunque en ciertos bostríquidos los insectos adultos suelen excavar galerías.

Los líctidos tienen un ciclo normal de un año, pudiendo extenderse probablemente a dos o más años, lo que explica su aparición en maderas colocadas en obra y después de varios meses de uso. En nuestro país la emergencia de los adultos se opera desde octubre hasta marzo, meses en que nota la aparición de la "polilla" en maderas aserradas, pisos, muebles, etc. El lugar habitual de ataque inicial es el obraje, aserradero y playas de estacionamiento. Los líctidos atacan madera de albura de latifoliadas semiestacionadas o recientemente desecadas, no lesionando maderas envejecidas. El diámetro de los poros y contenido de sustancias alimenticias son otros factores que condicionan los ataques. En términos generales se considera que las maderas con poros muy finos y contenidos de almidón inferiores al 1,5 % se mantienen inmunes. El insecto adulto tiene aproximadamente de 4 a 5 mm de largo. (FIGURA N° 5). Las maderas susceptibles considerando la zona de la albura, son: Eucaliptos; Cedro; Cancharana; Timbó colorado; Rabo itá; Rabo molle; Paraíso.

Los bostríquidos tienen de 3 a 24 mm de largo en los adultos, los que dejan los huevos en perforaciones especiales practicadas en la madera. Las galerías son practicadas por las larvas y los adultos. El daño producido es similar al causado por los Líctidos y los orificios de salida son siempre circulares y con diámetros aproximadamente de 1,5 a 6,0 mm. Las maderas atacadas son albura de latifoliadas, especialmente las de porosidad circular (cedro, paraíso), pero algunas veces atacan también madera de coníferas.

Dentro de este GRUPO 2°, mencionamos a un insecto muy común que ataca madera estacionada, especialmente la empleada en edificios, recibiendo el nombre de "taladro de las construcciones". Su nombre científico es Hylotrupes bajulus y tiene preferencia por albura seca de coníferas. (FIGURA N° 4).

#### GRUPO 3°-

Está integrado por las especies de la familia Anobidae, con sus géneros Anobium y Xestobium, que se especializan en atacar

y destruir maderas muy estacionadas, envejecidas o parcialmente atacadas por pudriciones. Estas especies merecen el calificativo de verdaderas carcomas, puesto que sus larvas roen la madera, la digieren, acumulando las deyecciones por detrás de sus cuerpos, dejando un polvillo de textura más bien grosera y aspecto suelto. Los insectos adultos, al atacar la madera, producen un sonido peculiar que les ha valido el nombre de "reloj de la muerte".

En este Grupo, también se suele incluir al insecto Anobium punctatum con el nombre de "taladro común de los muebles" (FIGURA N°6(A) y N° 6 (B)). El adulto de este insecto tiene de 2,5 a 5,0 mm de largo y los huevos son dejados en fisuras, grietas, ensambles, uniones, etc., de los muebles, tirantería, así como también en los viejos orificios de salida. Las perforaciones son practicadas solamente por las larvas y los orificios de salida son circulares y de aproximadamente 1,5 mm de diámetro. Ataca madera de latifoliadas y coníferas, casi siempre confinando el ataque a la zona de la albura, prefiriendo maderas bien estacionadas y envejecidas. Ataca a muebles, tiranterías, pisos, puertas, etc., El ciclo biológico es superior a los dos años, dependiendo de las condiciones ambientales.

#### 4.1.2. Termitas

Este grupo de insectos, también llamados "hormigas blancas", es quizás el que mayores daños produce en la madera puesta en obra, comparándose con los hongos que atacan madera en contacto con la tierra húmeda. Su importancia es muy grande en diversos países, y en nuestro país no ha sido lo suficientemente evaluada. Solamente se han detectado daños en postes de líneas aéreas de "quebracho colorado"; "quina"; "algarrobos"; "curupay", lo que indica su peligrosidad al atacar maderas tan duras. También se han localizado termitas en troncos de árboles envejecidos y troncos caídos en el bosque. Todavía no hay datos ciertos sobre ataque en maderas puestas en obra. Desde el punto de vista de sus hábitos, las termitas

se pueden clasificar en tres grupos:

- a) Termitas subterráneas
- b) Termitas que atacan madera seca
- c) Termitas que atacan madera húmeda

Las termitas subterráneas forman sus colonias en la tierra, atacando madera colocada en la superficie. Requieren suministro constante de humedad para su subsistencia, atacando tanto madera sana, como la afectada por pudrición, colocadas sobre suelos húmedos o enterradas. También tienen la habilidad de construir caminos cubiertos con sustancias impermeables, en forma de casamatas superficiales, y torres o cúmulos directamente asentados sobre el suelo (termiteros) y desde allí alcanzan la madera que pueda estar alejada del suelo. Estos túneles y montículos están contruídos con pequeñas partículas de tierra y madera parcialmente digerida, cementada con excreciones de los propios insectos, y permiten a las termitas establecer condiciones adecuadas de humedad en las maderas que, de otra forma, se tornarían demasiado secas para poder ser atacadas. En ataques a edificios, estos conductos pueden alcanzar un segundo o tercer piso.

La presencia de estas termitas puede verificarse cuando la madera presenta signos de intenso ataque, o mediante la presencia de los conductos mencionados, que pueden aparecer sobre las paredes, cimientos, columnas, tuberías de vapor, caños de desagües, etc.- También se evidencian por la aparición de individuos alados en la época calurosa. Debido a que estas termitas trabajan desde la tierra, son las responsables de los mayores daños ocurridos en puentes, postes, torres y los cimientos y estructuras de edificaciones de madera.

Atacan cualquier tipo de madera, notándose que en ciertas coníferas (pinos resinosos) tienen preferencia por la zona temprana.

Las termitas que atacan maderas secas se distinguen de las subterráneas, en que son habitantes exclusivos de la madera, no localizándose nunca en la tierra y requiriendo solamente pequeñas cantidades de humedad para vivir. Al empezar la época calurosa, los indivi-

-duos reproductores alados, en pareja, localizan una grieta u orificio en la madera estacionada, y comienzan a practicar una galería dentro de la misma. A partir de este punto, y sellando rápidamente la entrada con partículas de madera masticada, se introducen en la masa leñosa. Al excavar estas galerías, las termitas de madera-seca, forman pequeñas bolitas que aparecen en la base o debajo de las estructuras en las que los insectos están trabajando, y que resultan signos ciertos de su presencia y actividad. Estas termitas son capaces de trabajar maderas con el 10 a 12 % de humedad. Los daños pueden aparecer en postes, crucetas, escaleras, así como en edificios y viviendas (pisos, tirantería, marcos de puertas y ventanas, revestimientos, umbrales, zócalos, pudiendo extender sus ataques a los muebles. Felizmente este grupo de termitas está poco difundido y las colonias son poco numerosas, no siendo sus daños tan extendidos y alarmantes como los producidos por las termitas subterráneas.

Sus galerías siguen la veta de la madera, son irregulares y la destrucción toma ambas zonas del anillo de crecimiento anual.

Las termitas de madera húmeda, son las constructoras de los grandes hormigueros (tacurues) en los climas tropicales y subtropicales. Al igual que las anteriores estas termitas atacan a la madera desde el aire en el tiempo de la enjambrazón, y no tienen contacto con el suelo. Requieren sin embargo un abundante suministro de agua para su existencia y es por ello que casi siempre restringen su actividad a las maderas alteradas. Sin embargo pueden extender sus galerías hasta las porciones sanas de la madera y, ocasionalmente, atacan madera relativamente seca.

Existen muy pocas maderas en el mundo que resistan naturalmente el ataque de las termitas: IROKO (*Chlorophora excelsa*); Opepe (*Sarcocephalus diderrichii*); Sequoia (*Sequoia sempervirens*); Teca (*Tectona grandis*); Jarrah (*Eucalyptus marginata*); Ekki (*Lophira pro-cera*); Pinos muy resinosos (*Pinus palustris*). En general se considera que las maderas con elevado contenido de aceites esenciales



y sílice ,resultan resistentes al ataque de termitas.

#### 4.1.3. Hongos

Las micosis (ataque de hongos) son de características muy variadas y producen distintos grados de alteraciones en la madera, desde una simple coloración hasta la destrucción total del tejido.

##### 4.1.3.1. Mohos:

Causan manchas superficiales que pueden ser removidas por lavado o cepillado. Se desarrollan en superficie alimentándose de las sustancias nutritivas localizadas sobre la madera.

El único daño ocasionado es la desvalorización comercial de la madera por la apariencia anormal del material. En las coníferas (Araucaria; Pinos) la coloración impartida es debido a la masa de esporas de color verde, negro o anaranjado. En las latifoliadas la madera puede aparecer manchada en el tejido superficial, en manchas aisladas de diversos tamaños. En ciertos casos, las hifas de los mohos pueden penetrar en el tejido leñoso, incrementando su permeabilidad a los líquidos, algunas veces en forma muy marcada. También la presencia de abundante moho suele significar un ataque incipiente de pudrición. Estos mohos se desarrollan sobre maderas muy húmedas y expuestas en ambientes cálidos y mal ventilados, creando problemas durante el transporte de material aserrado húmedo (vagones cerrados, bodegas, etc.). FIGURA N° 7.- Generalmente los hongos causales pertenecen a los géneros Aspergillus y Penicillium.

##### 4.1.3.2. Manchas:

Son las coloraciones que aparecen en las maderas, fundamentalmente en la zona de la albura y con un color generalmente azul-grisáceo, por lo que suelen recibir el nombre de "mancha azul" o "manchas de la albura". El color de la madera afectada puede variar del castaño al gris-acerado, dependiendo del tipo de hongo y especie forestal. (FIGURA N° 8). En superficie y al iniciarse, el ataque aparece de color verde. Estas manchas y sus organismos causales no afectan las propiedades mecánicas de las maderas, pero la presen-

-cia de fuertes manchas azules es objetable para piezas estructurales, pues hay probabilidades que estas manchas estén asociadas a pudriciones incipientes, ya que significan estados prolongados de humedad de la madera afectada, en condiciones de favorecer otros tipos de micosis, causantes de pudriciones. Los hongos que suelen producir estos tipos de manchas son especies de los géneros Cerastotomella ; Ceratocystis (en coníferas y latifoliadas) y Diplodia (en latifoliadas claras). Estos hongos se nutren de los depósitos nutrientes que existen en la albura (almidón, azúcares), pero ocasionalmente pueden penetrar en el duramen. La madera afectada por la "mancha azul" es más permeable al agua de lluvia y, por lo tanto, esta madera corre mayores riesgos de pudrición al estar expuesta a la intemperie. La "mancha azul" prospera en maderas con humedad superior al 20 % y temperaturas de 23 a 30 °C. Sin embargo, la madera seca, que fué afectada por los hongos y contiene aún micelio, puede ser nuevamente perjudicada, si se la humedece por encima del 20 por ciento.

Otra mancha que suele aparecer en algunas maderas nativas como el "quebracho blanco" (FIGURA N° 9) y el "coihue", es la denominada "corazón rojo" o "mancha roja". Se identifica por la alteración del color de la zona central del tronco, formando un falso duramen coloreado de rosa hasta castaño-rojizo intenso. Hasta el presente no ha sido detectada sobre especies misioneras.

#### 4.1.3.3. Pudriciones:

Son las micosis de mayor importancia, por los graves daños que causan al material leñoso. El ataque se produce en la pared celular con destrucción del tejido, apareciendo como consecuencia una disminución de la densidad y pérdida de las resistencias mecánicas. Se manifiestan generalmente por la presencia de órganos fructíferos sobre la madera fuertemente atacada. (FIGURAS N° 10 y N° 11).- De acuerdo con el tipo de ataque y daños causados, las pudriciones se clasifican en:

a) Putridición seca: El hongo típico de esta pudrición es Merulius lacrymans, común en construcciones y edificios. El ataque se produce sobre madera seca, mediante el desarrollo de filamentos de hifas que conducen agua y nutrientes, desde una zona húmeda (suelo) hasta la madera seca, pudiendo pasar a través de grietas en mampostería o construcciones de piedra. La madera afectada por este hongo queda liviana, desmenuzable con los dedos, con un color castaño y agrietada en pequeñas y medianas fracciones cúbicas, con apariencia de carbonización superficial. Este hongo ataca preferentemente maderas de coníferas, destruyendo ocasionalmente latifoliadas.

b) Putridición húmeda:

El hongo característico es Coniophora cerebella, uno de los más comunes destructores de maderas. Se lo encuentra en edificios y suele ser el responsable de la pudrición de maderas expuestas al exterior, tales como aleros, postes. En las casas ataca las maderas sujetas a humedecimientos prolongados, por estar en zonas de filtraciones, pérdidas de cañerías o acceso del agua de lluvia. Ataca tanto maderas de coníferas como de latifoliadas, las que toman color castaño, con textura quebradiza a lo largo del grano. Otro hongo característico es Foria vaillantii que ataca preferentemente maderas ubicadas en galerías húmedas de minas.

c) Putridición blanda:

Este tipo de micosis es causada por especies de hongos diferentes a los que producen las pudriciones mencionadas precedentemente. La madera atacada por estas micosis retiene generalmente su aspecto original y cuando está seca puede aparecer como normal. En cambio al estado húmedo es muy blanda y fuertemente manchada. La pudrición puede penetrar profundamente, pero en muchos casos de ataque en maderas muy húmedas, la pudrición tiende a localizarse solamente en la superficie, quizás debido al menor contenido de oxígeno en profundidad. La pudrición blanca está muy generalizada, pero bajo condiciones normales, su acción es muy lenta,

con la característica que estos hongos pueden tolerar márgenes de condiciones más amplios que las micosis responsables de la pudrición seca o húmeda, y que pueden atacar maderas que están demasiado húmedas, o demasiado secas, para otros tipos de hongos destructores. Por esta amplitud de acomodación al medio, son un gran riesgo para las maderas utilizadas en las estructuras de torres para enfriamiento de agua: temperaturas altas y gran humedad. La identificación y clasificación de estos hongos es de reciente data y su ataque se caracteriza por el hecho de que las hifas no atraviesan la pared celular en forma perpendicular, sino que lo hacen siguiendo la orientación de las microfibrilas. A estos hongos se los ubica como Ascomicetes, citándose a Chaetomium globosum, como uno de los responsables de micosis en maderas sumergidas en agua.

d) Pudrición marrón o castaña:

Ciertos hongos de pudrición presentan la particularidad de atacar solamente la celulosa, dejando prácticamente intacta a la lignina. La madera afectada presenta un color oscuro, con fracturas cúbicas y fácilmente desmenuzable. Corrientemente esta alteración recibe también el nombre de "tabaco", especialmente en sus etapas finales. Algunos hongos responsables son: Lentinus lepideus y Lenzites abietina. (FIGURA N° 12).-

e) Pudrición blanca:

En este tipo de ataque, los hongos descomponen todos los elementos de la pared celular, con destrucción preferencial de la lignina, dejando una masa celulósica de color blanquecino, aspecto fibroso, con separación a lo largo del grano. Como el material remanente del ataque es celulosa, la madera atacada, especialmente en las primeras etapas, puede ser utilizada como materia prima en la industria de pastas de madera. Los hongos que la producen, entre otros, son los siguientes: Trametes pini; Armillaria mellea; Stereum hirsutum. (FIGURA N° 13).

#### 4.1.4. Perforadores marinos

Este grupo de agentes biológicos destructores de maderas, se desarrollan en agua de mar y atacan al material que está, total o parcialmente, sumergida en ella.

De acuerdo con su clasificación: los perforadores marinos se agrupan en: Moluscos y Crustáceos.

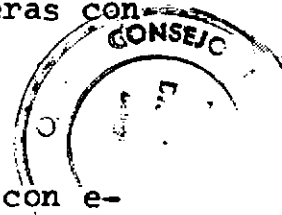
Los moluscos incluyen a los géneros Teredo, Bankia y Martesia. Los dos primeros tienen aspecto de gusanos, con valvas en el extremo anterior (cabeza) y se los conoce comunmente como "gusanos de barco". Las martesias, en cambio, tienen sus cuerpos encerrados dentro de la cámara formada por las valvas.

El grupo de los crustáceos incluye a los géneros : Limnoria ; Che- lura y Sphaeroma , siendo todos mucho más pequeños que los moluscos. Limnoria lignorum ha sido encontrada en todos los mares del mundo y aparentemente no es tan susceptible a los cambios del agua marina, como lo son los Teredos.

En general, los perforadores marinos requieren que el agua en que se desarrollan tenga una salinidad entre el 5 y 16 por mil, como mínimo, según especies. Siendo la salinidad media del agua de mar del 35 por mil, se comprueba que ésta resulta un medio muy adecuado para su desarrollo. Como en el caso de las termitas existen muy pocas maderas capaces de resistir naturalmente el ataque de los perforadores marinos. En general son resistentes aquéllas maderas con elevado contenido de sílice.

#### 4.2. Agentes no biológicos

Independientes de los agentes biológicos, o juntamente con ellos en algunos casos (Humedad-Hongos ; Humedad-Termitas), la madera está sujeta al ataque de otros tipos de agentes destructores, de origen físico, mecánico o químico. Si bien sus efectos no son tan espectaculares como el daño producido por los insectos y hongos, suelen causar perjuicios considerables, ya sea por su acción directa,



como por brindar mejores condiciones para la acción de los agentes destructores biológicos (temperatura ; humedad).

#### 4.2.1. Calor

El aumento de la temperatura en la madera comienza por favorecer la aparición de grietas y rajaduras ,por aceleración en la pérdida de agua, y también crea mejores condiciones para el desarrollo y ataque de insectos y hongos. Temperaturas superiores a los 60 °C producirán,por el contrario,la muerte de tales agentes destructores existentes en la madera calentada. Temperaturas superiores a los 100 °C marcan el comienzo de incipientes procesos de destilación,especialmente en madera resinosa o con aceites esenciales. Al alcanzar la temperatura de 105 °C la madera ha perdido la totalidad del agua libre y de imbibición, y al seguir elevándose la temperatura,se producen lentamente los cambios químicos en la masa leñosa. Debajo de los 200 °C solamente es visible un ligero ennegrecimiento de la madera,pero entre los 250 y 300 °C ,la descomposición química se acelera y se origina el proceso de destilación,con la presencia de gases inflamables,tales como el monóxido de carbono,metano,etc. y la producción de carbón. Es esta liberación de gases la que causa la combustión con presencia de llamas. El encendido de la madera puede ser dividido en dos estados:

- 1) Inflamado: comienza la ignición y combustión de los gases desprendidos,acompañado con la desintegración de la masa leñosa y la formación de carbón.
- 2) Ardido: comienza la combustión de las partes sólidas (carbón), resultando la formación de brasas y la etapa posterior de transformación en cenizas.

El inflamado es el factor de mayor influencia en el rápido desarrollo del fuego. El "ardido" ayuda a la continuidad del "inflamado", y es el principal responsable de la reaparición del fuego,cuando se ha considerado extinguido un incendio. Del total posible de calor que suministra una madera,la mitad o dos tercios se liberan durante el "inflamado".

