



**Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica**

**MONTAJE DE SECADOR PARA EL TRATAMIENTO
TÉRMICO FITOSANITARIO DE EMBALAJES DE
MADERA**

Francisco Alejandro Girón Arévalo

Asesorado por el Ing. Luis Alberto Mirón Peña

Guatemala, octubre de 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**MONTAJE DE SECADOR PARA EL TRATAMIENTO
TÉRMICO FITOSANITARIO DE EMBALAJES DE
MADERA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

FRANCISCO ALEJANDRO GIRÓN ARÉVALO
ASESORADO POR EL ING. LUIS ALBERTO MIRÓN PEÑA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Julio César Molina Zaldaña
EXAMINADOR	Ing. Carlos Anibal Chicojay Coloma
EXAMINADOR	Ing. Edgar Orlando Pinzón Trangay
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

MONTAJE DE SECADOR PARA EL TRATAMIENTO TÉRMICO FITOSANITARIO DE EMBALAJES DE MADERA,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, en noviembre de 2005.

Francisco Alejandro Girón Arévalo

DEDICATORIA A:

Mis Abuelos	por su inmenso amor, comprensión, apoyo y por creer en mí.
Mis padres	por darme la vida e impulsar los proyectos emprendidos a lo largo de ella.
Mis hermanos	por su cariño incondicional.
Mis tíos y primos	por todas las alegrías vividas y las por vivir.
Mi novia	por su amor, apoyo y compañía en cada etapa del camino recorrido juntos. Gracias por tu amistad.
Todos mis amigos	que me han entregado su amor y apoyo siempre.
Todas las personas	que han creído en mí...
Gracias	

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
GLOSARIO.....	IX
RESUMEN.....	XIII
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN.....	XVII
1. EMBALAJES DE MADERA.....	1
1.1 Madera.....	1
1.2 Plagas que atacan la madera.....	3
1.2.1 Problemas que ocasionan.....	10
2. TRATAMIENTO QUÍMICO.....	11
2.1 Bromuro de metilo.....	11
2.2 Aplicación en cámara fija.....	14
2.2.1 Características de la cámara.....	14
2.2.2 Equipo y materiales de fumigación.....	15
2.2.3 Equipo de protección personal.....	16
2.3 Aplicación bajo carpa.....	17
2.3.1 Materiales y equipo.....	17
2.3.2 Equipo de protección personal.....	18
2.4 Especificaciones técnicas del tratamiento químico.....	19
3. TRATAMIENTO TÉRMICO.....	21
3.1 Definición de tratamiento térmico.....	21
3.2 Especificaciones técnicas del tratamiento térmico.....	21

3.3	Ventajas del tratamiento térmico.....	22
3.4	Reportes.....	22
3.5	Certificado de tratamiento.....	23
3.6	Marca para el embalaje.....	23
4.	FAMILIAS A LAS QUE SE DESTINA EL TRATAMIENTO TÉRMICO.	27
4.1	Anobiidae	27
4.2	Bostrichidae	29
4.3	Buprestidae	31
4.4	Cerambycidae	33
4.5	Curculionidae	36
4.6	Isóptera	37
4.7	Oedemiridae.....	38
4.8	Scolytidae.....	40
4.9	Siricidae	43
5.	CAMÁRA DEL SECADOR	45
5.1	Diseño de la cámara del secador.....	45
5.2	Acondicionamiento de la cámara del secador.....	47
5.2.1	Estructura.....	47
5.2.2	Aislante térmico.....	48
5.2.3	Ductos de aire.....	51
6.	PARTES QUE COMPONEN EL SECADOR.....	53
6.1	Quemador	53
6.2	Cámara u horno.....	55
6.3	Equipo de ventilación.....	55
6.4	Censores para medir temperatura.....	56
6.5	Computadora del sistema.....	59

7. FUNCIONAMIENTO DEL SECADOR.....	61
7.1 Fases del proceso de secado.....	61
7.2 Reportes de proceso de secado.....	65
8. PROCESO Y ACTIVIDADES PARA EL MONTAJE DEL SECADOR .	67
8.1 Proceso de preparación de la cámara del secador	67
8.2 Proceso de preparación del equipo.....	68
8.3 Proceso de anclaje del secador.....	68
8.4 Instalación del secador	69
8.5 Instalación de ductos	71
8.6 Conexiones eléctricas.....	72
8.7 Arranque del secador.	73
8.8 Revisión y pruebas.	73
CONCLUSIONES	75
RECOMENDACIONES.....	77
BIBLIOGRAFÍA.....	79
ANEXOS.....	81