Es posible incrementar económicamente la resistencia de la madera frente a la acción del fuego, como un medio de disminuir el riesgo frente a un incendio. Si bien resulta caro llegar a una mínima combustibilidad de la madera, en cambio se puede lograr, a costos razonables, una marcada reducción de la permanencia de la llama y la casi total extinción instantánea de la brasa, no bien desaparezca la fuente inicial de combustión. Es decir, que se logrará convertir a la madera en un material carbomizable, pero no trasmisor del fuego. Para incrementar la resistencia de la madera al fuego, puede recurrirse a tratamientos por vacío-presión en autoclave, para lo cual es indispensable que las maderas sean penetrables. En estos casos se emplean soluciones acuosas al 10 -30 por ciento, de sales tipo fosfo-amonio-bórico, con retenciones medias del 20 al 40 kgr. de sal por metro cúbico de madera tratada. Dentro de las sales simples a utilizar, se recomienda la elección del fosfato amónico, por no incrementar la higroscopicidad de la madera tratada, si bien resulta de mayor costo que otras sustancias ignífugas, tales como el sulfato de amonio, de superior higroscopicidad.

Debe recordarse que no existe ningún material que pueda resistir indefinidamente la acción del fuego sin sufrir deterioro. El hierro, por ejemplo, que es considerado totalmente inmune al fuego, ha demostrado en muchos casos que, en incendios producidos y mantenidos ciertos tiempos, ha perdido su resistencia, doblándose y empujando las paredes, provocando su caída prematura. El hormigón se desintegra bajo los efectos del fuego, así como también los ladrillos y las piedras. Los valores límites de incombustibilidad y resistencia al fuego son:

- a) La madera sin tratar comienza a arder a los 300 °C
- b) El hierro pierde la mitad de su resistencia a los 500 °C
- c) El hormigón falla a la temperatura de 500 °C

Todos estos valores tienen singular significación, pues las temperaturas medias en una casa incendiada oscila entre los 700 y 800 °C.-

#### 4.2.2. Humedad

El aumento de humedad o agregado de agua a la madera, no constituye en sí un agente destructor, pero crea las condiciones para el ataque por parte de agentes biológicos, especialmente mohos y hongos lignícolas. Se ha mencionado que por encima del 20 % de humedad, la madera está en condiciones de ser atacada por las micosis, anotándose también que un exceso de agua (inmersión, saturación) puede inhibir el desarrollo de tales agentes causales, por eliminación del oxígeno. Muchas veces no es necesario que toda la masa leñosa alcance el 20 % de humedad para ser manchada o "pasmada", sino que es suficiente el agregado superficial de agua (lluvia, rocío, filtraciones, condensaciones, etc.) para que el material aserrado seco que es apilado a la intemperie, sin tablillas de separación, o en ambientes mal ventilados, se manche (mohos) o comience a "pasmarse" o "arderse", por falta de un secado rápido después del rehumedecimiento. Se ha podido observar tal hecho en pilas de "pino misionero" y "rabo molle" en playas de almacenamiento en la ciudad de Buenos Aires.

#### 4.2.3. Agentes químicos

Las maderas en general resisten bien la acción de las sustancias químicas, tanto los ácidos como los álcalis y sales, comportándose en algunos casos mejor que los metales, en especial el hierro. Muchas industrias químicas emplean recipientes de madera para el almacenamiento de soluciones ácidas, alcalinas y salinas, destacándose en ello el "lapacho", "virapitá" y "pinos".

Es frecuente observar en algunas maderas manchas, que se originan por alteraciones químicas de las materias extractivas del leño. Generalmente se deben a fenómenos de oxidación o fermentación, y tales manchas pueden aparecer en maderas claras de coníferas y de latifoliadas. Los colores más corrientes de estas manchas van del amarillo al pardo oscuro y no deben ser confundidas con manchas similares que responden al ataque de hongos.

En las maderas que contienen sustancias tánicas, es común observar



manchas de color gris oscuro a negro, especialmente cuando la madera ha estado en contacto con el hierro en un medio húmedo (lluvia, vaporizado). Estas manchas se deben a la reacción entre el hierro y el tanino de la madera (tanato de hierro) y es dable observarlas en el eucalipto y virapitá.

#### 4.2.4. Esfuerzos mecánicos y desgaste

La madera, como todo material, tiene límite en la absorción de esfuerzos y cargas, llegando a límites de rotura cuando se exceden dichos límites. Independientemente de la disminución de su fortaleza por acción de la humedad, hongos e insectos, la madera acusa deficiencias como material de estructura, debido a la acción de fuerzas externas. Tal es el caso de los durmientes ferroviarios, postes para alambrados, postes para líneas aéreas de telecomunicaciones y energía, puentes, mangas, bretes, varillas de alambrado, cercos, muelles, tablaestacadas, etc.- En algunos casos se suman a los esfuerzos mecánicos, el desgaste producido por frotamiento, como sucede en los pisos de maderas, escaleras, pasamanos, lanzaderas, bobinas, etc. La impregnación con ciertos productos (resinas, aceites, ceras, etc.) así como la aplicación superficial de lustres, barnices, lacas, pueden incrementar la resistencia de las maderas frente a la acción de estos agentes perjudiciales.

#### 4.2.5. Temperización

El material aserrado seco, expuesto al aire e inmune al ataque de insectos, puede quedar inalterado durante muchos años, salvo que sea rehumedecido y expuesto a la acción de hongos lignícolas. Sin embargo se observa que tales maderas, especialmente las expuestas a ambientes secos muy cálidos o muy fríos, suelen presentar signos de "envejecimiento", acusando superficies ásperas o arrugadas, con pequeñas hendiduras y fisuras, mostrando que las fibras leñosas de la superficie se han tornado frágiles, desintegrándose paulatinamente, con desgaste gradual de la madera. Este proceso que se nota en el transcurso del tiempo, recibe el nombre de temperización.

Sus causas son físicas y mecánicas, de origen ambiental (frío, calor, luz, heladas, granizo, lluvia, oxígeno, ozono, viento, polvo atmosférico) cuyas acciones combinadas provocan contracciones, hinchamientos, oxidaciones, cambios químicos, desgastes, erosiones, etc., en las capas superficiales de la madera. Para evitar tales defectos se recomiendan las técnicas que se anotan en el Punto 8.4.4.-

##### 5. PRODUCTOS PRESERVADORES PARA MADERA

Para que una sustancia o producto, así como mezclas de dos o más, puedan ser considerados como agente eficaz en la protección de las maderas, es necesario que cumpla con los siguientes requisitos:

- a) Ser tóxico para los agentes destructores, ya sea en forma específica o universal.
- b) Su acción debe ser permanente, por lo menos durante el tiempo que se le asigne en obra al material utilizado.
- c) De fácil penetración en las maderas corrientes.
- d) Ser químicamente estable y no descomponerse con el tiempo.
- e) Insoluble en agua, por lo menos en el grado de asegurar su permanencia en la madera, frente al lavado por la lluvia o humedad del suelo.
- f) No ser corrosivo para la madera y los metales comunes.
- g) Fácil de manejar, transportar, almacenar y usar.
- h) Inocuo para el hombre y los animales domésticos.
- i) No aumentar la combustibilidad de la madera.

Como complemento de tales condiciones básicas, es deseable que, además, el producto acuse las siguientes características:

- a) Incrementar la resistencia de la madera al fuego.
- b) Permitir que la madera tratada pueda ser encolada, lustrada, barnizada, pintada, etc.
- c) Dejar la superficie de la madera limpia, sin olores desagradables.
- d) Poder aplicarse por métodos sencillos.
- e) No requerir solventes o medios, muy inflamables o costosos.
- f) Ser abundante y barato.
- g) No incrementar la higroscopicidad de la madera tratada.

Como ningún producto preservador reúne todas las condiciones deseables, es aconsejable elegir aquél que mejor se adapte al tipo de madera y destino a darle, juntamente con las estimaciones de costos y disponibilidad de equipos.

### 5.1. Creosota mineral

Es un producto oleoso, derivado de la destilación del alquitrán de hulla. Es de consistencia viscosa, color negro y fuerte olor a fenol. Su composición química es muy compleja, estando formada por más de 250 sustancias químicas con poderes insecticidas y fungicidas. Es insoluble en agua, químicamente estable, con punto de destilación entre 250 °C y 375 °C. Generalmente se encuentra en el comercio en cantidades abundantes y precios razonables, pudiéndose transportarse y almacenarse sin inconvenientes. Si bien es combustible, no resulta de peligro debido a su baja inflamabilidad. Su incorporación a la madera no aumenta la combustibilidad, reduciendo la higroscopicidad del leño. Resulta así un agente preservador de gran valor y universalmente empleado para la protección de la madera contra todo tipo de agente biológico destructor. Se aplica en caliente, a temperaturas de 80-90 °C y dosis que varían entre 70 y 200 kgr/m<sup>3</sup> de madera tratada según destino de la madera y grados de riesgos. Las mayores dosis se aplican para madera en zonas de termitas y agua salada (perforadores marinos). El único inconveniente de este preservador, es que deja la madera de color oscuro, aceitosa y con fuerte olor a desinfectante, por lo que no es usable en viviendas, envases, o cualquier otro destino en que el olor pueda ser un inconveniente. Tampoco puede encolarse, pintarse o lustrarse la madera creosotada. Solamente se puede recubrir con pintura de aluminio. Puede usarse en durmientes, postes, pilotes, tutores, cimientos, bases, escaleras exteriores fijas, galpones, tinglados, cobertizos, umbráculos, muelles, alcantarillas, guardaganados, varillas para alambrado, margas, tranqueras, cercos, etc. Puede aplicarse por los sistemas de baño caliente-frío ; Bethell ; Lowry ; Rueping ; Boulton (autoclaves).-

### 5.2. Pentaclorofenol

Es un producto químico puro, resultante de la unión de una molécula de fenol y cinco de cloro. Se presenta como un polvo blanco-amarillento, de olor penetrante e irritante a las mucosas. Es soluble en solventes orgánicos derivados del petróleo (aguarrás, querosene, gasoil, diesel-oil, fuel-oil, etc.).

Presenta todas las ventajas de la creosota mineral y ninguna de sus limitaciones, con la salvedad que resulta (actualmente) más cara que la creosota. Para su empleo se disuelve al 5 por ciento (en peso) y se aplica en frío o en caliente, según el tipo de solvente utilizado y penetrabilidad de la madera empleada. Las retenciones aconsejadas varían desde 4 a 8 kgr. de sal seca, por cada m<sup>3</sup> de madera tratada. Las mayores dosis son para los usos de mayores riesgos de pudrición y termitas. La madera impregnada puede encolarse, pintarse, lustrarse, etc., de acuerdo con el solvente utilizado. Salvo en el caso de envases para alimentos, este preservador puede emplearse sin limitaciones. Con el agregado de sustancias repelentes al agua (ceras, parafinas, resinas), el pentaclorofenol resulta un excelente preservador para maderas utilizadas en la construcción y viviendas de madera. Puede usarse en basamentos, cimientos, umbrales, escalones exteriores, muros macizos externos, parantes y columnas en galerías, marcos para aberturas exteriores, ventanas, persianas, cortinas, entablados para techos, tejuelas, estructuras de contrapisos, pisos de galerías, postes, varillas, durmientes, puentes, muelles, etc. Las soluciones de pentaclorofenol se aplican por medio del baño caliente-frío ; inmersión prolongada ; autoclave.

### 5.3. Naftenatos

Resultan de la combinación del ácido nafténico y sales de cobre o zinc (Naftenato de cobre - Naftenato de Zinc ). Ambos productos tienen las mismas propiedades que el pentaclorofenol y se emplean solventes similares. El naftenato de cobre trasmite a las maderas claras un tono verdoso-amarillento, pero el material tratado pue

-de ser recubierto con pinturas. En nuestro país es poco utilizado, siendo su destino más frecuente el tratamiento de envases de madera y material aserrado en general.

#### 5.4. Sales hidrosolubles simples

Si bien en la actualidad se tiende al empleo de sales complejas, el empleo de las sales simples puede ser de utilidad en el caso de tratamientos sencillos y a escala reducida. Las sales más utilizadas son: Sulfato de cobre ; Cloruro de Zinc ; Arseniato de sodio ; Sulfato de Zinc ; Acido bórico ; Bórax ; Fluoruro de sodio; Bicromato de sodio ; Bicromato de potasio ; Dinitrofenol ; Pentaclorofenato de sodio. Si bien algunos de estos productos no son sales, por su condición de ser hidrosolubles han sido incorporados al grupo de sustancias químicas simples.

Todos ellos son solubles en agua, en mayor o menor grado, y las dosis de aplicación varían notablemente de acuerdo con el riesgo de ataque por parte de insectos u hongos. Se pueden aplicar por métodos de: Ascensión de soluciones salinas ; Osmosis ; Difusión ; Boucherie.† Salvo el sulfato de cobre ; cloruro de zinc; Acido bórico y Pentaclorofenato de sodio, estos productos no son recomendables para su empleo como sal simple, en la preservación de maderas.

#### 5.5. Sales Hidrosolubles compuestas

Resultan de la combinación de dos o más de las sales simples, mencionadas anteriormente. Su preparación se basa en el principio de lograr un sal compleja que:

- a) Actúe contra insectos, hongos, termitas, simultáneamente.
- b) Se fije en la madera, sin ser lavada por la humedad.
- c) No sea corrosiva a la madera y a los metales.

Por estos motivos, casi todas las sales compuestas que se ofrecen en el mercado están formuladas con:

- a) Un producto fijador (Acido crómico ; Cromatos; Bicromatos).
- b) Un producto anticorrosivo (Sales de cromo)
- c) Un producto fungicida (Sulfato de cobre; fluoruro de sodio; clo-

-ruro de zinc).

d) Un producto insecticida (Acido bórico ; Arseniato de sodio). Se emplean en soluciones acuosas del 2 al 4 por ciento, según retenciones deseadas y tipos de maderas. Las dosis para maderas en contacto con el suelo oscilan entre 8 a 18 kr/m<sup>3</sup>. Se recomiendan los sistemas de: Ascensión de soluciones salinas; Boucherie; Autoclave (Bethell).-

#### 5.6. Productos orgánicos varios

Entre los más importantes se mencionan los siguientes:

- a) Oxido de tri-*o*-butil estaño: con alto poder fungicida e insecticida ,con notable fijación en la madera. Controla la pudrición castaña y blanda pero para controlar la pudrición blanca, debe mezclarse con pentaclorofenol. Se emplea en soluciones del 0,5 al 1,5 por ciento. Se recomienda para maderas en contacto con el agua de mar, por su gran eficacia contra los perforadores marinos. El producto puro resulta caústico, por lo que deben tomarse precauciones durante su manipuleo.
- b) Hexaclorociclohexano: Es también conocido como BHC y se lo emplea como insecticida, especialmente como preventivo y curativo en rollizos y maderas almacenadas.
- c) Dieldrín: Se presenta como un sólido cristalino ,sin olores degradables; es soluble en solventes orgánicos y también puede emplearse en emulsiones. En el caso de control de Platipódidos y Escolítidos, la concentración de uso puede ser de 26 litros de agua a un litro de dieldrín al 20 por ciento, lo que dará una concentración de 0,75 % de principio activo.

#### 5.7. Dosis recomendadas según usos de las maderas

De acuerdo con los grados de exposición a los riesgos de pudrición y a los tipos de productos preservadores, se aconsejan las siguientes dosis:

5.7.1. Maderas en contacto con la tierra, tales como postes, durmientes, pilotes, tutores, fundaciones; basamentos:

Autoclave: Creosota : 70 a 120 kg/m<sup>3</sup>  
y baño      Pentaclorofenol: 5 a 8 kg/m<sup>3</sup>  
caliente- Naftenato de cobre: 1,8 a 2,5 kg/m<sup>3</sup>  
frío        Sales hidrosolubles: 6 a 12 kgr/m<sup>3</sup>

5.7.2. Maderas aserradas colocadas al exterior, fuera del contacto con el suelo.

Autoclave: Creosota : 60 a 80 kg/m<sup>3</sup>  
y baño      Pentaclorofenol: 4-5 kg/m<sup>3</sup>  
caliente- Naftenato de cobre: 1,5 a 2 kg/m<sup>3</sup>  
frío        Sales hidrosolubles: 6 a 8 kg/m<sup>3</sup>

5.7.3. Maderas aserradas en interiores, con riesgo de insectos y rehumedecimiento accidental.

Autoclave: Pentaclorofenol: 3 a 4 kg/m<sup>3</sup>  
Baño  
caliente- Naftenato de cobre : 1,0 a 1,5 kg/m<sup>3</sup>  
frío        Sales hidrosolubles: 4 a 6 kg/m<sup>3</sup>  
Inmersión

5.7.4. Maderas aserradas con protección transitoria.

Pincelado      Pentaclorofenol : 2-3 kg/m<sup>3</sup>  
Inmersión      Pentaclorofenato de sodio: 2-4 kg/m<sup>3</sup>  
Pulverización      Naftenato de cobre : 0,5 - 1,0 kg/m<sup>3</sup>

Las dosis varían de acuerdo a las condiciones climáticas y grado de riesgo de ataque. La Norma IRAM n° 9505 fija los lineamientos para la aplicación y retenciones aconsejables de los preservadores de madera.

## 6. PREPARACION DE LA MADERA PARA SER IMPREGNADA

Para proceder a los tratamientos preservadores, el material leñoso debe ser sometido a distintas formas de preparación, a fin de posibilitar o mejorar la penetración y distribución de los productos preservadores. Como norma general, se recuerda el de llevar a la madera al contenido de humedad compatible con el método y el preservador a emplear. En el Punto 3.4. se trató este tema, indicando los porcentajes de humedad recomendados para los distintos usos.

### 6.1. Piezas aserradas

Una vez logrado el contenido de humedad aconsejado, la madera

debe ser impregnada con la forma y medidas, bajo las que será utilizada o comercializada. Tal es el caso de maderas destinadas a viviendas, artículos rurales, carrocería y construcciones en general. Deben practicarse todos los rebajes, perforaciones, encastrés, antes de la impregnación, cuando se empleen preservadores oleosos, aplicados sobre madera convenientemente desecadas.

#### 6.2. Postes

Para los tratamientos con productos oleosos (baño caliente-frío) y en autoclave (creosota, pentaclorofenol, sales hidrosolubles), las piezas deberán estar descortezadas, con las superficies alisadas, eliminándose las sobresalencias y restos de ramas y todo el liber, cuya presencia dificultará la penetración radial de los impregnantes. Del mismo modo se limpiarán los extremos (cabezales) a fin de quitar la tierra, barro, etc., que taponarían el paso del impregnante en el sentido longitudinal. En el caso de postes largos (telefónicos, telegráficos, etc.), se cortarán los extremos para dar el largo especificado y con el diseño (bisel) que marcan las respectivas normas. En algunas maderas, con bajo grado de penetrabilidad y absorción, se recomienda la aplicación de incisiones que favorecerán la introducción y distribución del producto. En los tratamientos en autoclave, la vaporización previa de los postes puede favorecer la penetración de los productos preservadores.