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Tronco de un árbol.....	1
2. Desarrollo del hongo de la pudredumbre (manchas oscuras) llamada "caries blanda".....	4
3. Acción del hongo azul durante el desarrollo consigue	5
4. <i>Hylotrupes bajulus</i>	7
5. <i>Anobium punctatum</i>	7
6. <i>Lyctus brunneus</i>	8
7. Sello de MAGA para la madera tratada	24
8. Anobiidae	29
9. Bostrichidae	31
10. Buprestidae.....	33
11. Cerambycidae.....	35
12. Curculionidae.....	37
13. Isóptera	37
14. Oedemiridae	40
15. Scolytidae	42
16. Siricidae	44
17. Distribución del secador.....	47
19. (a) Colocación de planchas de poliuretano.....	49
(b) Plancha de poliuretano vista de perfil.....	49
20. Ductos de aire.....	51
21. Aislante térmico de ductos.....	51
22. Ducto de descarga.....	52
23. Ducto de succión	52
24. Quemador.....	53

25. Quemadores del equipo	54
26. Accesorios de control del quemador	54
27. Flujo de aire	55
28. Ventiladores.....	56
29. Fotografía de ventiladores	56
30. Termistores.....	58
31 Distribución de termistores	58
32 Colocación de termistores	61
33. Pantalla del computador	62
34. Pantalla del computador	63
35. Pantalla del computador	64
36. Pantalla del computador	64
37. Pantalla del computador	64
38. Reporte de proceso de secado.....	66
39. Distribución de planchas de poliuretano	67
40. (a) Planchas de plywood	68
(b) Cámara pintada.....	68
41. Elevación y anclaje de equipo.	68
42. Tanque de suministro de propano	69
43. Regulador de primera etapa	70
44. Regulador de segunda etapa	70
45. Plano de tubería de gas propano	71
46. Ducto de descarga	71
47. Ducto de descarga	72
48. Ducto de admisión.....	72
49. Caja de suministro de corriente	73

TABLAS

I. Datos físico-químicos.....	11
II. Toxicidad del bromuro de metileno	12
III. Estándares ambientales.	13
IV Especificaciones técnicas del tratamiento químico.....	19
V. Dimensiones de las tarimas.....	46
VI. Propiedades físicas de espuma de poliuretano	50

GLOSARIO

Biomasa La biomasa es la masa total de la materia viva de una parte de un organismo, población o ecosistema. Por lo general, se da en términos de materia seca por unidad de área (por ejemplo kg/ha o g/m²). En la pluviselva del Amazonas puede haber una biomasa de plantas de 1.100 tn/ha de tierra. En términos energéticos, se utiliza como energía renovable, como es el caso de la leña, del biodiésel, del bioalcohol, del biogás y del bloque sólido combustible. La biomasa podría proporcionar energías sustitutivas, gracias a biocarburantes tanto líquidos como sólidos, como el biodiésel o el bioetanol. La biomasa se puede producir o se puede obtener a partir de subproductos o residuos. Algunos argumentan que producir biomasa necesitaría muchas hectáreas de plantaciones que habría que quitar a cultivos para alimentos, o acaparar más terreno salvaje.

Coníferas Pertenecen a la división Pinophyta; son árboles o arbustos caracterizados por portar estructuras reproductivas llamadas conos. Las coníferas fueron clasificadas en un tiempo en el orden Coniferales dentro de la clase gimnospermas (Gymnospermae). En el esquema moderno de la clasificación, el orden ha ascendido a la categoría de filo.

Fungicida Los fungicidas son pesticidas utilizados para destruir o evitar el desarrollo de los hongos. Son altamente tóxicos.

Hemicelulosa Forma parte de la matriz, junto a la lignina, donde reside la celulosa, constituyen cerca de un 27 a 29%, mientras que en la corteza solo alcanza un 15%. Esta molécula, que es un polisacárido, forma parte de las paredes de las diferentes células de los tejidos del vegetal o árbol. También es importante considerar que este compuesto varía dependiendo de la edad, y variabilidad de las especies cultivadas y mejoradas. La hemicelulosa se caracteriza por ser una molécula con ramificaciones, como lo es el ácido urónico, capaz de unirse a las otras moléculas mediante enlaces que constituyen la pared rígida que protege a la célula de la presión ejercida sobre esta por el resto de las células que la rodean.

MAGA Ministros de Agricultura Ganadería Alimentación

Lignina Es un grupo de compuestos químicos usados en las paredes celulares de las plantas para crear madera. La palabra lignina proviene del término latino lignum, que significa madera; así, a las plantas que contienen gran cantidad de lignina se las denomina leñosas. La lignina está formada por la extracción irreversible del agua de los azúcares, creando compuestos aromáticos. Los polímeros de lignina son estructuras transconectadas con un peso molecular de 10.000 uma.

Rodenticida Es un pesticida que se utiliza para matar o eliminar, controlar, prevenir, repeler o atenuar la presencia o acción de los roedores, en cualquier medio.

Tanino Término aplicable a aquella sustancia orgánica no nitrogenada, con fuertes propiedades astringentes, soluble en agua y no en alcohol. Expuestas al aire se tornan oscuras y pierden su efectividad. Los taninos se utilizan para curtir el cuero, pues reaccionan con moléculas de éste volviéndolo imputrescible. Abundan en las cortezas de los robles y los castaños, entre otros árboles.

RESUMEN

El presente informe describe el proceso de montaje del secador para el tratamiento térmico fitosanitario de embalajes de madera. Para ello serán descritas las etapas que conlleva el montaje del secador, la identificación de las partes que lo componen y la descripción del proceso de secado para el tratamiento térmico fitosanitario.

Existen agentes destructores que producen daños a la madera, para eliminarlos se utiliza el tratamiento químico o el tratamiento térmico. La diferencia entre los tratamientos mencionados radica en que el tratamiento químico consiste en la exposición de la madera a bromuro de metilo, un insecticida tóxico que puede causar daños a las personas que lo manipulan y contribuir al deterioro de la capa de ozono. Es por ello que se recomienda la utilización del tratamiento térmico, proceso en el cual la madera es tratada térmicamente hasta alcanzar una temperatura de 57°C durante un período mínimo de treinta minutos. Este tratamiento permite la eliminación de agentes destructores de la madera sin la exposición tóxica del bromuro de metilo.

Tomando en cuenta el Acuerdo Ministerial No. 2,055 – 2004 del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, el cual emite las disposiciones para el embalaje de madera utilizado en el comercio internacional; Refrigeradores de Guatemala (REFRIGUA) adquirió un equipo para la realización del tratamiento térmico de los embalajes de madera. Debido a esta nueva disposición, todos los embalajes de madera utilizados para la exportación de mercadería fuera del territorio Centro Americano deben ser de madera tratada, por lo que las empresas e industrias exportadoras deberán emplear algún tipo de tratamiento para la madera. La descripción del montaje del

secador para el tratamiento térmico fitosanitario de embalajes de madera presentada a continuación, servirá como un documento que describa los pasos necesarios para el montaje del secador, sus componentes y las funciones básicas que éste realiza.

OBJETIVOS

General

Documentar el proceso de montaje del secador para el tratamiento térmico fitosanitario de embalajes de madera.

Específicos

1. Describir las etapas que conlleva el montaje del secador para el tratamiento térmico fitosanitario de embalajes de madera.
2. Identificar las partes que componen el secador para el tratamiento térmico fitosanitario de embalajes de madera.
3. Describir el proceso de secado para el tratamiento térmico fitosanitario de embalajes de madera.

INTRODUCCIÓN

La madera es una sustancia dura y resistente que constituye el tronco de los árboles, ésta es utilizada para la fabricación de embalajes de transporte de mercadería.

Existen agentes destructores que producen daños a la madera entre los cuales se encuentran hongos, insectos xilófagos saprofitos e invertebrados marinos. Para eliminar estos agentes destructores se utiliza el tratamiento químico y el tratamiento térmico.

El tratamiento químico consiste en la exposición de la madera a bromuro de metilo, el cual es un insecticida y nematocida tóxico que puede causar daños a las personas que lo manipulan, además de ser uno de los principales responsables del deterioro de la capa de ozono. Es por ello que el tratamiento térmico es el más recomendado actualmente. El tratamiento térmico se define como el proceso en el cual la madera es tratada térmicamente hasta alcanzar una temperatura de 57°C durante un período mínimo de treinta minutos. Este tratamiento permite la eliminación de los insectos xilófagos saprófitos, agentes destructores de la madera, principalmente del orden Coleópteros.

En septiembre del año 2005 entró en vigencia el Acuerdo Ministerial No. 2,055 – 2004 por el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, el cual emite las disposiciones para el embalaje de madera utilizado en el comercio internacional. Este acuerdo indica que los embalajes son comúnmente fabricados con madera en bruto, que no ha sido sometida a procesamiento o tratamiento para eliminar las plagas vivas, presentes y de interés cuarentenario, las cuales tienen la capacidad de sobrevivir,

introducirse y dispersarse en parte o todo el territorio nacional; por lo que a partir de la fecha estipulada, toda la madera que sea exportada y/o importada de Centro América, debe tener un tratamiento fitosanitario.

Tomando en cuenta este acuerdo Refrigeradores de Guatemala (REFRIGUA) adquirió un equipo para la realización del tratamiento térmico de los embalajes de madera. El presente trabajo describe el proceso de montaje y el equipo necesario para la aplicación de este tratamiento.

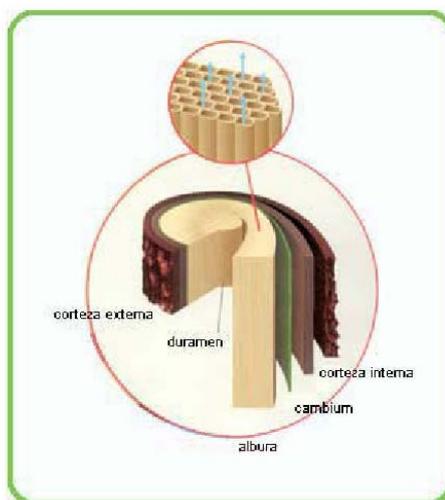
1. EMBALAJES DE MADERA

Madera o productos de madera (excluyendo los productos de papel) utilizados para sujetar, proteger o transportar un envío. Incluye las tarimas, la madera de estiba, las jaulas, los bloques, los barriles, los cajones, las tablas para carga, los collarines de tarimas y los calces, embalaje que puede acompañar a casi cualquier envío, incluso a envíos que normalmente no sean objeto de inspección fitosanitaria.