#### 6.3. Durmientes

Para estos productos, se agrega la indicación de que será conveniente la ejecución previa de las entalladuras y perforaciones, a fin de no originar nuevas superficies después de la impregnación, y que pueden estar sin preservador.

#### 6.4. Tejuelas

Es conveniente que las piezas hayan sido agujereadas y recortadas a las medidas finales, antes de proceder a su impregnación.

#### 6.5. Manufacturas

Pueden incluirse en este grupo a las partes de viviendas, tari-



mas; bobinas; cajones; marcos, etc., recomendándose impregnarlas cuando todas las piezas sueltas, o armadas, hayan recibido la totalidad de los rebajes, encastrados, perforaciones, recortes, a fin de asegurar que todas las partes expuestas estarán recubiertas con el producto preservador.

## 7. TRATAMIENTOS DE ROLLIZOS PARA EVITAR ALTERACIONES BIOLÓGICAS

Muchos de los problemas sanitarios que acusan las maderas aserradas, se originan en los rollizos que las originan. Con la aplicación de procedimientos sencillos, es posible evitar las alteraciones biológicas que deterioran, física y económicamente, a las maderas comerciales.

### 7.1. Contra manchas

La "mancha azul" ataca rápidamente a las maderas susceptibles bajo la forma de rollizos, especialmente en la época húmeda y calurosa. Las vías de entrada al agente causante, son todas las superficies del tronco que han sido desprovistos de la corteza o sobre las cuales se hayan practicado cortes. La principal vía de entrada con los cabezales, pero también lo son las desgarraduras y cortes de ramas gruesas. Los tratamientos deben realizarse dentro del menor plazo posible después del apeo. Pueden aplicarse soluciones de pentaclorofenato de sodio y bórax (2-4 %) en épocas secas, ya que las lluvias lavarán al producto preservador. En sustitución de esa solución acuosa, se empleará en épocas lluviosas, una solución de pentaclorofenol al cinco por ciento, en derivados del petróleo (querosene, gasoil). En las especies más sensibles : pino misionero, pinos resinosos, guatambú blanco, loro blanco, la mancha azul puede avanzar a razón de 0,30 m por semana, y una vez que ha comenzado el ataque no es posible detenerlo por aplicación de preservadores, cuya utilización deberá ser siempre preventiva. Como solución al problema de la iniciación del ataque de estos hongos, se plantean dos posibilidades:

a) Rápida conversión de los rollizos en material aserrado.

b) Aplicación de productos antisépticos sobre las superficies frescas de los troncos o rollizos, en especial en los cabezales y toda superficie sin corteza.

Los productos antisépticos son ofrecidos en el mercado bajo el nombre genérico de "anti-mohos" y su función es impedir el desarrollo de las esporas de los hongos que el viento deposita sobre la madera. El consumo medio del producto antiséptico, bajo la solución lista para usar (pentaclorofenol, o pentaclorofenato de sodio-bórax), es el siguiente por metro cúbico de rollizo:

	<u>Diámetro del rollizo</u>		
Litros de solución ....	<u>0,40 m</u>	<u>0,60m</u>	<u>0,80m</u>
	5,0	3,7	3,0

El tratamiento se repetirá después de lluvias intensas.-

### 7.2. Contra pudriciones

La permanencia de los rollizos por tiempo prolongado en el monte o en las playas de almacenamiento, puede provocar la pudrición del leño, en las maderas muy sensibles o poco durables. Se recomiendan los mismos procedimientos que los indicados para las "manchas", recalándose que es preferible utilizar soluciones de "pentaclorofenol", así como separar de la tierra a los rollizos, asentándolos sobre troncos desechados o ramas gruesa, a fin de evitar el contacto directo con la tierra que constituye un excelente medio para el desarrollo de los hongos lignícolas.

### 7.3. Contra insectos

Dos son los grupos de insectos que pueden atacar a los rollizos, antes de su transformación en material aserrado: Cerambícidos y Bostríquidos. Los "cerambícidos" son insectos de gran tamaño que excavan galerías de 4 a 8 mm de diámetro y sección oval. Comienzan el ataque inmediatamente después de abatido el árbol, protegidos por la corteza, y desde dónde las pequeñas larvas originadas en los huevos depositados, inician las excavaciones en la zona del liber, para continuar por la albura y finalmente introducirse en el duramen. La simple extracción de la corteza elimina el peligro de ataque por

parte de este grupo de insectos, pero las especies forestales sensibles al manchado (guatambú blanco, loro blanco, grapia) sufrirán el ataque de los hongos, por lo que se aconseja aplicar el tratamiento preventivo que se indica más adelante.

El segundo grupo de insectos (Bostriquidos) se caracteriza por las reducidas dimensiones de los orificios practicados (1-2 mm) y al fino polvillo que aparece sobre la superficie de los rollizos. Las especies de mayor sensibilidad al ataque de este grupo de insectos son: Guaica ; Espina corona ; Laureles ; Cancharana ; Cedros; Timbó colorado.

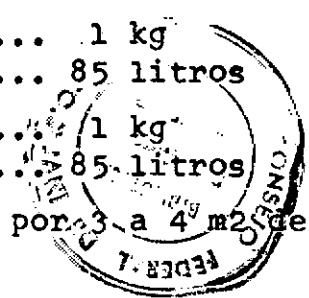
Para el tratamiento preventivo al ataque de ambos grupos de insectos, se recomienda:

- a) El tratamiento debe efectuarse en forma inmediata al apeo, especialmente en la época calurosa (primavera-verano). Si por razones de clima (invierno-otoño) se nota una menor actividad de los insectos, el tratamiento puede demorarse hasta unos 10 días.
- b) Se pulverizarán los rollizos con productos insecticidas, utilizando pulverizadores de mochila, tratando que el producto llegue a todas las superficies del rollizo. Se estima que la protección del 90 al 95 % de los insecticidas alcanza a las 6-8 semanas.
- c) El material tratado debe inspeccionarse periódicamente para comprobar si se presentan signos de actividad de insectos xilófagos.
- d) Las soluciones insecticidas a utilizar pueden ser las siguientes:

1) Gamexane emulsionable 22 % .....	1 litro
Agua .....	16 litros
2) Sevin 85 en polvo mojable (85 %) .....	1 kg
Agua .....	85 litros
3) Magistral S , en polvo mojable (85 %) .....	1 kg
Agua .....	85 litros
- e) El consumo estimado es de un litro de preparado por 3 a 4 m<sup>2</sup> de superficie de rollizo.

#### 7.4. Mantenimiento de la materia prima leñosa almacenada

Para mantener los rollizos o troncos en buenas condiciones sani-



-tarias en las playas de almacenamiento o en el bosque, se puede recurrir a los siguientes procedimientos, los que serán seleccionados, de acuerdo con las posibilidades físicas, de infraestructura, económicas, y de acuerdo con el tipo de materia prima leñosa utilizada y sus volúmenes anuales:

- 1º) Tratamientos preventivos, como los indicados precedentemente.
- 2º) Mantenimiento del tenor de humedad de la madera al estado verde, mediante:
  - a) Pulverización continua, o periódica, con agua limpia.
  - b) Inmersión de los rollizos en agua corriente, o estancada limpia (lago, laguna).

## 8. SISTEMAS DE PRESERVACION

Son numerosos los métodos y medios para proteger a las maderas contra los agentes destructores. Algunos de ellos se basan en procesos que utilizan diferentes formas de presión, mientras que otros lo hacen a la presión normal. Todos ellos tienden a incorporar a la masa leñosa volúmenes variables de productos preservadores, en la medida, distribución y profundidad, que aseguren una protección eficaz. Cualquier sistema es recomendable, siempre que cumpla con los siguientes requisitos:

- a) Presentar pocos riesgos en su aplicación.
- b) Asegurar una adecuada absorción y penetración de los productos preservadores en la masa leñosa.
- c) Ser de aplicación sencilla y económica.

### 8.1. Tratamientos por absorción

Se basa en la penetración de las sustancias preservadoras en la masa leñosa, mediante la inmersión (total o parcial) de la madera en el líquido impregnante. Los más conocidos son:

#### 8.1.1. Baños

Consiste en la colocación por breve tiempo de la madera aserrada (tablas, tirantes, listones) en el líquido impregnante, tratando que éste moje todas las superficies. Se aplica para el tratamiento preventivo de maderas que pueden ser atacadas por insectos xilófagos

u hongos de la mancha azul. En la FIGURA N° 14 se muestra un esquema de una instalación para el baño mecanizado de maderas que serán sometidas al tratamiento de una solución de pentaclorofenato de sodio-bórax", o de "pentaclorofenol". Se estima que el consumo de impregnante por este sistema es de unos 40 litros de solución por cada 1.000 pies cuadrados de madera aserrada (2,5 m<sup>3</sup>). Una vez impregnada la madera, debe ser cuidadosamente estibada y resguardada de las lluvias para evitar el lavado del preservador. La FIGURA N° 15 muestra una batea con tablas sometidas al baño. La duración del tratamiento puede durar de unos 15 a 30 segundos.

#### 8.1.2. Ascensión de soluciones salinas

Se emplean sales hidrosolubles compuestas, en soluciones del 3 al 5 por ciento, en agua potable, carente de salinidad o alcalinidad, para evitar precipitaciones del preservador. La FIGURA N° 16 indica las características de una instalación tipo. Este método se presta especialmente para maderas redondas al estado verde (postes, tutores, rodrigones, varillones). Las piezas se colocan verticalmente en el recipiente, con el extremo a ser enterrado sumergido en el líquido p reservador, que cubrirá unos 0,40 - 0,60 m. La operación se da por terminada cuando aparece en el extremo superior de los postes, la coloración características del impregnante (generalmente un color amarillo-anaranjado ; o amarillo-verdoso, según el tipo de sal empleada). Los postes pueden colocarse con corteza o descortezado, recomendándose este último procedimiento, para acelerar la evaporación y no tener pérdidas de impregnante, por caída posterior de la corteza, que absorbió preservador durante el proceso. La retención o gasto de preservador es de aproximadamente 0,200 - 0,300 kg para un poste de 2,20 m de largo de 0,14 m de diámetro.

#### 8.1.3. Inmersión en soluciones oleosas

La madera deberá estar convenientemente estacionada, con un contenido de humedad inferior al 20 por ciento preferentemente. Los postes estarán sin corteza y libres de tierra y barro. Las solucio-

-nes podrán ser de pentaclorofenol (5 %); mezclas de creosota y gas oil ; naftenatos de cobre o de zinc.- El tiempo de tratamiento varía con el tipo de madera, sección de las piezas, estado de humedad del material leñoso, temperatura del líquido impregnante, etc. por lo que es difícil indicar tiempos de duración.

El consumo para postes de distintos diámetros, son los siguientes:

Diámetro medio del poste (cm)	Consumo de solución en litros según largos		
	<u>1,80 metros</u>	<u>2,00 metros</u>	<u>2,20 metros</u>
5,0	0,40	0,44	0,48
7,5	0,86	0,97	1,08
10,0	1,50	1,70	1,90
12,5	2,40	2,70	3,00
15,0	3,50	3,90	4,30
17,5	4,90	5,35	5,80

Una forma de determinar la duración del tratamiento, es la de calcular el volumen de líquido que absorberá la carga de madera. Una vez colocada la madera y sumergida en la solución, se agregan en el recipiente los litros a retener por la madera marcando el nivel original. El tratamiento finalizará cuando se vuelva al nivel original, lo que indica que la madera ha absorbido el volumen requerido.

## 8.2. Tratamientos a presión sin autoclave

Se basan en la producción de presiones, por medio de vacíos parciales, o columnas del líquido impregnante. Dos son los métodos que se recomiendan.

### 8.2.1. Baño caliente-frío

El impregnante empleado es la creosota o solución de pentaclorofenol al 5 por ciento. La madera estacionada, se sumerge, total o parcialmente en un recipiente que contiene el impregnante a una temperatura de 85-90 °C. La carga de madera se mantiene en dicho baño durante un tiempo que oscila alrededor de una hora por cada 25 mm (1 pulg.) de espesor o de diámetro. Durante ese tiempo, el aire contenido en la madera se calienta y expande, saliendo de la masa

leñosa en forma de burbujas en la superficie del líquido. Cuando ha cesado la ebullición aparente, significa que todo el aire expulsable ya ha sido desalojado de la madera. Constatado tal hecho, se pasa rápidamente la carga de madera a otro recipiente que contiene el mismo preservador a la temperatura ambiente. (FIGURA N° 17). Al enfriarse paulatinamente el aire remanente en la madera, se contrae, provocando un vacío parcial, que permite la aplicación de una sobre-presión en la superficie del líquido, impulsando al preservador a entrar en los espacios libres que dejó el aire expulsado. La impregnación se producirá solamente hasta el nivel de la madera que cubra el líquido impregnante, tal como lo muestra la FIGURA N° 18, como es el caso de postes parcialmente sumergidos. Para piezas que se colocarán horizontalmente se puede emplear una instalación como la que señala la FIGURA N° 19.- Para el calentamiento de la solución en el baño caliente, se puede utilizar fuego directo debajo del recipiente metálico, o emplear sistemas indirectos por conductos especiales, como lo muestra la FIGURA N° 20 en la que se emplea un quemador. Con el método de baño caliente-frío se obtienen muy buenas retenciones y penetraciones, similares a las logradas por utilización de autoclaves.

#### 8.2.2. Método Boucherie

Recibe este nombre de su inventor y se basa en el desplazamiento de la savia del tronco, reemplazada por una solución de sal hidrosoluble. La madera debe estar completamente verde y los troncos deben mantener su corteza lo más intacta posible. Se coloca un recipiente a unos 6-10 metros de altura sobre el nivel del suelo, con una bajada de caño, que distribuye varios ramales que se conectan a conectores colocados en el extremo inferior de los postes. Los postes se acomodan horizontalmente, con un pequeño declive hacia el extremo inferior. La presión de la columna del líquido impulsará a la savia que comenzará a manar por el extremo más delgado del poste y colocado a menor altura. La FIGURA N° 21 mues-

-tra una instalación para postes largos, mientras que la FIGURA N°22 detalla una instalación para postes de alambrado. La diferencia de altura de la fuente de alimentación de impregnante al sistema, está en relación con el largo de los postes y la presión requerida.

El tratamiento se da por terminado cuando el líquido que mana por el extremo más delgado, ha tomado el color característico de la solución impregnante.

Los postes impregnados deben conservarse con la corteza durante el tiempo necesario para lograr un secado uniforme.

El consumo de sal al estado sólido es de unos 0,200 kg por metro lineal de poste, para un diámetro promedio de 0,18 m y largos de 8 a 12 metros.

### 8.3. Tratamientos por sistemas de vacío-presión en autoclave

Mediante el empleo de cilindros metálicos, hermeticamente cerrados (autoclaves) en los que se pueden aplicar vacío y presión, se obtienen los mejores resultados en la impregnación de maderas. Las ventajas de estos sistemas son:

- a) Permiten controlar la penetración y absorción de los productos impregnantes.
- b) Pueden utilizarse varios tipos de agentes protectores, con adaptaciones a un diseño industrial básico.
- c) Pueden operarse con personal de capacitación normal.
- d) Las instalaciones y equipos no resultan demasiado costosos.

Las usinas para impregnación en autoclave, tienen todos en común:

- 1) Autoclave, con o sin sistema de calefacción y con vías decauville internas. (FIGURA N° 24).
- b) Tanque para almacenamiento, reserva y medición del impregnante.
- c) Bombas para la circulación de los líquidos preservadores.
- d) Bomba para vacío.
- e) Bomba (o compresor) para elevar la presión del impregnante o del aire.
- f) Vagonetas para el movimiento de la madera. (FIGURA N° 23).

La FIGURA N° 25 muestra el dispositivo diamagramado de una usina



para impregnación por vacío-presión. Cuando el agente preservador presenta cierta viscosidad (creosota, pentaclorofenol en gasoil), se debe agregar una caldera para calentamiento del líquido.

La FIGURA N° 26 indica un diagrama para una usina que trabaja sin caldera y con soluciones de sal hidrosoluble, o de oleosolubles (pentaclorofenol o naftenatos). La FIGURA N° 27 muestra el circuito para la bomba de servicio, que permite llenar y vaciar el autoclave, así como alimentar al tanque de servicio, desde el tanque para preparar las mezclas o disoluciones.

La FIGURA N° 28 marca el recorrido del circuito para la bomba de presión. En este esquema el tanque de servicio actúa también como tanque de medición, indicando la absorción que acusa la carga de madera.

Los métodos por vacío-presión más difundidos son los siguientes:

### 8.3.1. Método Bethell

Este proceso permite obtener las máximas penetraciones y mayores absorciones, y se lo emplea siempre con soluciones acuosas (hidrosolubles) debido a los grandes volúmenes de solución que debe colocarse en la madera para lograr las retenciones necesarias (150 a 300 litros/m<sup>3</sup>). Por esta circunstancia se lo denomina: "sistema a célula llena", por saturar los espacios del tejido leñoso.

Las fases de este método, como los tiempos y rangos utilizados son:

	<u>Minutos</u>
a) Introducción de la madera en el autoclave y cierre de la puerta .....	10-20
b) Vacío hasta 600-700 mm/Hg .....	15-30
c) Llenado del autoclave con el impregnante .....	20-30
d) Presión con el impregnante hasta 8-15 kg/cm <sup>2</sup> .....	90-120
e) Evacuación del impregnante .....	20-30
f) Vacío final hasta 600-700 mm/Hg .....	15-30
g) Apertura de la puerta y retiro de la carga .....	10-20

TIEMPO TOTAL ..... 180-280

En el caso de emplear creosota u oleosolubles, la temperatura del lí

-quido será de 80-95 °C.-

### 8.3.2. Método Lowry

Permite obtener retenciones y absorciones medianas, empleándose generalmente con creosota y oleosolubles. Las fases son:

	<u>Tiempo minutos</u>
a) Introducción de la madera y cierre de la puerta.....	10-20
b) Llenado del autoclave con el impregnante .....	20-30
c) Presión con el impregnante, hasta 8-15 kg/cm <sup>2</sup> .....	120-150
d) Evacuación del impregnante .....	20-30
e) Vacío final hasta 600-700 mm/Hg .....	15-30
f) Apertura de la puerta y retiro de la madera .....	10-20
TIEMPO TOTAL .....	<u>205-280</u>

### 8.3.3. Método Rueping

Es el método que permite lograr buenas penetraciones, con el mínimo de absorción, recibiendo el nombre de "sistema a célula vacía", por dejar los espacios celulares libres de sustancia preservadora, la que solamente tapiza las superficies de los elementos celulares. Las fases del proceso son:

	<u>Tiempo minutos</u>
a) Introducción de la madera y cierre de la puerta ....	10-20
b) Inyección de aire (2-3 kg/cm <sup>2</sup> ) en el autoclave .....	20-30
c) Llenado del autoclave con el impregnante, sin disminuir la presión del aire .....	40-60
d) Aplicación de la presión (8-15 kg/cm <sup>2</sup> ) .....	120-180
e) Evacuación del líquido preservador .....	20-30
f) Vacío final hasta 600-700 mm/Hg .....	15-30
g) Apertura de la puerta y retiro de la carga .....	10-20
TIEMPO TOTAL .....	<u>235-370</u>

### 8.3.4. Método Boulton

Se caracteriza por posibilitar el secado de la madera que se

introduce en el autoclave. Este método de secado ha sido descrito en el "Manual para el secado artificial de las maderas misioneras", y los pasos son:

	<u>Tiempo minutos</u>
a) Introducción de la madera y cierre de la puerta ....	10-20
b) Llenado del autoclave con el impregnante oleoso caliente (85-90 °C),dejando una cámara de aire en la parte superior .....	20-30
c) Aplicación del vacío (600-700 mm/Hg) en la cámara superior .....	300-500
d) Se completa el llenado del autoclave con el impregnante .....	10-20
e) Aplicación de la presión hasta 8-15 kg/cm2 .....	90-180
f) Evacuación del líquido preservador .....	20-30
g) Vacío final hasta 600-700 mm/Hg .....	15-30
h) Apertura de la puerta y retiro de la carga .....	10-20
TIEMPO TOTAL .....	<u>475-830</u>

La aplicación del vacío sobre la cámara que deja la creosota caliente que cubre a la madera, provoca la evaporación del agua contenida en la madera. Los vapores condensados en el equipo "Boulton" son medidos , y cuando su volumen corresponde a la cantidad de agua que se debe extraer de la carga de madera, se da por finalizada esta fase del proceso. El GRAFICO N° 29 indica las fases, tiempos y rangos, de los tres métodos clásicos de impregnación en autoclave.