1.1 Madera

La madera es una sustancia dura y resistente que constituye el tronco de los árboles; se ha utilizado durante miles de años como combustible, materia prima para la fabricación de papel, mobiliario, construcción de viviendas y una gran variedad de utensilios para diversos usos. Este noble material, fabricado por la naturaleza con un elevado grado de especialización, debe sus atributos a la complejidad de su estructura.

Figura 1. Tronco de un árbol



Fuente: página web. www.papelnet.cl – Portal Educativo de Empresas CMPC

Está atravesado por una red de células longitudinales (desde las raíces a la copa) y transversales (desde la médula a la corteza) de distintas características, que dan forma a sus tres componentes químicos básicos: celulosa, hemicelulosa y lignina, más otros compuestos secundarios como taninos, gomas, aceites, colorantes y resinas.

La madera contiene pequeños tubos que transportan agua desde las raíces a las hojas; estos vasos conductores están dispuestos verticalmente en el tronco y son los que forman su veta. El tronco de un árbol no crece hacia lo alto (excepto en su parte superior), sino a lo ancho, y la única sustancia del tronco destinada a su crecimiento es una fina capa situada entre la corteza y la madera, llamada cambium; a través del cambium circula la savia cruda, y produce el tejido fibroso externo, así como la zona interna a través de la cual circula la savia.

El segundo es aquél que, por su ubicación en ciertas pendientes o cercana a recursos hídricos, debe ser sometido a un manejo destinado al resguardo de sus suelos, con el fin de evitar erosiones, daños por precipitaciones, avalanchas, rodados y alteración de ciclos hidrológicos.

Las maderas se clasifican en duras y blandas, según el árbol del que se obtienen. La madera de los árboles de hoja caduca (caducifolios) es madera dura, en tanto la madera de las coníferas está clasificada como madera blanda.

Las principales propiedades de la madera son su resistencia, su dureza, su rigidez y su densidad. Esta última suele indicar propiedades mecánicas, ya que cuanto más densa es la madera, su composición es más fuerte y dura. Entre sus cualidades resalta su resistencia a la compresión – que puede llegar a ser superior a la del acero- a la flexión, al impacto y a las tensiones, características que la transforman en un excelente material para

diversas aplicaciones, desde la construcción de viviendas hasta la manufactura de objetos muy especializados, como bates de béisbol, instrumentos musicales y palos de golf.

1.2 Plagas que atacan la madera.

Los agentes destructores que producen mayores daños a la madera son los hongos, los insectos xilófagos saprofitos y los invertebrados marinos.

LOS HONGOS

Los hongos son organismos vegetales inferiores sin clorofila, que se nutren de materiales orgánicos ya elaborados.

Estos materiales pueden ser residuos de organismos que en un tiempo estuvieron vivos (y entonces los Hongos son llamados Saprofitos) o parte integrante de organismos en actividad vital (en cuyo caso los Hongos son Parásitos).

La importancia de los hongos en el campo de la madera es especialmente notable por los fenómenos de destrucción y de desorganización del cuerpo leñoso que provocan.

Hongos de caries de la madera

Para el desarrollo de estos hongos es necesario que la madera tenga una humedad superior al 20%.

Hongos Basidiomicetos de carie: son hongos que cuando atacan la celulosa provocan una disminución de las dimensiones de la madera,

acompañada de una fisuración en prismas o cubitos sin consistencia tanto que se pueden contraer con los dedos. El área de desarrollo del hongo asume un color oscuro, del cual deriva el nombre de caries oscura o destructiva.

Si el ataque de los basidiomicetos no se limita a la celulosa sino que involucra además la lignina asume un color más claro que el del material sano y se reduce de hecho a una masa fibrosa blanquecina (caries blanca o caries corrosiva).

Hongos Deuteromicetos de caries blanda: hongos que provocan un tipo de caries caracterizada por el ablandamiento superficial de la madera, por lo que pueden provocar caries profundas. Estos hongos exigen una humedad de la madera más elevada respecto a la necesaria a los basidiomicetos. Son de especial importancia para la madera que se encuentre en contacto con la tierra o en el agua.

Figura 2. Desarrollo del hongo de la pudredumbre (manchas oscuras) llamada "caries blanda".



Fuente: página web. http://www.isve.com/sp/nemici_legno.htm,
Los enemigos de la madera

Hongos de coloración

Causan el azulado y el moho sobre la madera en cuestión. Estos hongos pueden preocupar solamente desde el punto de vista estético, provocando en algunos casos la degradación de los revestimientos decorativos.