La FIGURA N° 30 muestra un equipo móvil para la impregnación de maderas de poca longitud (postes para alambrados, varillas).

#### 8.4. Medios para evitar o detener la acción de agentes biológicos destructores

Además de los sistemas y métodos para lograr la impregnación de las maderas, con penetración de los preservadores en la masa leñosa, existen otros medios para proteger a las maderas, evitando la iniciación de los ataques.

##### 8.4.1. Durante el estacionamiento

Las maderas propensas al ataque de hongos e insectos, siguen

siendo vulnerables a estos mismos agentes, después que los rollizos han sido transformados en material aserrado. Para evitar sus ataques es necesario recurrir a tratamientos preventivos para resguardar la calidad original durante el estacionamiento.

a) Prevención de manchas:

Se utilizan los mismos productos protectores (anti-mohos) recomendados para evitar el manchado en los rollizos. En este caso es necesario emplear sistemas mecanizados para obtener una mayor economía en el tratamiento. Uno de los sistemas más aconsejable es el compuesto por una cinta transportadora, a la salida de la línea de aserrado (madera verde) que hace pasar a las tablas por un baño (inmersión, pulverización), que mantiene constante la concentración de la solución antiséptica. El producto recomendado es el pentaclorofenato de sodio, con agregado de sustancias complementarias (ácido bórico, bórax) y en dosis del 2 al 4 por ciento. La duración del baño es de pocos segundos (15-30) y debe aplicarse inmediatamente después de aserrada la madera. . El consumo del producto anti-moho para material aserrado varía según el tipo de madera, ya que las más permeables absorberán mayor cantidad de antiséptico. También el espesor de las tablas influye en el consumo unitario. A continuación se anotan los consumos promedios para diferentes tipos de material aserrado, para 100 metros cuadrados de tablas de 25 mm de espesor (una pulgada).

<u>Escuadrías</u> <u>(mm)</u>	<u>Maderas porosas</u> <u>(litros)</u>	<u>Maderas densas</u> <u>(litros)</u>
25 x 150	100	80
25 x 200	95	76
25 x 250	90	72
50 x 200	50	40
50 x 250	45	36
75 x 75	70	55
75 x 150	50	40
75 x 250	35	28
100 x 200	25	20
100 x 250	22	18

b) Prevención de ataque de insectos:

Durante el período de estacionamiento, algunas especies leñosas misioneras corren el riesgo de ser atacadas por insectos xilófagos, especialmente los pertenecientes al género Lyctus, caracterizados por atacar la albura de latifoliadas. Entre las maderas misioneras son susceptibles al ataque de insectos xilófagos las siguientes: cedro; cancharana; espina de corona; rabo itá; rabo molle; timbó colorado. El tratamiento preventivo consiste en la inmersión o pulverización con soluciones de compuestos bóricos, preferentemente mezclados con pentaclorofenato de sodio, en aplicación sobre madera verde. El agregado de compuestos clorados, tales como "gamexane"; "dieldrín" refuerza la acción insecticida del tratamiento. La FIGURA N° 31 muestra una forma de tratar madera aserrada en estacionamiento.

8.4.2. Durante el almacenamiento

Si el almacenamiento se realiza según las indicaciones que figuran en el "Manual para el secado artificial de las maderas misioneras" no existirán riesgos de ataque por parte de los hongos, pero si seguirán vulnerables a los insectos xilófagos. Para evitar tales problemas se recomienda el espolvoreo con productos insecticidas, preferentemente a base de clorados (gamexane; dieldrín).

8.4.3. En el transporte

Se observarán las mismas precauciones que las indicadas para el almacenamiento, especialmente el evitar el acceso de agua de lluvia o condensación de humedad, en el caso de que el transporte se prolongue el tiempo suficiente como para que puedan desarrollar y atacar los hongos que manchan o destruyen a las maderas muy sensibles.

8.4.4. En obra

En el caso de maderas colocadas en obra y que acusan signos de pudrición o ataques de insectos, se procederá a:

a) Eliminar las partes seriamente afectadas que comprometan la es-

-tabilidad mecánica de la estructura,procediendo a su destrucción por el fuego.

- b) Reemplazar las partes eliminadas con maderas sanas,naturalmente resistentes o impregnadas.
- c) Tratar con productos fungicidas o insecticidas,las porciones vecinas remanentes.
- d) En el caso de ataques localizados de insectos,se inyectarán productos oleosos insecticidas aprovechando los orificios detectados,cubriendo toda el área afectada,por medio de jeringas con agujas reforzadas. Se complementa el trabajo mediante pinceladas repetidas en las porciones vecinas al ataque identificado.

9. CARACTERISTICAS DE UNA USINA TIPO PARA IMPREGNACION EN AUTOCLAVE

En las FIGURAS N° 24 a N° 28 se indican la ubicación y distribución de los elementos y equipos constituyentes de una usina tipo para impregnación de maderas, y en el Punto 8.3. se detallaron las fases de los diversos métodos de preservación,por aplicación de vacío-presión. A continuación se detallan los distintos elementos,con sus características técnicas,para una usina destinada a la impregnación de maderas aserradas,con destino a construcción y usos en el ámbito rural. El diseño corresponde a una instalación apta para el tratamiento de la madera con sales hidrosolubles o pentaclorofenol,productos que cubren los requerimientos para maderas impregnadas con cualquier destino.

Autoclave:

Diámetro .....	1400 mm
Longitud .....	9200 mm
Espesor del cilindro .....	12,7 mm
Volumen total del cilindro .....	14 m3
Volumen útil para tratamiento (50%).....	7 m3
Volumen de espacios libres .....	7 m3
Capacidad de madera por carga .....	280 m2
Capacidad madera por día (2 cargas) .....	560 m2
Capacidad normal por año(250 días) .....	140.000 m2
Capacidad máxima anual(4 cargas/día).....	280.000 m2

De forma cilíndrica-horizontal; soldadura eléctrica interior y ex-

-terior; con fondo bombeado y tapa desmontable y abulonada mediante piezas volcables y soldadas al cuerpo del cilindro, con sus correspondientes mariposas. Llevará guarnición adecuada para cierre hermético, a presiones de trabajo hasta 15 kg/cm<sup>2</sup>. Llevará las correspondientes conexiones para carga, descarga de soluciones impregnantes, vacío, presión, instrumentos de medición, caño para rebalse. Llevará una vía decauville interna de trocha 500 mm a todo lo largo del cilindro y fijada al cuerpo del mismo, con rieles de 10 kg de peso por metro lineal de riel. Se colocarán guías para el enganche de las vagonetas. Todas las superficies externas del autoclave llevarán pintura anticorrosiva. Con tres zapatas metálicas soldadas eléctricamente al cuerpo, para su colocación sobre las bases. El autoclave será colocado sobre una fosa, con la finalidad de facilitar las inspecciones y reparaciones del autoclave y conexiones. Para facilitar el movimiento de la puerta del autoclave, se ha previsto la colocación de un pórtico especial giratorio. Al mismo tiempo se ha previsto la colocación de un puente (vías decauville de 500 mm) desplazable, para permitir el movimiento de la puerta, en las etapas de apertura y cierre.

Bomba para movimientos de líquidos:

Caudal horario .....	30	m <sup>3</sup>
Altura de elevación .....	6	m
Potencia requerida .....	2	HP
Diámetro de las toberas ...	62	mm

Es una bomba centrífuga utilizada para llenar y descargar el autoclave. Estará construida con materiales resistentes al desgaste por incorporación de residuos de madera, tierra y restos de sales sin disolver. Debe bombear líquidos salinos en los que aparecen bórax, ácido bórico, bicromatos alcalinos, sulfato de cobre, cloruro de zinc, sulfato de amonio, en soluciones del 2 al 20 por ciento. Estará instalada en el circuito entre el autoclave y el tanque de trabajo y servirá, en función del diseño de cañerías y válvulas, tanto para el llenado, como para vaciar el cilindro de tratamiento.

Bomba para vacío:

Vacío de trabajo (depresión) .....	700 mm/Hg
Caudal horario .....	30 m <sup>3</sup>
Potencia requerida .....	3 HP
Diámetro boca de aspiración .....	25 mm

Está destinada a efectuar la aspiración del aire contenido en el autoclave y masa de la madera, a fin de facilitar la penetración del impregnante. Se halla colocada directamente vinculada al autoclave.

Bomba para presión hidráulica:

Caudal horario .....	3 m <sup>3</sup>
Presión máxima de trabajo .....	15 kg/cm <sup>2</sup>
Potencia requerida .....	7,5 HP
Diámetro de las toberas .....	32 mm

Servirá para elevar la presión del impregnante dentro del autoclave, tomando el líquido preservador desde el tanque de medición. De esta manera se verifica la absorción acusada por la madera y se puede regular la retención expresada en kilogramos por metro cúbico de madera aserrada. Estará construida con materiales resistentes a la acción de soluciones alcalinas-salinas.

Tanque de trabajo:

Tiene por cometido almacenar la cantidad de impregnante necesaria para llenar el autoclave, una vez que se ha introducida la carga de madera, y contener una reserva para realimentar al tanque de medición. Será del tipo cilíndrico-vertical, construido con chapa de hierro de espesor uniforme de 4,8 mm. Con soldadura eléctrica interior y exterior; con fondo plano y techo cónico. Provisto de entrada para hombre, con tapa abulonada, escalerilla de acceso interior y exterior. Con conexiones para bomba de movimiento de líquidos, en la parte inferior y superior; boca de ventilación. Estará pintado con pintura anticorrosiva y llevará externamente un indicador de volumen a nivel, sobre escala graduada. Las dimensiones serán:

Volumen .....	15 m <sup>3</sup>
Diámetro .....	2,40 m
Altura .....	3,30 m



Tanque para medición:

Su misión es proveer la cantidad de impregnante que se introducirá en la madera, mediante la bomba de presión hidráulica. Su volumen se ha calculado para la máxima cantidad de madera que entre en el autoclave, con una dosis de 300 litros por metro cúbico de madera y para atender el consumo diario de líquido preservador en dos cargas diarias. Será del tipo cilíndrico-vertical, construido con chapa de hierro de espesor uniforme de 3,17 mm; con soldadura eléctrica interior y exterior; con fondo plano y techo cónico. Provisto de entrada para hombre; escalerilla de acceso interior y exterior; con conexiones para unirlo a la bomba de presión y bomba de movimientos. Llevará una escuela graduada externa para volumen e indicador de nivel a flotante. Con pintura anticorrosiva. Las medidas serán:

Volumen .....	5 m3
Diámetro .....	1,20 m
Altura .....	4,00 m

Tanque para disoluciones:

Se usará para preparar las soluciones impregnantes y estará construido con forma cilíndrico-vertical, con chapa de hierro de espesor uniforme de 3,17 mm; con soldadura eléctrica externa e interna. Con fondo plano y abertura superior, sobre la se montará un sistema de agitación a fin de facilitar la disolución de las sales y del pentaclorofenol. Con conexión para vincularlo a la bomba de movimientos. Con pintura anticorrosiva. Las medidas serán:

Volumen .....	5 m5
Diámetro .....	2,20 m
Altura .....	1,30 m

Elementos para control y medición:

Para llevar el control de los tratamientos y manejo de la usina, se instalará un tablero central con llaves para las bombas, con sus lámparas piloto, fusibles, llave central, interruptor general. Sobre el cuerpo del autoclave se colocará:

Termómetro con rango de 0°C a 100 °C  
Vacuómetro con rango de 0 a 760 mm/Hg  
Manómetro con rango de 0 a 20 kg/cm<sup>2</sup>  
Caño de rebalse para verificar el llenado del autoclave  
Válvula de seguridad, graduada a 15 kg/cm<sup>2</sup>

En el circuito de autoclave-tanque de medición-bomba de presión, se intercalará una válvula by-pas ,para retorno del impregnante una vez alcanzada la presión de trabajo.

Un medidor de humedad para madera aserrada, modelo por resistencia eléctrica, con rango de 6 a 60 % de humedad y electrodos a agujas para profundidades de 20 mm como mínimo.

Vagonetas para movimientos de la madera:

4 vagonetas, trocha 500 mm ,con limitadores de carga en brazos volcables y cierre a cadena; rodado especial adaptado a las soluciones salinas aplicadas a alta presión; chasis de 2000 mm de largo y calculado para soportar cargas de hasta 3.500 kilogramos.

50 m de vías decauville ; trocha 500 mm ,con rieles de 10 kg, por metro de riel; con eclisas, bulones y durmientes.

1 cambio de vía; trocha 500 mm ,compuesto de rieles de 10 kg el metro lineal de riel; armado sobre travesaños tipo brigada.

## 10. POSIBILIDADES DE USO DE LAS MADERAS MISIONERAS MEDIANTE LA PRESERVACION

En el Punto 2. (Durabilidad natural) y en el Punto 3.6. (Grado y Tipo de penetración), se han dado las nociones técnicas para definir las posibilidades y conveniencia de utilizar las maderas misioneras en diversos destinos, mediante la preservación. Tales usos se refieren a condiciones de exposición (contacto con la tierra; empotramiento al exterior; uniones y ensambles a la intemperie) que signifiquen riesgos de pudrición. En el caso de ataques por insectos, los tratamientos se relacionan con el grado de susceptibilidad de las maderas misioneras.

### 10.1. Postes, tutores y otros tipos de piezas redondas

10.1.1. Piezas para uso rural:

Eucaliptos ; Guayaibí blanco ; Laureles ; Loro blanco ; Marmelero ; Pino ellioti ; Pino taeda ; Pino misionero; Rabo itá ; Rabo molle ; Sota caballo ; Tarumá; Vasurifia.

10.1.2. Postes largos para líneas aéreas:

Eucaliptos ; Pino misionero ; Pino ellioti ; Pino taeda.

10.2. Maderas aserradas

10.2.1. Durmientes; Puentes ; Alcantarillas:

Guayaibí blanco ; Laureles; Loro blanco; Marmelero; Rabo itá ; Rabo molle; Sota caballo; María preta; Virapitá.

10.2.2. Construcciones en general a la intemperie:

Las maderas anteriores con el agregado de: Ambay-guazú; Carne de vaca; Caroba; Guaica; Pino misionero; Pino ellioti; Pino taeda; Sabugero.

10.2.3. En construcciones bajo techo:

Albura de: Cedro ; Cancharana ; Espina corona; Rabo itá; Rabo molle ; Timbó colorado.

11. CARACTERISTICAS Y PROPIEDADES DE LA MADERA IMPREGNADA

La incorporación de productos preservadores en la masa leñosa afecta sus propiedades, siempre en sentido positivo en relación a su mayor resistencia a los agentes destructores, pero a veces se operan reacciones negativas. En este último caso, las variaciones pueden comprender aspectos vinculados con la solidez, características físicas, combustibilidad, corrosión, higroscopicidad, etc.

A continuación se mencionan cuales son los efectos que producen los tratamientos preservadores sobre la aptitud tecnológica y comportamiento de las maderas.

11.1. Resistencia mecánica

Generalmente la madera impregnada deberá soportar cargas y esfuerzos (postes, durmientes, tirantes, vigas, etc.), por lo que debe esperarse que los tratamientos preservadores no disminuyan sus re-

-sistencias mecánicas. Los ensayos realizados con los productos preservadores corrientes (creosota, sales, pentaclorofenol, naftenatos) aplicados en dosis normales indican que éstos no tienen efectos perjudiciales, salvo si se utilizan temperaturas y presiones elevadas por períodos prolongados. Las sales hidrosolubles (sulfato de cobre, cloruro de zinc y otras) pueden dañar las fibras leñosas, tornándolas quebradizas, si se aplican en soluciones con concentraciones superiores al 5 por ciento, especialmente si se las emplea con temperaturas altas. Las experiencias realizadas permiten formular las siguientes aseveraciones:

- a) A mayor temperatura y duración del tratamiento, mayor reducción de las resistencias mecánicas.
- b) Las piezas de mayor diámetro (postes) o escuadrías (aserradas), son afectadas en mayor grado que las de escuadrías pequeñas.
- c) El duramen es más propenso a debilitarse que la albura.
- d) El tratamiento a maderas verdes por los sistemas de secado en el proceso de impregnación, ocasiona mayores daños al leño.
- e) El comportamiento y efecto mecánicos en la solidez de la madera, están relacionados con la especie forestal.
- f) Cuando la combinación de presión y temperatura pueda causar daños mecánicos a la madera, es aconsejable reducir la presión, más bien que la temperatura.
- g) En todos los casos de maderas refractarias a la impregnación, es conveniente llevarlas a un bajo tenor de humedad (15-20 %), ~~usar~~ presiones bajas y prolongar el período de presión.

### 11.2. Inflamabilidad

Una de las más frecuentes objeciones que se hacen al uso de la madera, especialmente en construcción y en viviendas, es su propiedad de encenderse y propagar el fuego. Al tratar el tema de los agentes destructores físicos, se comentó el efecto del calor (Punto 4.2.1.) sobre los materiales leñosos. Es por ello deseable que los agentes preservadores disminuyan, o por lo menos, no incrementen

la inflamabilidad de la madera.

Los únicos agentes preservadores que retardan o limitan la acción del fuego, son las sales hidrosolubles específicas y algunos productos orgánicos clorados. Hasta el presente se acepta que las sales de zinc, boro, fósforo y amonio, son las más efectivas para proteger a las maderas del fuego: Cloruro de zinc ; Sulfato de amonio ; Fosfatos de amonio ; Borato de sodio ; Acido bórico.