Hongos azulados: provocan una coloración permanente que va desde el azul al negro de intensidad y profundidad variable, sobre todo en la albura de ciertas maderas. El ataque de estos hongos no incide sobre las propiedades mecánicas de la madera, pero puede aumentar su grado de permeabilidad.

Figura 3. Acción del hongo azul durante el desarrollo consigue perforar la película de pintura y salir hacia el exterior.



Fuente: página web. http://www.isve.com/sp/nemici_legno.htm,
Los enemigos de la madera

Mohos: hongos que se presentan como manchas de diferente color sobre la superficie de la madera húmeda y que se pueden manifestar solamente cuando la humedad sobre la superficie de la madera es mayor del 20%. Esta condición tiene lugar en presencia de una elevada humedad relativa o en el momento de la condensación del vapor acuoso. El ataque de los mohos no influye significativamente sobre las propiedades mecánicas de

la madera pero le da un aspecto indeseable e inaceptable. Estos hongos no son específicos de la madera y pueden aparecer sobre cualquier material que tenga una elevada humedad.

LOS INSECTOS XILÓFAGOS SAPROFITOS

Coleópteros

Insectos que vuelan y ponen sus huevos en los poros y en las grietas de la madera. Los mayores daños son provocados por las larvas que excavan galerías en el interior del material en obra.

Existen en toda Europa, pero el riesgo de ataque varía en notable medida según el área geográfica.

Los más importantes son *Hylotrupes bajulus*, *Anobium punctatum* y *Lyctus brunneus*. Existen otros muchos insectos de menor importancia que destruyen la madera; entre ellos, por ejemplo, *Hesperophanes* y *Xestobium rufovillosum*.

Hylotrupes bajulus (Capricornio de las casas): es sin duda uno de los mayores enemigos de la madera en obra, especialmente la de las Coníferas, y los daños provocados por las larvas son extremadamente graves. Está presente hasta una altitud de aproximadamente 2.000 m, de menor importancia en el norte, noroeste de Europa. La vitalidad de este insecto depende de la temperatura y de la humedad del aire. El periodo de incubación de los huevos puede ser de 5-9 días con temperatura de 31,5°C y humedad del 90-95% o de 48 días con temperatura de 16,6 °C y humedad ambiental del 18% (condición esta última bastante desfavorable).

Las larvas excavan galerías carcomiéndolas, principalmente en la albura, provocando graves daños estructurales a la madera que puede perder completamente su estructura y su consistencia.

Figura 4. Hylotrupes bajulus



Fuente: página web <http://www.isve.com/sp/xilofagi.htm>,
Los enemigos de la madera

Anobium punctatum (Carcoma de los muebles): está especialmente difundido en las zonas de clima marítimo y en los lugares donde prevalezcan condiciones de elevada humedad. El ataque tiene lugar de preferencia sobre la madera cortada y ya en obra indiferentemente sobre la conífera o la latifolia, involucrando la albura y el duramen. Las larvas son responsables de excavar galerías con carcoma gruesa mezclada con excrementos. Aunque esté muy afectada, la madera no pierde completamente su resistencia y la estructura es siempre reconocible.

Figura 5. Anobium punctatum



Fuente: página web <http://www.isve.com/sp/xilofagi.htm>,
Los enemigos de la madera

Xestobium rufovillosum (Reloj de la muerte): ataca de preferencia la madera cortada y ya en obra, pero siempre suficientemente húmeda, de Latifolio diverso (Encina, Olmo, Nogal, Aliso, Chopo) o sobre viejos troncos

de Sauce. Los daños del Xestobium son análogos a los del Anobium. De significativa importancia para las maderas utilizadas en las estructuras en viejas construcciones en la mayor parte de Europa.

Lyctus brunneus (Lyctus): ha recibido en el pasado escasa atención, pero los daños que causa sobre la madera en obra para marcos y muebles aparecen actualmente muy graves. La larva, que se desarrolla de manera óptima con humedad elevada de la madera, ataca todos los Latifolios de nuestro país de madera blanda y con venas grandes, así como la albura de las especies duras, especialmente la de las Encinas. Las únicas especies que parecen inmunizadas son el Chopo, el Haya y el Abedul, mientras que los Eucaliptos son atacados. Si la infestación es muy fuerte la masa entera de la madera se transforma en un montón único de carcoma comprimida en la cual no se puede ni siquiera reconocer la estructura de los tejidos. El *Lyctus brunneus* es la especie más difundida en Italia.

Figura 6. Lyctus brunneus



Fuente: página web <http://www.isve.com/sp/xilofagi.htm>,
Los enemigos de la madera

Hesperophanes sp.p.: especie difundida en Europa Central y meridional. Las maderas más tocadas son las de Quejigo, Robinia, Haya, Chopo, Nogal y Castaño. Las hembras ponen los huevos preferentemente en las fisuras y en la anfractuosidad de la madera en obra como armazones de tejados, muebles, pavimentos de madera y todo género de marcos. Los

daños causados por las larvas pueden ser muy graves porque involucran irreparablemente la estructura y la resistencia mecánica de la pieza. Es bastante difícil diagnosticar su presencia.

Isópteros(Termitas)

Insectos sociales subdivididos en diversas familias. Las especies más peligrosas para los edificios son las subterráneas, principalmente *Reticulitermes lucifugus* y el *Reticulitermes santonensis*.

En Europa las termitas están presentes solamente en ciertas áreas geográficas limitadas; la presencia se ha podido comprobar en Italia en toda la parte peninsular y en las islas. En estas zonas, el uso de productos preservantes de la madera en la lucha contra las termitas está incluido desde la adopción de otras medidas de protección tomadas, por ejemplo para pavimentos, para fundaciones y para muros. La extrema peligrosidad del ataque depende del hecho que, ya que su actividad huye absolutamente de la luz, no se percibe nada con una inspección superficial ya que la superficie externa de las piezas de madera es siempre cuidadosamente respetada de esta manera la alarma (siempre tardía) se da con la caída de alguna viga o con el hundimiento de algún marco cuando la infestación ya está

LOS INVERTEBRADOS MARINOS

Organismos marinos

Término aplicado esencialmente a invertebrados marinos tales que *Limnoria* sp.p. y *Teredo* sp.p., que exigen un cierto grado de salinidad del agua y que excavan en la madera galerías o cavidades extendidas.

Estos organismos pueden dañar gravemente tanto las estructuras fijas como las flotantes.

1.2.1 Problemas que ocasionan.

Los problemas principales son de dos tipos:

- a) especies que atacan las plantaciones, que se componen sobre todo de pinos y de eucaliptos exóticos;
- b) insectos que atacan a los productos forestales.

Las plantaciones son difíciles de establecer a causa de algunas especies de barrenillos del leño que atacan los árboles vivos. Las plantaciones de *Pinus radiata* son defoliadas por diversos lepidópteros. Los barrenillos, en su mayoría cerambícidos, constituyen el principal problema en el caso de los productos forestales.

Un informe especial referente a una plaga grave de barrenillo del pino meridional en Honduras demostraba la necesidad de que se creen servicios de protección forestal en América central y en Sudamérica. Más de 20 millones de m³ de pinos de gran calidad han muerto, y las masas restantes están amenazadas de destrucción. Esta plaga de barrenillo del pino meridional es la más amplia y dañina que se recuerda. Es demasiado grande y avanza muy rápidamente para poderla detener con los recursos humanos de que se dispone, por lo que es probable que se haga aún mayor.

La entomología forestal no está generalmente muy desarrollada en Sudamérica y América central. Es incompleto el conocimiento que se tiene de la biología de los insectos y escasean mucho los entomólogos forestales.

2. TRATAMIENTO QUÍMICO

Proceso en el que se utiliza un plaguicida químico para fumigar los embalajes de madera, conforme a las especificaciones técnicas.

2.1 Bromuro de metilo

Nombre registrado: Bromuro de metilo

Nombre químico: Bromuro de metilo

Sinónimos, nombres comerciales: Bromometano, Terabol

Aspecto general: Gas incoloro, con olor a cloroformo

DATOS FÍSICO-QUÍMICOS BÁSICOS

Tabla I. Datos fisico-químicos

<i>Fórmula empírica:</i>	CH ₃ Br
<i>Masa molecular relativa:</i>	94,95 g
<i>Densidad:</i>	1,73 g/cm ³ líquido a 0° C
<i>Densidad relativa del gas:</i>	3,3
<i>Punto de ebullición:</i>	4° C
<i>Punto de fusión:</i>	-93° C
<i>Presión de vapor:</i>	90 X 10 ³ Pa a 20° C
<i>Temperatura de ignición:</i>	535° C
<i>Límites de explosividad:</i>	8,6-20 % V
<i>Solvólisis:</i>	En agua: 13,4 g/l;
	se disuelve fácilmente en los solventes orgánicos comunes
<i>Factores de conversión:</i>	1 mg/m ³ = 0,253 ml/m ³
	1 ml/m ³ = 3,946 mg/m ³

Procedencia / fabricación:

El bromuro de metilo se produce por hidrobromación a partir del metanol.

TOXICIDAD

Tabla II. Toxicidad del bromuro de metileno

<i>Seres humanos:</i>		
	CL _{min} 60 000 ppm (2h) inhalación	s.UBA, 1986
	CT _{min} 35 ppm (2h) inhalación	s.UBA, 1986
<i>Mamíferos:</i>		
Ratones	CL ₁₀₀ 0,63 mg/l (6 h) inhalación	s.UBA, 1986
	CL _{min} 3120 ppm (15 min.) inhalación	s.UBA, 1986
Cobayas	CL _{min} 300 ppm (9 h) inhalación	s.UBA, 1986
Conejos	CL _{min} 2 mg/l (11h) inhalación	s.UBA, 1986
<i>Organismos acuáticos:</i>		
Peces	CL ₅₀ > 1000 mg/l	s.UBA, 1986

Aplicaciones:

El bromuro de metilo es un insecticida y nematocida con efectos fungicidas, acaricidas, rodenticidas y herbicidas (semillas en germinación). La acción es rápida, no se conocen resistencias en el campo, se disipa rápidamente después del tratamiento y se puede usar en suelos con rangos de temperatura y humedad más amplios que otros fumigantes.