Las dosis elevadas recomendadas para las sales ignífugas (20 a 40 kgr/m<sup>3</sup>) pueden afectar las resistencias mecánicas del material leñoso, por lo que se aconseja disminuir adecuadamente las dosis a los límites mínimos admisibles, o dimensionar las escuadrías para compensar el debilitamiento estimado para las piezas estructurales. La eficacia de las sales ignífugas tienen como base alguna de las siguientes causas:

- a) Liberación de agua de cristalización.
- b) Desprendimiento de gases no combustibles.
- c) Producción de masas viscosas inertes.
- d) Reducción de la cantidad de gases combustibles producidos al carbonizarse la madera.

Algunas sales preservadoras favorecen la combustión y formación de brasa en la madera tratada, en especial las sales derivadas del cromo, potasio y hierro, lo que explica la combustión sin llama de maderas impregnadas que contienen elevados porcentajes de bicromatos alcalinos.

### 11.3. Efectos corrosivos sobre metales

Los clavos, tornillos, pernos, tirafondos y otras piezas metálicas colocadas sobre la madera impregnada, pueden ser atacados por los agentes preservadores. En general las creosotas y los productos oleosolubles no atacan al hierro, salvo la creosota derivada del alquitrán de madera, cuyos ácidos (acético) no han sido adecuadamente neutralizados.

Las soluciones de cloruro de zinc suelen atacar al hierro, así como

las sales que contienen sulfatos, si no se agregan sustancias anticorrosivas, tales como derivados del "cromo".

#### 11.4. Resistencia eléctrica

La madera seca se comporta como un excelente aislante eléctrico, resultando ventajosa para ciertos usos. La resistencia eléctrica varía con la especie forestal, dirección de la corriente y la temperatura de la madera, pero el factor más importante es su porcentaje de humedad. Al secarse la madera, desde el punto de saturación de las fibras (25-35 %) al estado anhidro, su resistencia eléctrica aumenta un millón de veces. La presencia en el leño de un producto preservador puede hacer variar su resistencia eléctrica, en función del incremento de la higroscopicidad del material tratado y de su grado de solubilidad, especialmente cuando se trata de sustancias inorgánicas. La creosota y los productos oleosolubles no modifican la conductibilidad eléctrica, siempre que no se incremente el contenido de humedad en la madera. Las sales hidrosolubles disminuyen, en mayor o menor grado, la resistencia eléctrica de la madera tratada.

#### 11.5. Trabajabilidad y usos

##### a) Pintado:

Generalmente la madera preservada se usa en piezas que no requieren aplicación de pinturas o barnices (postes, durmientes, pilotes, varillas). A veces es deseable que la madera impregnada reciba recubrimientos decorativos o protectores contra la humedad, como en el caso de puertas, ventanas, marcos, tirantería, revestimientos, colmenas, vigas, zócalos y maderas expuestas a la intemperie en general. La madera creosotada no puede ser recubierta con pinturas, lacas, barnices, pues las destruye. Solamente da buen resultado la aplicación de polvo o escamas de aluminio suspendido en resinas sintéticas. Las maderas tratadas con pentaclorofenol pueden ser pintadas o barnizadas, según el tipo de solvente utilizado, cuya compatibilidad con los recubrimientos debe ser mencionada por el fabricante.

-te del producto preservador. En general no hay problemas con soluciones de pentaclorofenol en aguarrás, querosene, gasoil.

Las maderas tratadas con sales hidrosolubles no presentan inconvenientes en la aplicación de pinturas, barnices y lustres, siempre que el material leñoso haya sido secado convenientemente.

b) Encolado:

La conveniencia de impregnar las maderas que deberán ser encoladas (terciados, laminados, uniones, ensambles, etc.) indica la necesidad de determinar la aptitud del material preservado a la aplicación de adhesivos y colas. En general se considera que las maderas tratadas con sales no presentan inconvenientes en el encolado, siempre que las superficies a encolar estén limpias, secas, lisas y sin rastros de preservador en polvo. En el caso de la creosota y oleosolubles, los encolamientos serán más dificultosos, especialmente con la primera (creosota), ya que deja superficies sucias, aceitosas y, a veces, con porciones de preservador líquido.

Antes de impregnar madera que deberá ser encolada, deberá informarse sobre la compatibilidad existente entre el impregnante, el solvente a utilizar y el tipo de adhesivo.

c) Maquinado:

Las maderas con elevada retención de sales (20-40 kg. por m<sup>3</sup>) pueden presentar inconvenientes en su maquinado, especialmente en el aserrado, cepillado, moldurado y machiembado. Para evitar los inconvenientes citados, se recomienda el uso de herramientas cortantes especiales, y efectuar todas las operaciones de labrado, antes del tratamiento preservador.

### 11.6. Higroscopicidad

La higroscopicidad natural de la madera puede ser modificada en razón del tipo de agente preservador utilizado. Los productos oleosos (creosota, pentaclorofenol, naftenatos) disminuyen la higroscopicidad, ya que la superficie y masa leñosa quedan parcialmente impermeabilizadas. El agregado, en las soluciones de pentacloro-

-fenol, de sustancias "repelentes al agua" (ceras, parafinas, resinas) disminuyen notablemente la absorción de agua por parte de la madera impregnada.

Las sales preservadoras incrementan, en general, la higroscopicidad de la madera, en especial cuando se emplea "sulfato de amonio" y "bicromato de sodio". El grado de elevación de la higroscopicidad depende de las retenciones aplicadas, siendo este incremento mayor en las sales ignífugas debido a las elevadas dosis recomendadas (20-40 kg/m<sup>3</sup>). La mayor higroscopicidad que acuse una madera tratada, también incrementará su acción corrosiva sobre los elementos de hierro que se apliquen, acortando también la duración de pinturas y barnices.

## 12. NORMAS NACIONALES QUE RIGEN EN LA PRESERVACIÓN DE MADERAS

En Argentina se aplican las normas del Instituto Argentino de Racionalización de Materiales (IRAM), que cubren los siguientes temas:

- Nº 9505 - Preservadores para madera-Condición de aplicación.-
- Nº 9511 - Preservadores de madera a los agentes biológicos.-
- Nº 9512 - Creosota de alquitrán de hulla- Características físicas y químicas.-
- Nº 9513 - Creosota de alquitrán de hulla (Extracción de muestras).-
- Nº 9514 - Creosota de alquitrán de hulla- Métodos de ensayo.-
- Nº 9515 - Preservadores compuestos zíncicos.-
- Nº 9516 - Preservadores compuestos cúpricos.-
- Nº 9517 - Preservadores compuestos arsenicales.-
- Nº 9518 - Toxicidad, permanencia y eficacia de los preservadores de madera.-
- Nº 9519 - Pentaclorofenol para preservación.-
- Nº 9520 - Naftenato de cobre para preservación.-
- Nº 9521 - Tratamiento por vacío-presión de postes de madera para líneas aéreas de energía con sustancias preservadoras.-



- Nº 9534 - Postes de madera, preservados con oleosos, para líneas aéreas de energía-Proceso baño caliente-frío.-
- Nº 9538 - Postes de madera preservada para uso rural-Baño caliente frío.-
- Nº 9539 - Postes de madera preservada para uso rural: Por vacío-presión.-
- Nº 9549 - Postes redondos de madera impregnada para uso rural.-
- Nº 9555 - Postes de madera preservada con sales solubles en agua, para líneas aéreas de energía. Tratamientos por vacío-presión.
- Nº 9569 - Postes de eucaliptos preservados con sales solubles en agua, del tipo cromo-cupro-bóricas.-

BIBLIOGRAFIA

- HUNT, G.M. y C.A. GARRAT (1962) - Preservación de la madera ; Ed. Salvat; Madrid; España.-
- KRAEMER KOELLER, G. (1958)- Compendio de la conservación de maderas. Imprenta Cervantina; Santander; España.-
- TINTO, J.C.- (1949)- Determinación del grado de penetrabilidad en maderas argentinas.- Adm. Nac. Bosques; Publ. Téc. N° 12; Bs. As.-
- TINTO, J.C.- (1978)- Aporte del sector forestal a la construcción de viviendas.- IFONA ; Foll. Tec. n° 44 ; Bs. Aires.-
- CABEZA, R.L. y S. Valencia Barra.- (1973)- Información general para los usuarios de madera tratada.- Instituto Forestal; Bol. Informativo N° 28 ; Santiago de Chile.-
- Castillo, H. t H. Michelli.- (1970)- Preservación y control de la mancha azul en la madera.- Instituto Forestal, Informe Técnico N° 34 ; Santiago de Chile.-
- TINTO, J.C.- (1960) Impregnación de postes para uso rural.- Direc. Inv. Forestales; Adm. Nac. Bosques ; Foll. Tec. N° 5 ; Bs. As.-
- TINTO, J.C.- (1954)- Preservación de la madera.- Min. Agr. y Gand. de la Nación; Publ. Misc. n° 343 ; Bs. Aires.-
- FAO.- (1973).- Preservación de la madera.- Proyecto de desarrollo Forestal y de Industrias Forestales en Paraguay.- Documento de Trabajo N° 7 ; Enero ; Roma; Italia.-
- TORRES, J.J.- (1966)- Conservación de maderas en su aspecto práctico.- Ins. Forestal de Inv. y Experiencias; Madrid.-
- TORRES, J.J.- (1968)- Los organismos xilófagos y su tratamiento.- Ins. Forestal de Inv. y Exp. ; Madrid.-
- TORRES, J.J.- (1964)- El azulado de la madera y su tratamiento.- Inst. Forestal de Inv. y Exp.; Madrid.-
- JARA IZQUIERDO, A.- (1971)- Organismos destructores de la madera.- Hojas de divulgación ; Min. de Agricultura ; Madrid.-
- TUSET, R. y J. KRALL.- (1971)- El ataque de insectos xilófagos en madera verde de Eucalyptus y Pinus.- Boletín Depto. Forestal N° 17 ; Fac. Agronomía ; Montevideo; Uruguay.-
- SANTORO, F.H.- (1957)- Contribución al conocimiento de la biología de Platypus sulcatus.- Rev. Inv. Forestales ; Tomo I, N° 3 ; Adm. Nac. Bosques ; Bs. Aires.-
- PEREZ, V.A.- (1978)- Manual de Construcción en Madera.- Instituto Forestal ; Manual n° 10 ; Santiago de Chile.-

A N E X O

**IDENTIFICACION POR LOS DAÑOS, DE LOS GRUPOS MAS COMUNES DE INSECTOS XILOFAGOS**

	<b>Anóbidos</b>	<b>Líctidos</b>	<b>Escolitidos</b>	<b>Cerambycidos</b>	<b>Termitas</b>
<b>Madera atacada</b>	principalmente sáмого de coníferas	solamente sáмого de latifoliadas	cualquier madera	principalmente sáмого	cualquier madera
<b>Estado de la madera cuando ocurre el ataque</b>	seca; a menudo bastante vieja	parcial o totalmente seca	verde	seca en el caso de Hylotrupes; verde en el caso de Phoracantha	generalmente seca
<b>Perforaciones (forma y tamaño)</b>	por lo común redondos, de aprox. 1,5 mm de diámetro	por lo común redondos, de 1,0 a 1,5 mm de diámetro	por lo común redondos, a menudo menores de 1,0 mm de diámetro	por lo común elípticas, de tamaño variable según especie	pocas perforaciones visibles o expuestas
<b>Túneles</b>	paralelos al grano y transversales a él, dando apariencia de panal; un alfiler penetrará sólo a muy corta distancia.	paralelos al grano principalmente; la totalidad del sáмого puede ser reducida a polvo; un alfiler penetrará sólo a muy corta distancia	transversales al grano principalmente; aislados, de diámetro uniforme; un alfiler podrá penetrar profundamente, a menudo en toda su longitud	paralelos al grano principalmente; ovales y de formas irregulares, variando de ancho en su trayecto	paralelos al grano generalmente
<b>Tipo y cantidad de polvo</b>	flojo en los túneles, fino, arenoso, a veces eyectado en pequeñas cantidades por los agujeros de salida	compactado en los túneles, harinoso, a menudo saliendo abundante por los agujeros de salida	poco o ninguno en los túneles	harinoso y también como aserrín fino, con partículas de excremento de madera	túneles ligeramente llenos de excrementos de madera, no muy aglomerados con aserrín pulverulento, cantidad variable con la especie

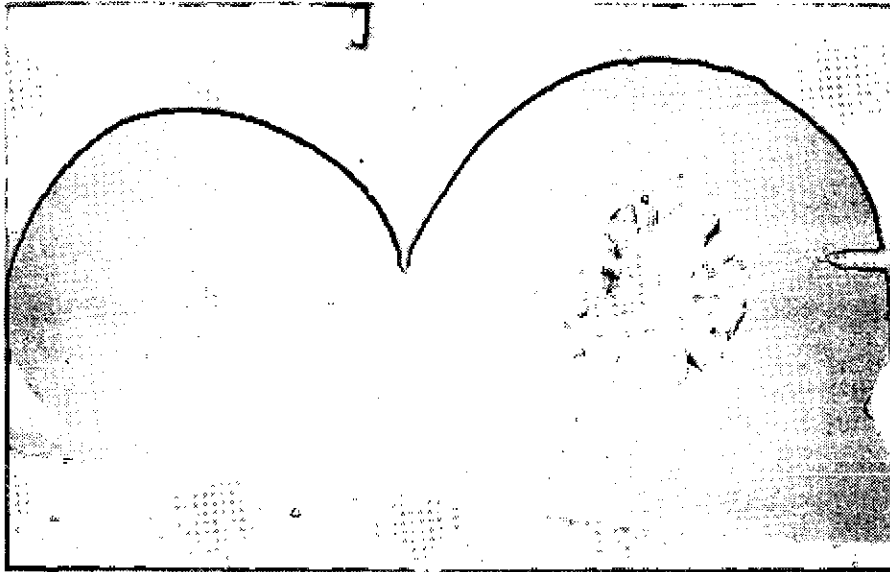


**CUADRO N° 1**

**PRESERVADORES Y TRATAMIENTOS SEGUN EL USO DE LA MADERA**

<b>USOS DE LA MADERA</b>	<b>PRESERVADORES</b>	<b>TRATAMIENTOS MAS CONOCIDOS (citados en orden de preferencia por eficacia)</b>
Uso exterior maderas en contacto con el suelo: postes para líneas aéreas; postes para cercas; durmientes; estructuras de construcciones	creosota o pentaclorofenol o naftenato de cobre	vacio-presión; baño caliente-frio
	sales CCA	vacio-presión
maderas sin contacto con el suelo y sin pintado posterior al tratamiento: portones, construcciones rurales	creosota o pentaclorofenol o naftenato de cobre	vacio-presión; baño caliente-frio; inmersión; pincelado; pulverización
	sales CCA	vacio-presión; Boucherie modificado; Boucherie
maderas sin contacto con el suelo y con pintado posterior al tratamiento: puertas, marcos, ventanas, persiana:	sales CCB	vacio-presión; inmersión; ascensión; Boucherie modificado; Boucherie
	pentaclorofenol o naftenato de cobre	vacio-presión; baño caliente-frio; inmersión; pincelado; pulverización
	sales CCA	vacio-presión; Boucherie modificado; Boucherie
	sales CCB	vacio-presión; inmersión; ascensión; Boucherie modificado; Boucherie

FIGURA N° 1



Secciones de postes de eucalipto creosotados mostrando  
la albura totalmente impregnada



FIGURA N° 2 (A)  
Tilosis en corte transversal de un vaso de latifoliada



FIGURA N° 2 (B)  
Tilosis en corte longitudinal



PLATE 10A.—Damage by Dubole River Beetles (natural size)

FIGURA N° 3

Insectos que atacan maderas al estado verde.

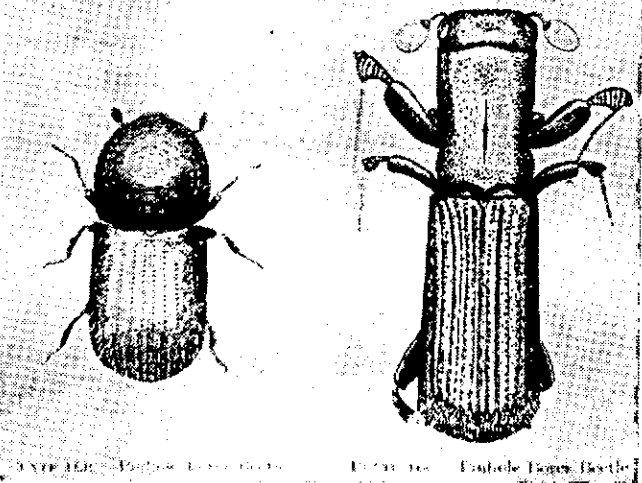


PLATE 10B.—Dubole River Beetles (natural size)

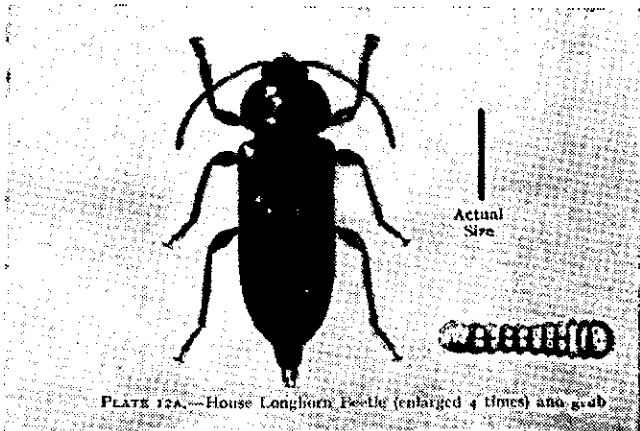
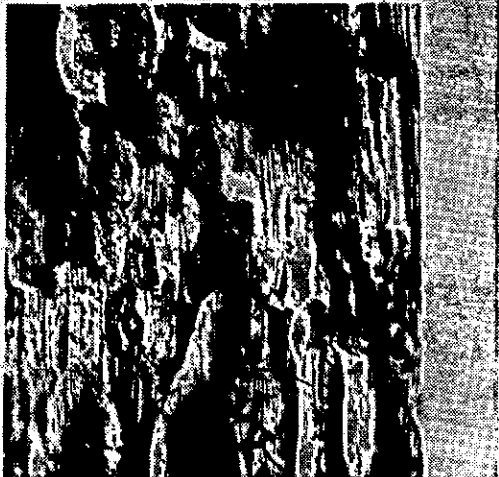


PLATE 12A.—House Longhorn Beetle (enlarged 4 times) and grub

FIGURA N° 4

Insecto que ataca madera puesta en obra, especialmente en edificios.