Se utiliza para la desinfección de suelos, fumigación de cereales, protección de mercadería almacenada y desinfección de depósitos y molinos (especialmente contra el gorgojo de los granos y la polilla de la harina) como gas no combinado o combinado con dióxido de carbono o dibromuro de etilideno.

Efectos sobre el medio ambiente:

En 1992 se reconoció oficialmente el bromuro de metilo como uno de los responsables del deterioro de la capa de ozono. La disminución de la capa de ozono conlleva un aumento de las radiaciones ultravioletas de tipo B que llegan a la corteza terrestre.

Tanto los hidrocarburos halogenados (CFC) como el bromuro de metilo actúan como catalizadores de la reacción que destruye el ozono. Estos productos catalizan muchas reacciones porque después de la destrucción de la capa de ozono, estos productos se recombinan y vuelven a ser activos. El bromuro de metilo tiene una vida media de dos años en la atmósfera.

No todo el bromuro de metilo es de origen antropogénico, ya que también se produce bromuro de metilo en las quemaduras de biomasa y la emisión por parte de los océanos (Lombert et al. 1995). Según el M.B.G.C. (Coalición global del bromuro de metilo) las emisiones a la atmósfera del bromuro de metilo son: del 30 al 85% del BM aplicado a tratamientos del suelo, del 48 al 88% en la fumigación de productos no perecederos, del 85 al 95% en la fumigación de productos perecederos, y del 90 al 95% en transportes. Como se puede ver las pérdidas de BM son muy elevadas y todo esto termina llegando a la atmósfera.

ESTÁNDARES AMBIENTALES

Tabla III. Estándares ambientales.

Medio / receptor	Ámbito	País/ organismo	Status	Valor	Norma	Observaciones	Fuente
Aire:							
	Lug. de trab.	RFA	L	5 ml/m ³	MAK	carcinógeno III B	s.AUER TECHNIK UM, 1988
	Lug. de trab.	RFA	L	20 mg/m ³	MAK		s.AUER TECHNIK

							UM, 1988
Lug. trab.	de	URSS	(L)	0,25 ppm	PdK		s.AUER TECHNIK UM, 1988
Lug. trab.	de	URSS	(L)	1 mg/m ³	PdK		s.AUER TECHNIK UM, 1988
Lug. trab.	de	EEUU	(L)	5 ppm	TWA		s.AUER TECHNIK UM, 1988
Lug. trab.	de	EEUU	(L)	20 mg/m ³	TWA		s.AUER TECHNIK UM, 1988
Lug. trab.	de	EEUU	(L)	15 ppm	STEL		s.AUER TECHNIK UM, 1988
Lug. trab.	de	EEUU	(L)	60 mg/m ³	STEL		s.AUER TECHNIK UM, 1988

El bromuro de metilo es un producto químico muy insidioso. Dado que el umbral de olor es mucho más alto que la concentración tóxica, no se advierte su presencia (no hay advertencia). Los síntomas aparecen después de horas de latencia y duran semanas, incluso en el caso de una sola exposición. El bromuro de metilo reacciona violentamente o incluso en forma explosiva con los álcali, con metales térreo-alcalinos, y con polvos de metal.

2.2 Aplicación en cámara fija

2.2.1 Características de la cámara

- a) Piso, techo y paredes, de materiales impermeables que impidan fugas del fumigante (concreto, metal, block revestido, entre otros).
- b) Puertas que garanticen su sellado hermético.
- c) Evaporizador.

- d) Tuberías internas para descarga del fumigante.
- e) Boquillas colocadas en diferentes posiciones dentro de la Cámara. para la mejor distribución del fumigante.
- f) Sistema de circulación de aire dentro de la Cámara.
- g) Detector o sensores de temperaturas para definir dosis.
- h) Sistema para la toma de concentraciones del fumigante dentro de la Cámara.
- i) Sistema de extracción del fumigante.
- j) Sistema de iluminación interior.
- k) Sistema de luces de advertencia.

2.2.2 Equipo y materiales de fumigación

- a) Dosificador del fumigante.
- b) Fumiscopio o tubos calorimétricos, para la determinación de concentraciones del fumigante.
- c) Detector electrónico de fugas de haluros
- d) Identificar el área e instalaciones donde se realiza el tratamiento con símbolos y frases de advertencia reconocidos universalmente, sobre riesgo que conlleva su aplicación.
- e) Identificar que el área donde se realizan los tratamientos, solo puede ingresar o permanecer personal autorizado, con su correspondientes equipo de protección personal.