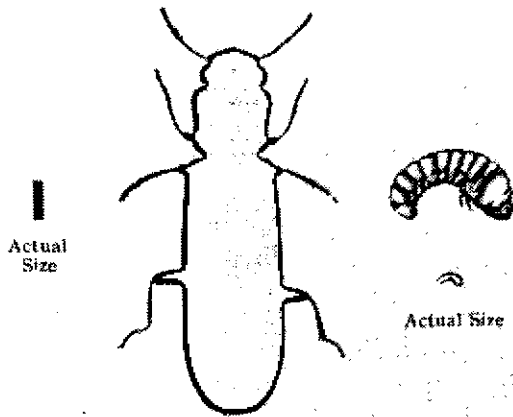


PLATE 10A.—Lyctus Beetle (*Lyctus brunneus*) (enlarged 10 times) and grub



FIGURA N° 5

Insecto responsables del apolillamiento de las maderas de latifoliadas.

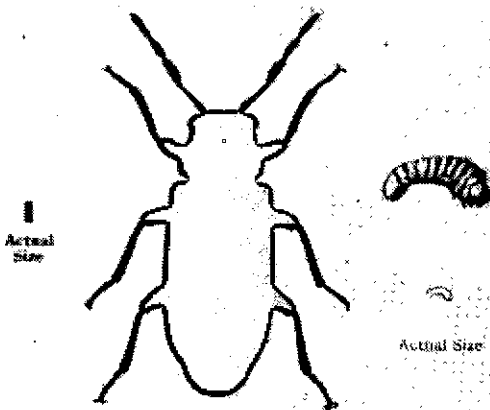


PLATE 9A.—Furniture Beetle (enlarged 17 times) and grub

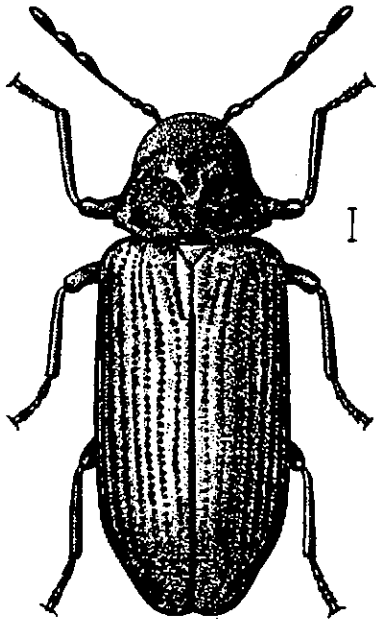
FIGURA N° 6 (A)

Insecto que ataca madera seca, especialmente muebles.

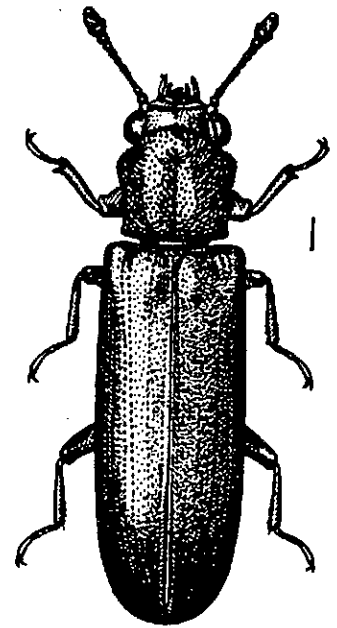


PLATE 9B.—Damage by Furniture Beetle (natural size)

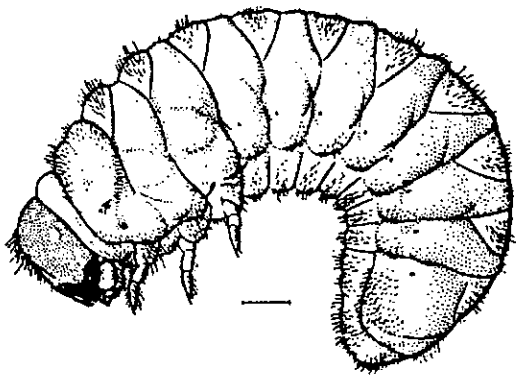




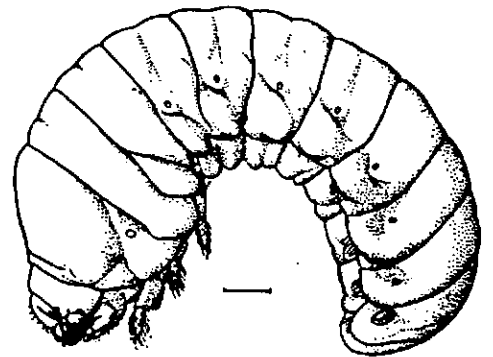
ANOBIUM PUNCTATUM - insecto adulto  
(la línea indica el tamaño natural)



LYCTUS BRUNNEUS - insecto adulto



ANOBIUM PUNCTATUM - larva



LYCTUS BRUNNEUS - larva

FIGURA N° 6 (B)

Insectos que atacan maderas secas

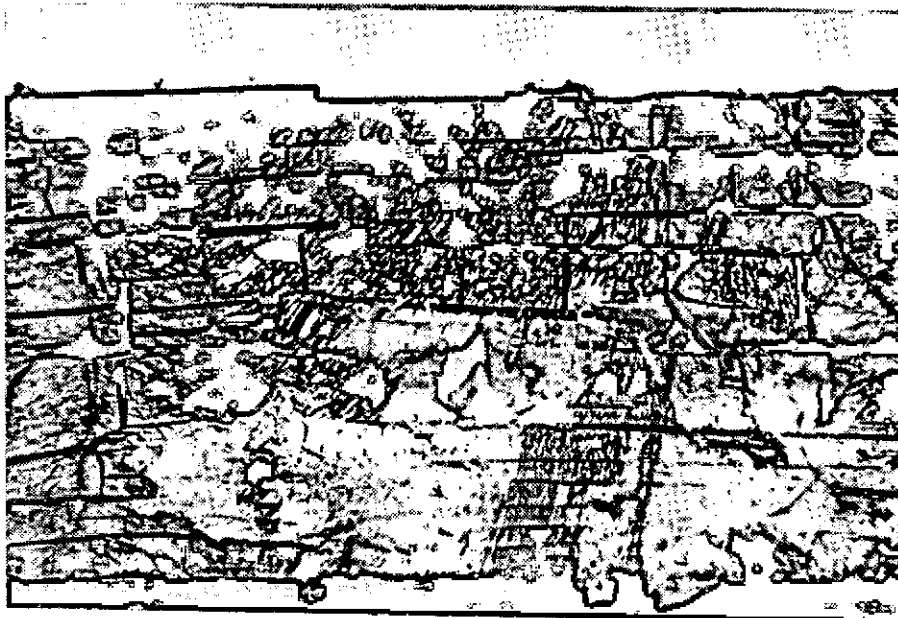


FIGURA N° 7

Trozo de madera con micelio de hongos desarrollándose en la superficie



FIGURA N° 8

Madera de "pino" (*Pinus* sps.) atacada por hongos causales de la mancha azul



FIGURA N° 9

Secciones de madera de "quebracho blanco" con mancha roja



FIGURA N° 10

Fructificaciones de hongo lignícola sobre tronco de eucalipto

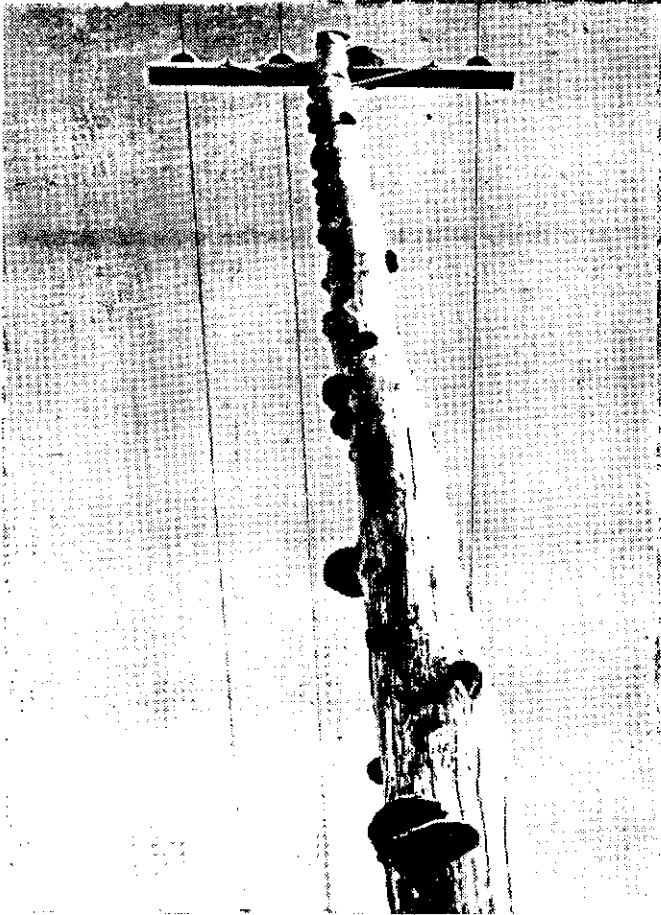


FIGURA N° 11

Poste de eucalipto en servicio con ataque de hongos



FIGURA N° 12

Trozo de madera con ataque de hongo causante de la pudrición castaño

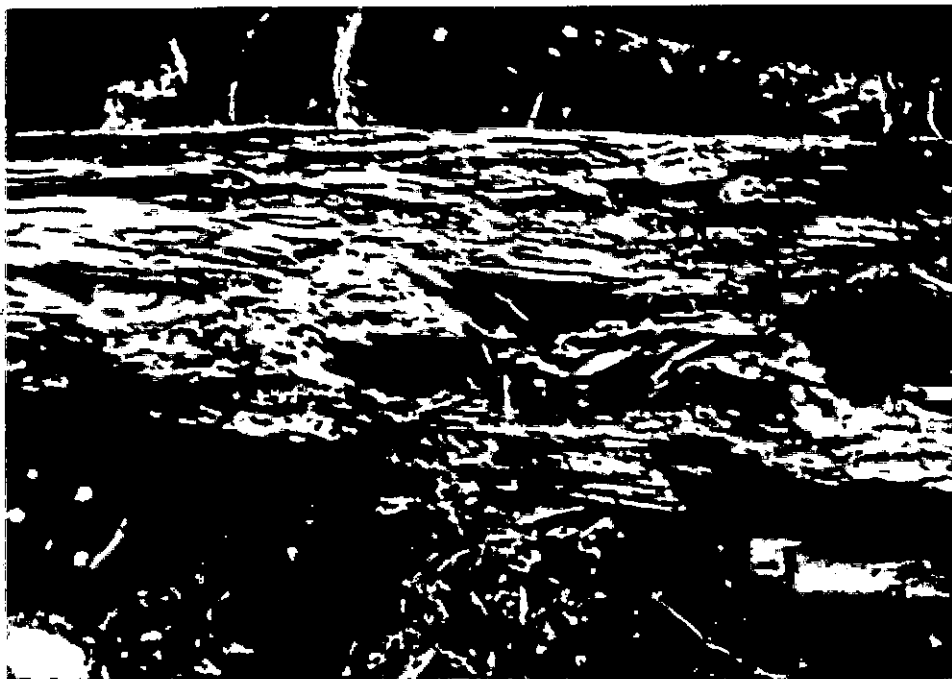


FIGURA N° 13

Trozo de madera con ataque de hongo causante de la pudrición castaño



FIGURA N° 15

Pileta para baño continuo de madera aserrada de pino para evitar la mancha azul

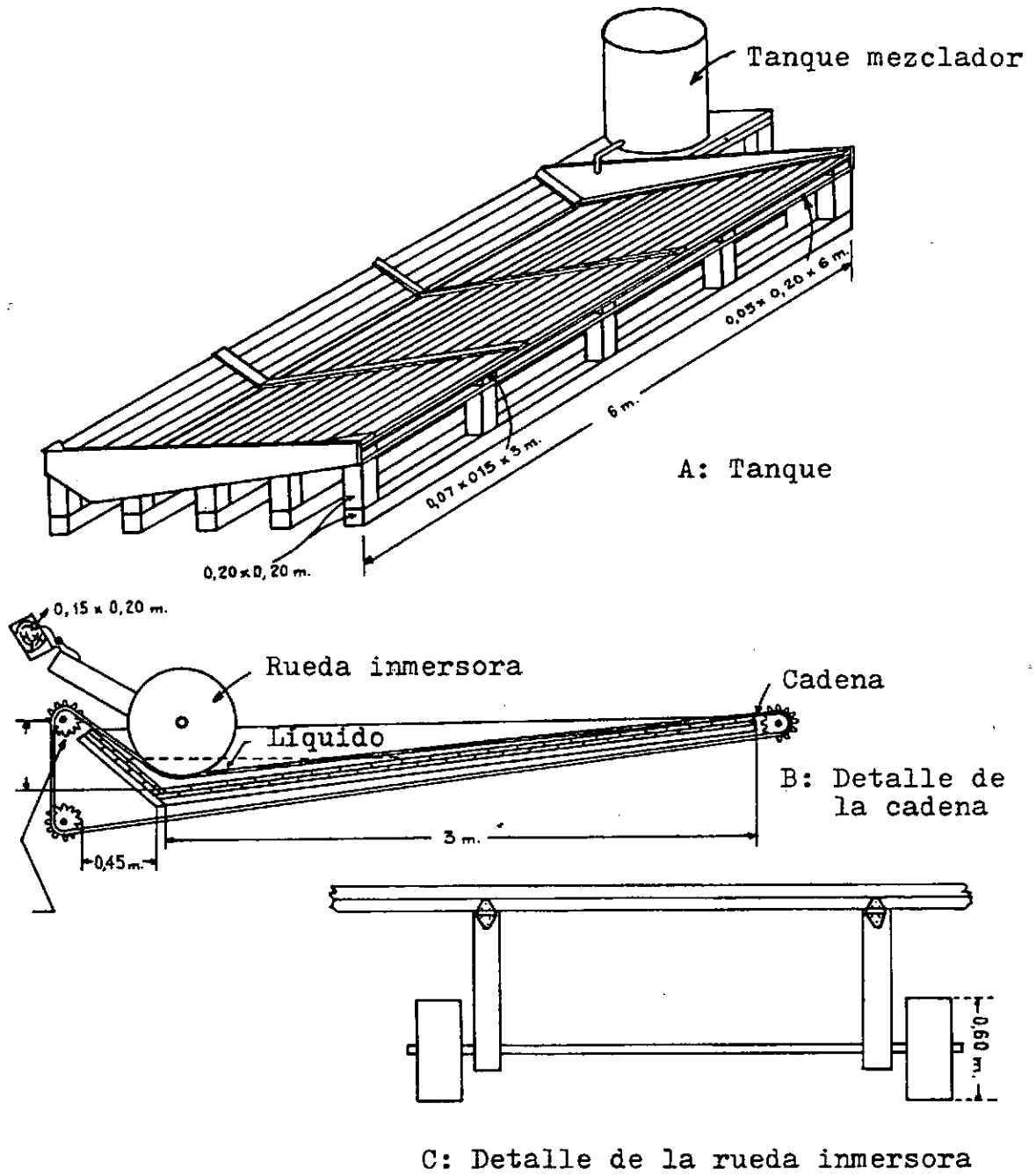


FIGURA N° 14

Tanque para tratamiento continuo con baño antimoho

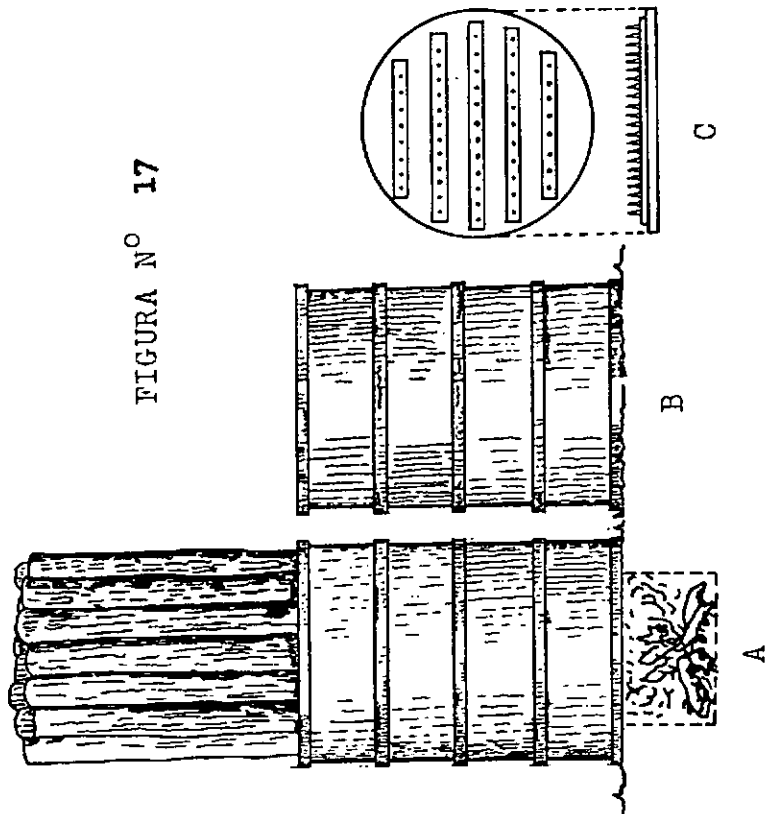


FIGURA N° 17

Método de baño caliente-frío

- A: Tanque caliente
- B: Tanque frío
- C: Falso fondo con púas

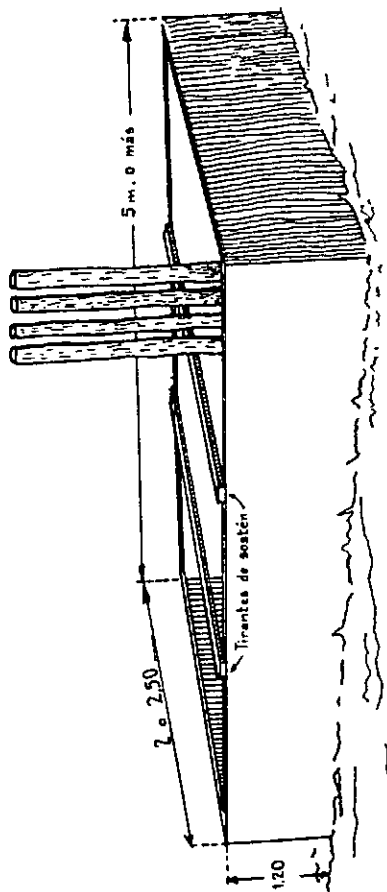


FIGURA N° 16

Método de ascensión de soluciones

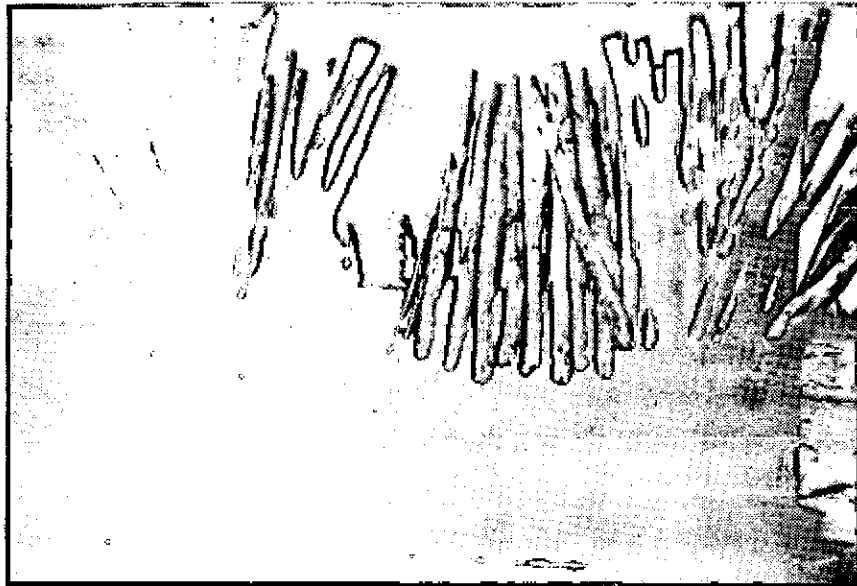


FIGURA N° 18

Equipo para sistema baño caliente-frío empleado para el tratamiento de postes

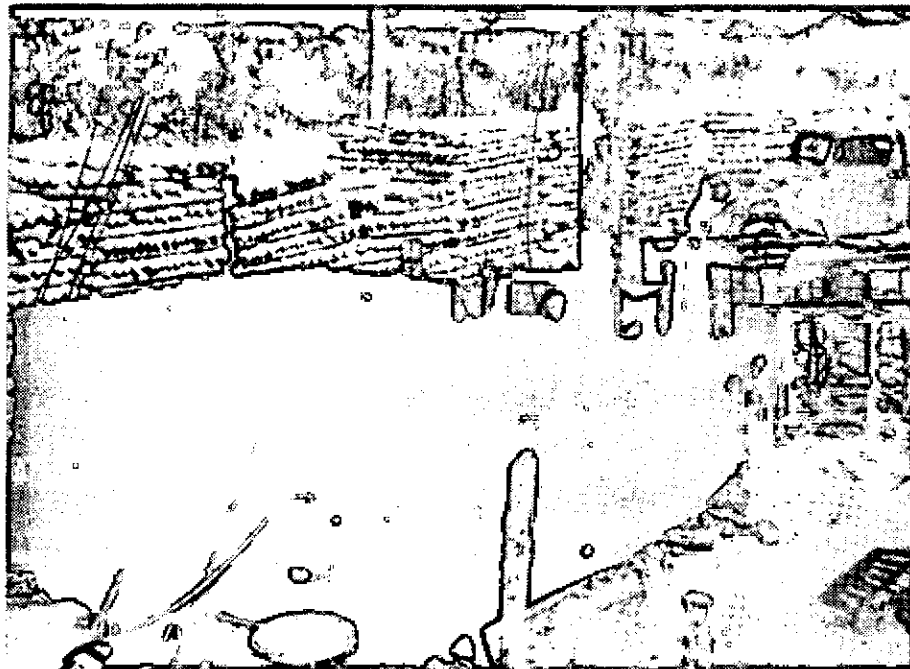


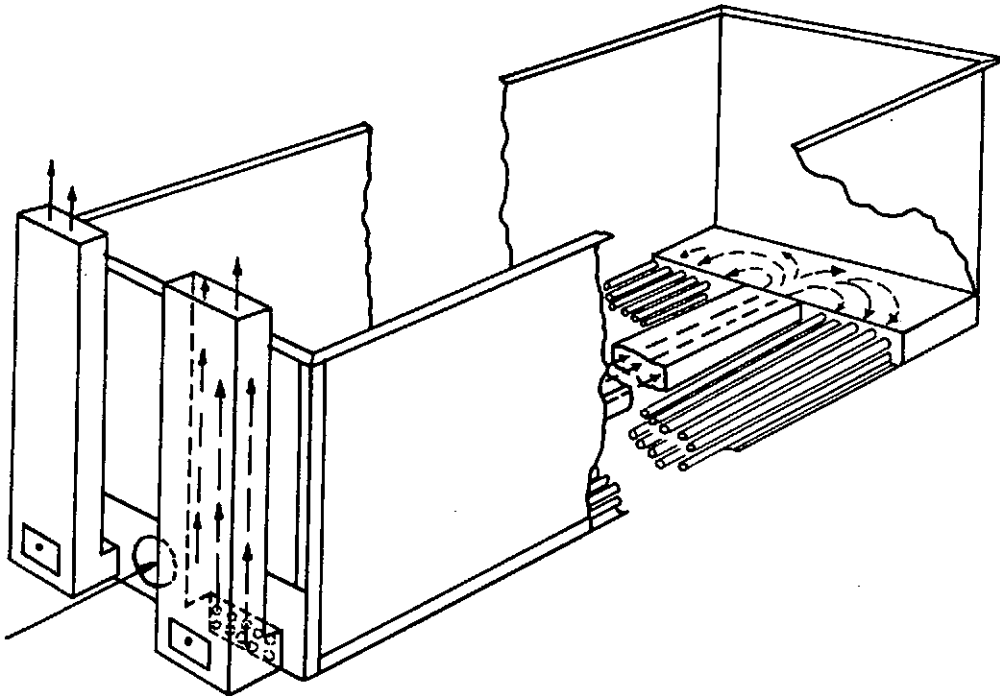
FIGURA N° 19

Equipo para sistemas de baño caliente-frío para maderas colocadas horizontalmente



FIGURA N° 20

BAÑO CALIENTE - FRIO



Tanque para baño caliente-frío, calentado con quemador automático de combustible líquido o gas. La dirección de las flechas indican el circuito de los gases calientes.

A: Colocación del equipo quemador.

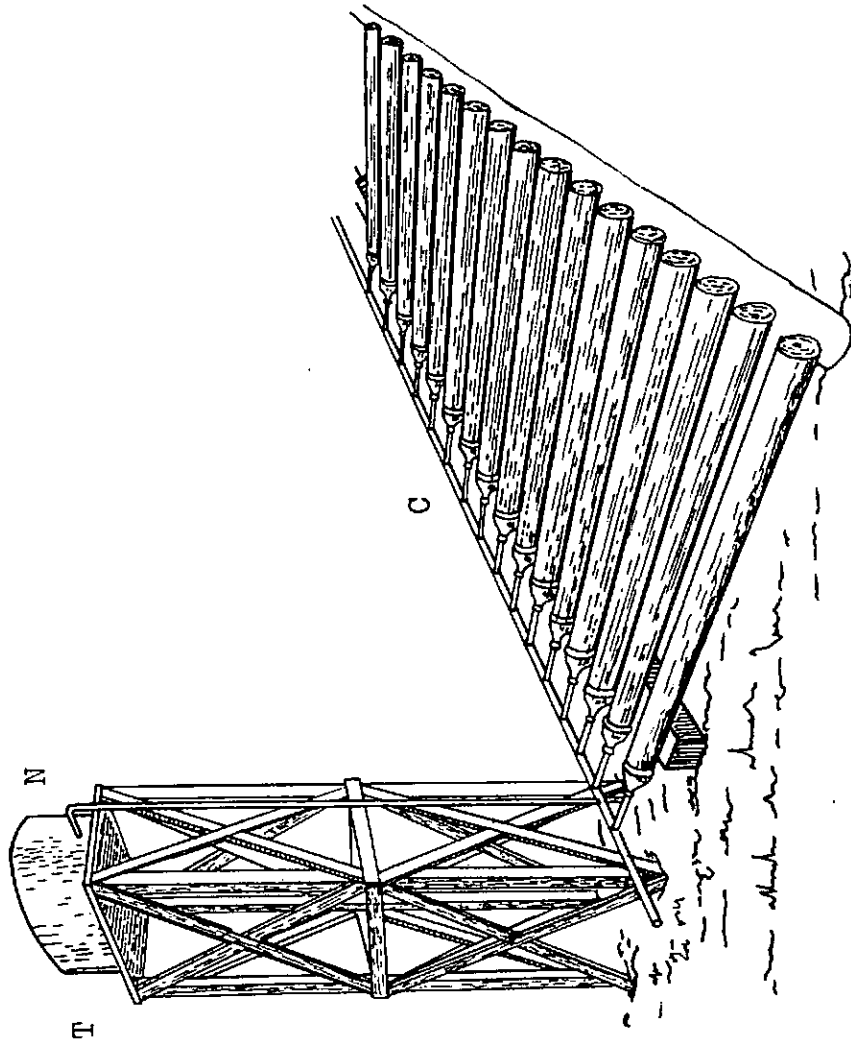


FIGURA N° 21  
SISTEMA BOUCHERIE

Cada metro de altura entre el caño maestro (C) y el nivel del líquido (N) en el tanque alimentador de impregnante (T), equivale a 0,1 kg/cm<sup>2</sup> de presión en el extremo de los postes.

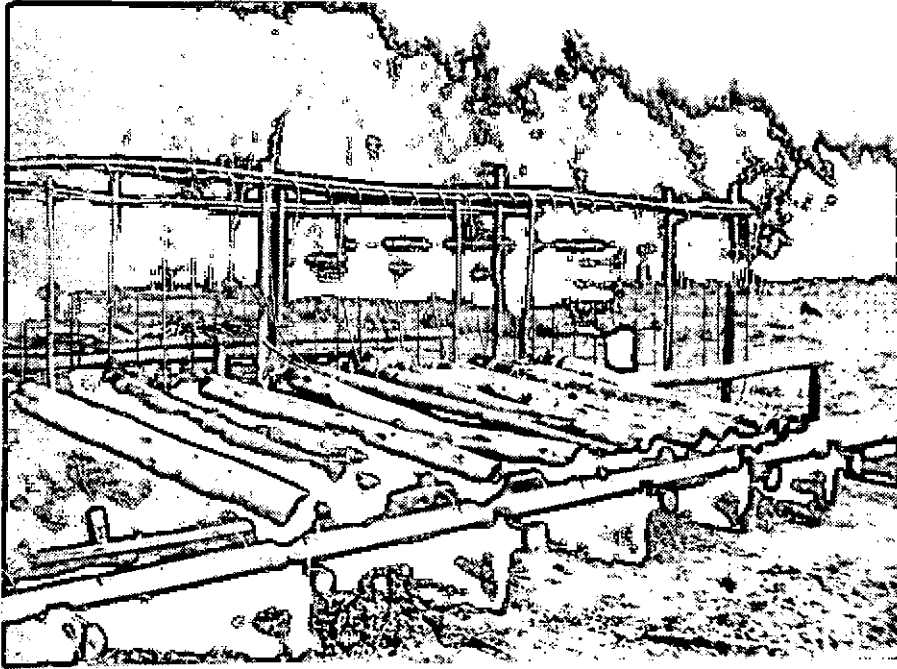


FIGURA N° 22  
Instalación para sistema BOUCHERIE aplicado a  
postes cortos

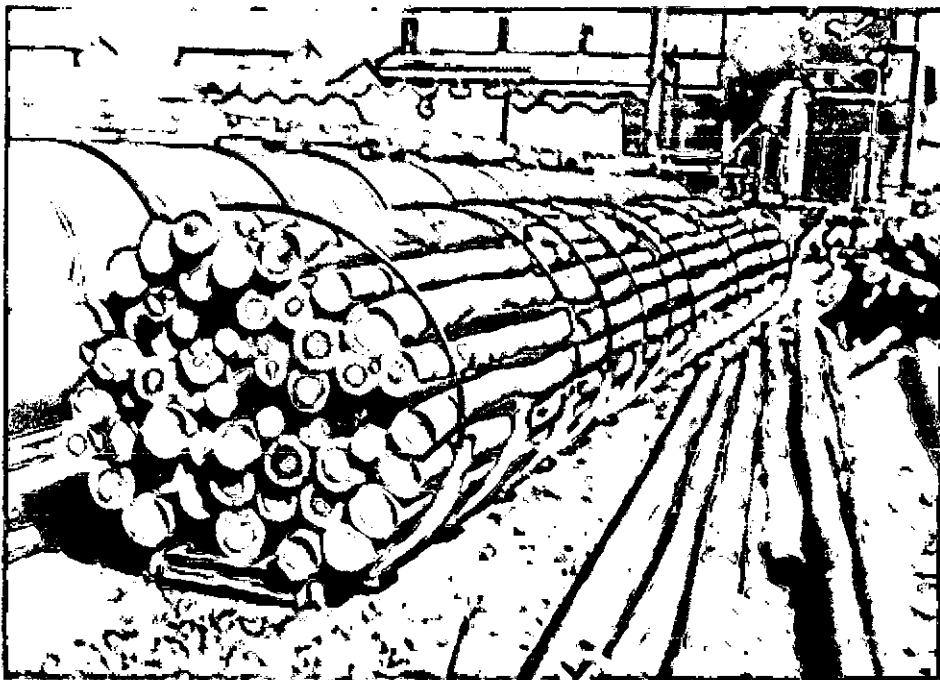


FIGURA N° 23  
Carga de postes impregnados ubicados en vagonetas

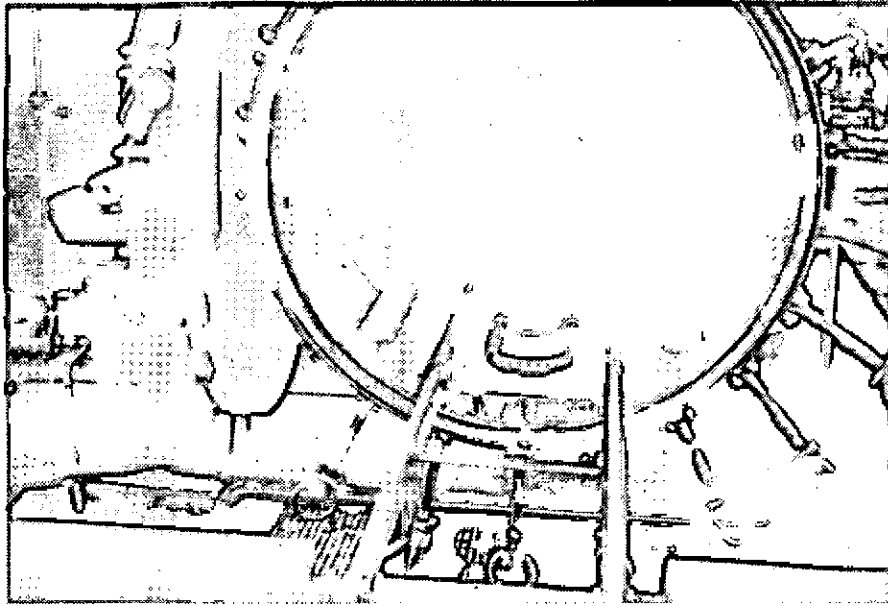


FIGURA N° 24

Extremo frontal de autoclave mostrando sistema de calentamiento del impregnante y vias decauville

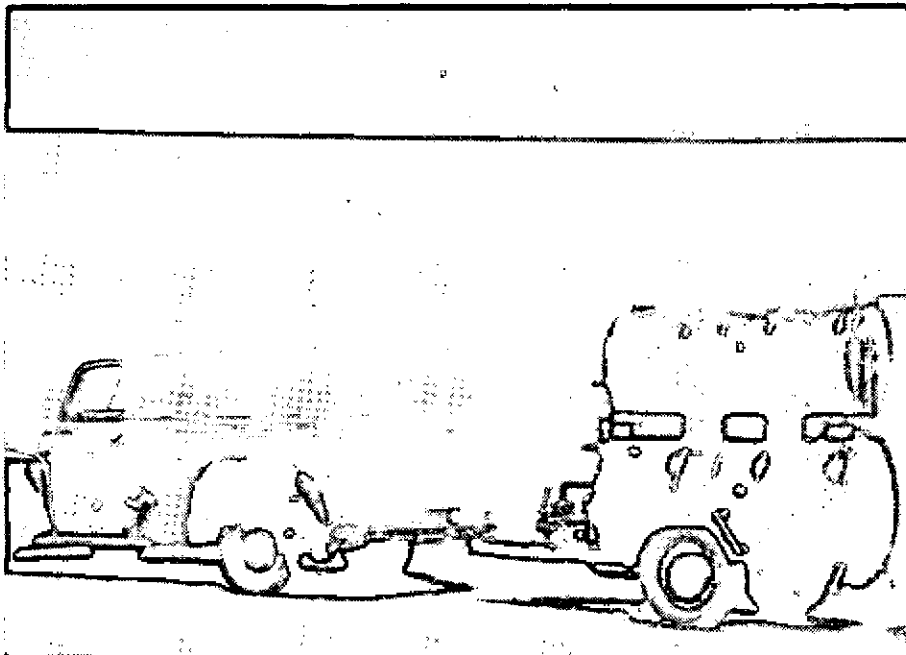


FIGURA N° 30

Equipo móvil para impregnación de maderas de uso rural

FIGURA N° 25

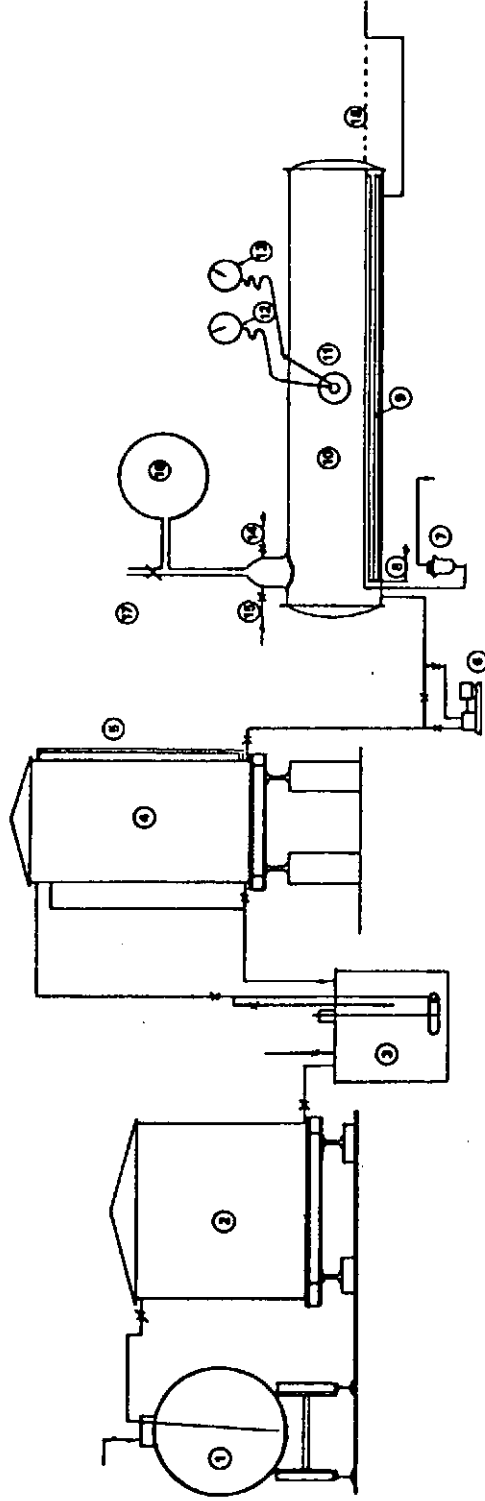


Diagrama de una planta de preservación por el método de vacío y presión. Referencias: 1 tanque de abastecimiento del preservador; 2 tanque de almacenamiento del preservador; 3 tanque mezclador; 4 tanque de trabajo; 5 indicador de nivel; 6 bomba para presión final; 7 trampa de vapor; 8 entrada de vapor a calefactor del cilindro de tratamiento; 9 calefactor; 10 cilindro de tratamiento; 11 domo para conexión de instrumentos medidores; 12 termómetro; 13 manómetro; 14 entrada de vapor al cilindro de tratamiento; 15 entrada de aire comprimido al cilindro de tratamiento; 16 sistema de vacío y de condensador; 17 cañería de conexión con el ambiente externo; 18 parrilla o puente móvil (para entrada y salida de vagonetas).

FIGURA N° 26

Esquema de una usina para impregnación de maderas por sistemas de vacío-presión

PLANTA GENERAL

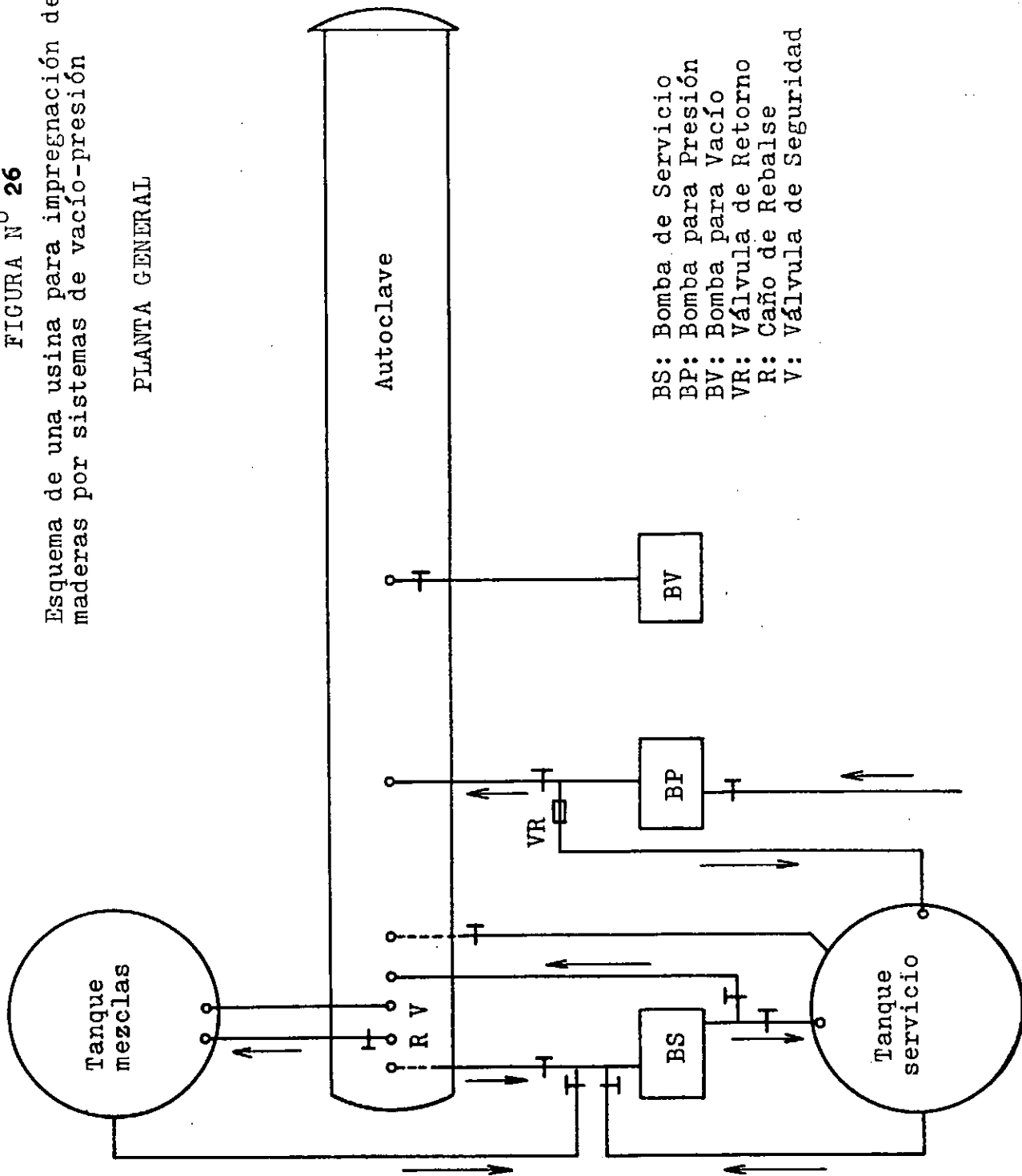


FIGURA N° 27

Esquema de usina para impregnación

CIRCUITO BOMBA DE SERVICIO

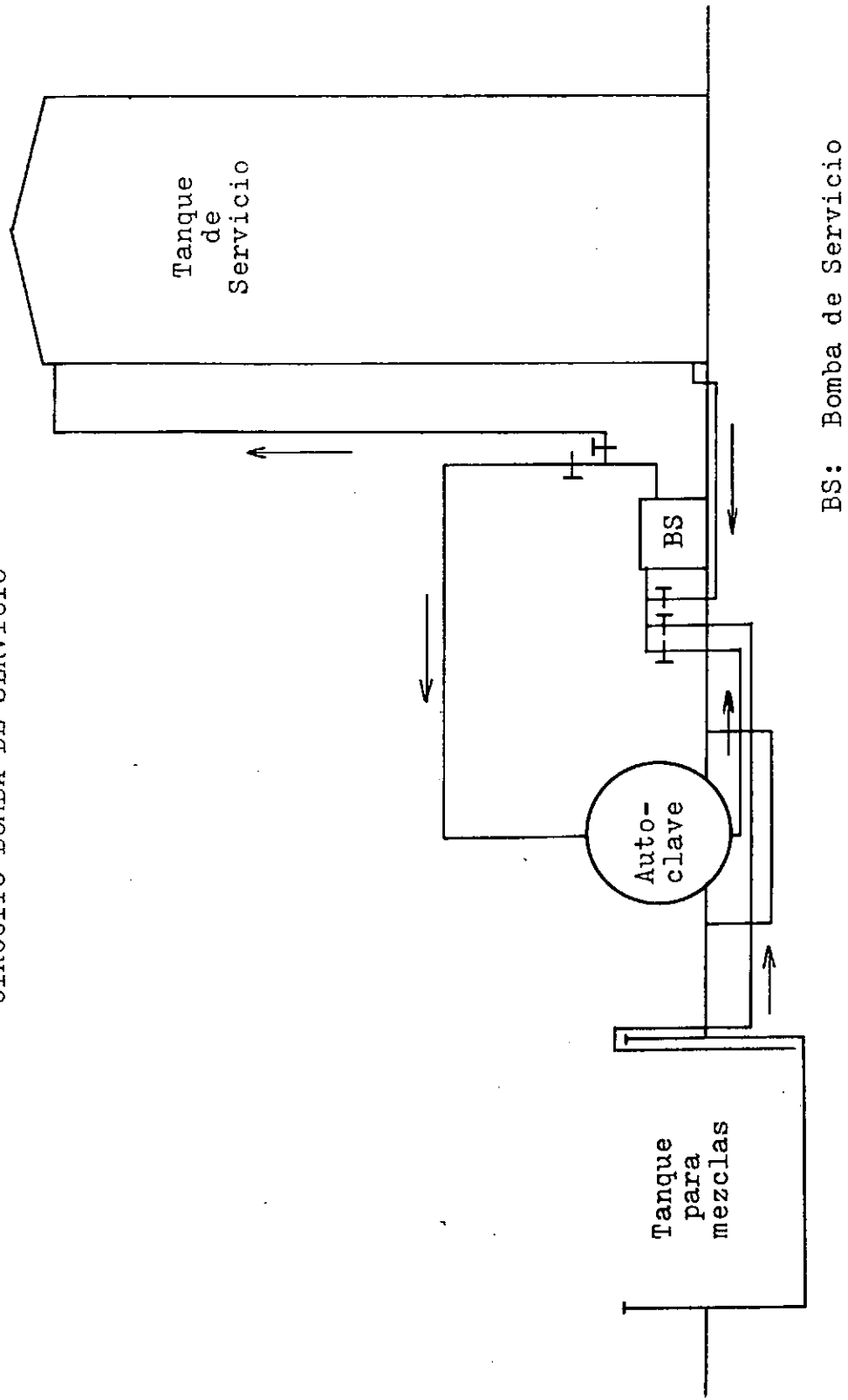


FIGURA N° 28

Esquema de usina para impregnación

CIRCUITO BOMBA DE PRESION

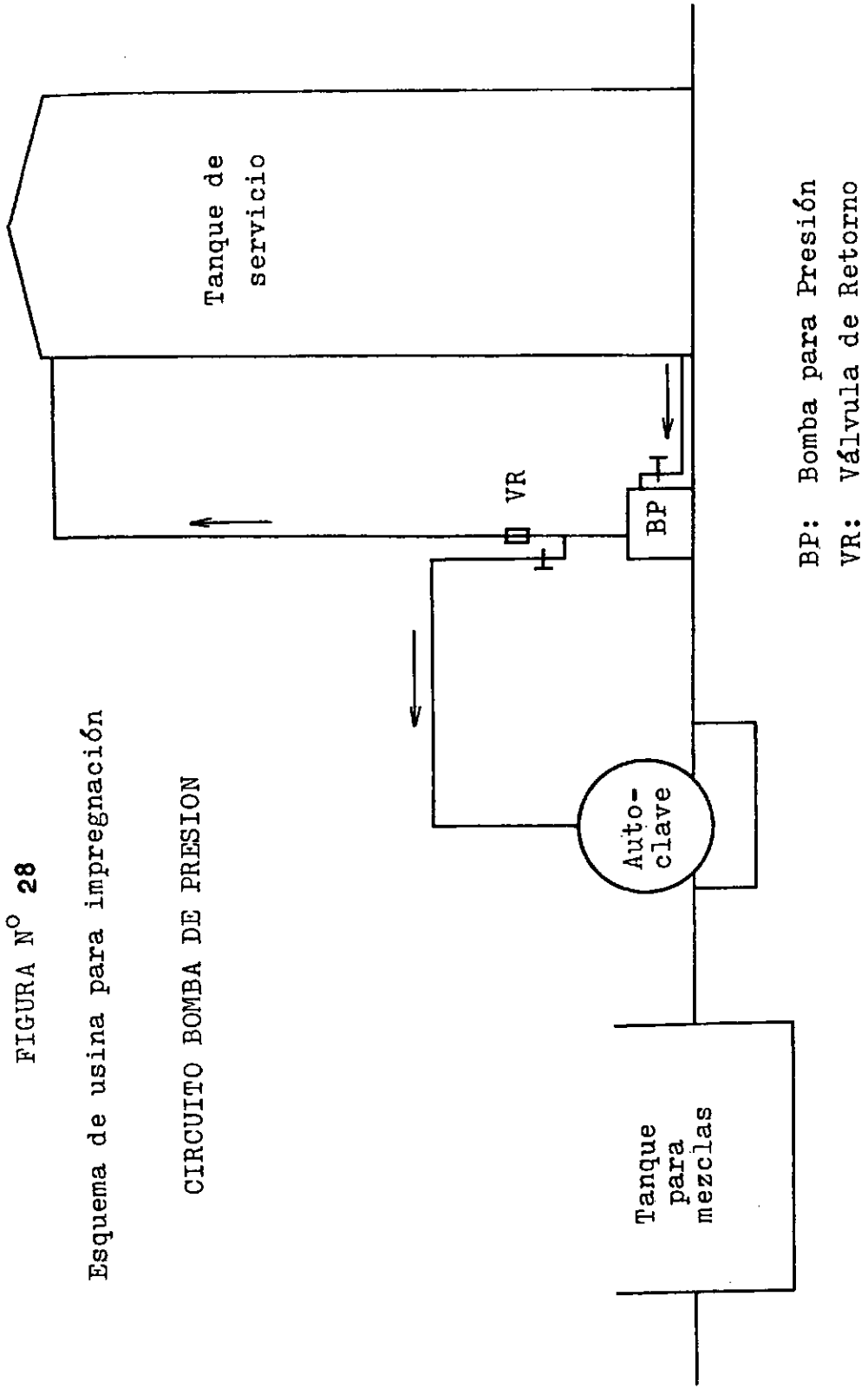
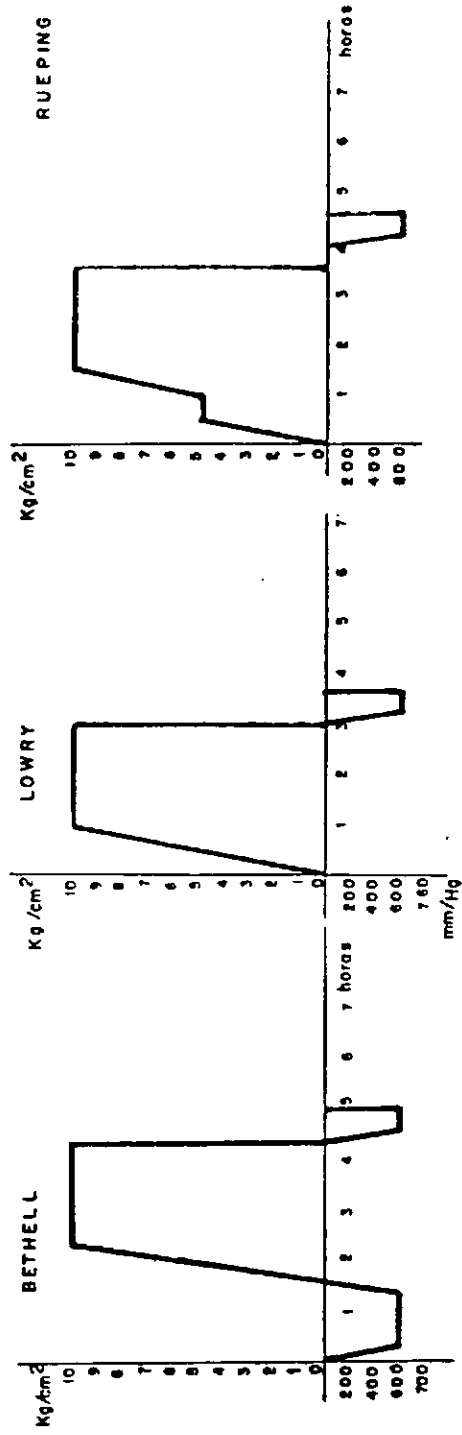




FIGURA N° 29



Gráficos correspondientes a los tres procesos clásicos por vacfo-presión

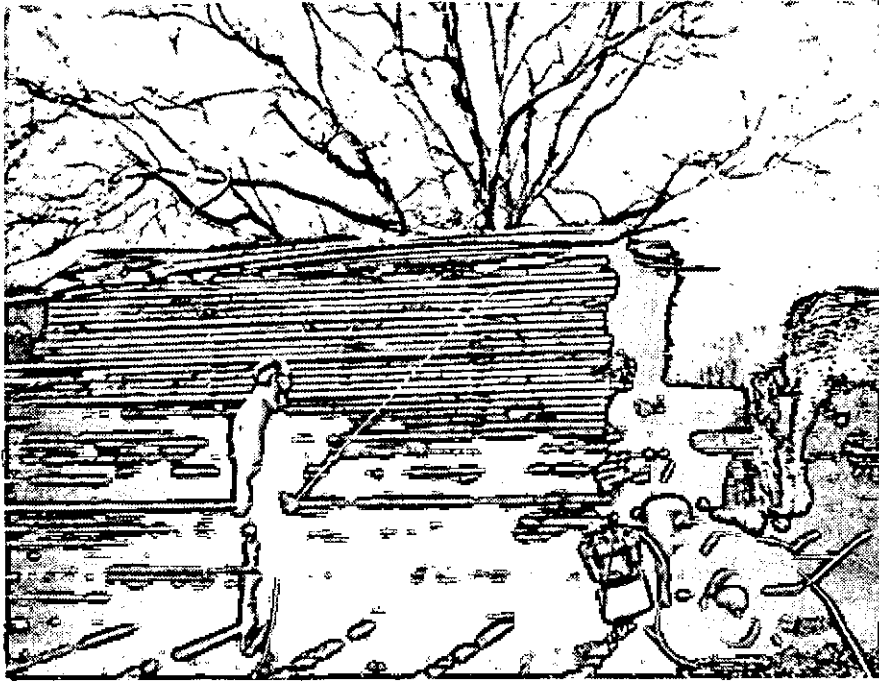


FIGURA N° 31

Pulverización de madera aserrada en estacionamiento  
para evitar ataque de insectos

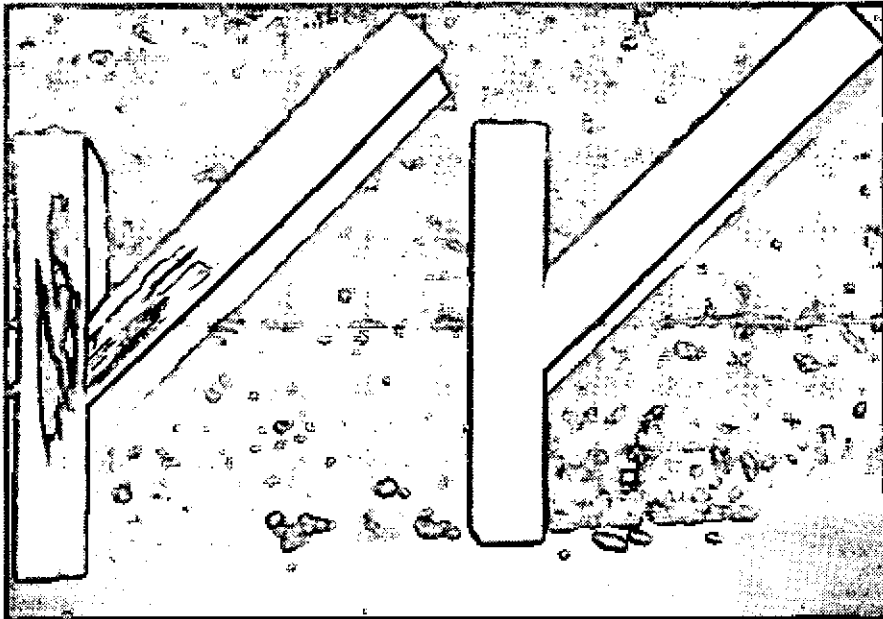


FIGURA N° 32

Influencia de la impregnación en los encastrados para evitar  
el ataque de hongos