- f) Vallas de Advertencia de forma rectangular que permitan mantenerse en posición vertical. El color de las mismas debe ser blanco y en el rectángulo debe incluirse la figura de una calavera y tibias cruzadas en color negro y la frase PELIGRO, en letras mayúsculas en color rojo. El tamaño de rectángulo de la valla debe ser no menor de un metro cincuenta centímetros ancho por un metro veinticinco centímetros de alto y la longitud de las patas no debe ser menor de setenta y cinco centímetros.
- g) El tamaño de la figura y frases debe ser tal que sea fácilmente visible a una distancia prudente.

2.2.3 Equipo de protección personal.

- a) Mascarilla de cara completa
- b) Equipo de aire comprimido
- c) Filtros específicos para vapores orgánicos
- d) Gabacha de PVC
- e) Guantes de nitrilo
- f) Overol
- g) Casco
- h) Botiquín con medicamentos y antídotos de primeros auxilios.

2.3 Aplicación bajo carpa.

2.3.1 Materiales y equipo.

- a) Carpas plásticas transparentes con un grosor de quince milésimas de Centímetro.
- b) Almohadillas de arena o de agua.
- c) Dosificador volumétrico para cilindros de bromuro de metilo.
- d) Evaporador a base de gas LPG, para bromuro de metilo.
- e) Mangueras de polietileno para la introducción de bromuro de metilo.
- f) Detector de haluros a base de propano o de sensor electrónico
- g) Unidad de Conductividad térmica.
- h) Filtros para el bióxido de carbono.
- i) Bomba de muestreo y tubos calorimétricos.
- j) Aparato para introducir nitrógeno en los tanques de bromuro de metilo.
- k) Ductos para la extracción del gas.
- l) Ventiladores industriales con capacidad de remover de dos mil a dos mil quinientos pies cúbicos por minuto (CFM), de tres mil quinientas revoluciones por minuto y aspas de dieciocho pulgadas de largo.
- m) Cintas adhesivas de dos pulgadas de ancho.
- n) Vallas de Advertencia, formada de un rectángulo y patas que permitan mantenerse en posición vertical. El color de las mismas debe ser

blanco y en el rectángulo debe incluirse la figura de una calavera y tibias cruzadas en color negro y la frase PELIGRO, en letras mayúsculas en color rojo. El tamaño de rectángulo de la valla debe ser no menor de un metro cincuenta centímetros de ancho por un metro veinticinco centímetros de alto y la longitud de las patas no debe ser menor de setenta y cinco centímetros.

- o) El tamaño de la figura y frases debe ser tal que sea fácilmente visible a una distancia prudente.
- p) Afiches de Advertencia autoadheribles y de un material que soporte las condiciones naturales a las cuales van a estar expuestos, de fondo color blanco, con la figura de una calavera y tibias cruzadas en color negro y la frase PELIGRO, en letras mayúsculas en color rojo, y donde se indique el producto utilizado y su concentración, dosis, intervalo de tiempo de exposición y tiempo de aireación, fecha de inicio y finalización del tratamiento, nombre y firma del responsable de la aplicación del tratamiento. El tamaño de la figura y frases debe ser tal que sea fácilmente visible a una distancia prudente.
- q) Dispositivos para la toma de muestras de la atmósfera interior y con un termómetro e higrómetro con carátula al exterior.

2.3.2 Equipo de protección personal

- a) Mascarilla de cara completa.
- b) Equipo de aire comprimido.
- c) Filtros específicos para vapores orgánicos.
- d) Gabacha de PVC.
- e) Guantes de nitrilo.

- f) Overol.
- g) Casco.
- h) Botiquín con medicamentos y antídotos de primeros auxilios.

2.4 Especificaciones técnicas del tratamiento químico.

La aplicación del tratamiento químico a embalajes utilizando Bromuro de Metilo, debe cumplir con las siguientes condiciones:

Tabla IV Especificaciones técnicas del tratamiento químico

Temperatura	Dosis (g/m ³)	Registros mínimos de concentración (g/m ³) durante:			
		30 minutos	2 horas	4 horas	16 horas
21° C o mayor	48	36	24	17	14
16° C o mayor	56	42	28	20	17
11° C o mayor	64	48	32	22	19

La temperatura mínima no deberá ser inferior a los 10° C y el tiempo de exposición mínimo deberá ser de 16 horas, el tiempo de aireación mínimo será de 4 horas.

3. TRATAMIENTO TÉRMICO

3.1 Definición de tratamiento térmico.

Tratamiento: Procedimiento autorizado oficialmente para matar, eliminar o esterilizar plagas.

Tratamiento térmico: Proceso en el cual una madera es tratada térmicamente hasta alcanzar una temperatura mínima durante un período de acuerdo a una especificación técnica reconocida oficialmente, lo que comprende a las indicadas en la NIMF N° 15.

NIMF N° 15: Norma Internacional N° 15 de la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (CIPF), denominada “Directrices para reglamentar el embalaje de madera utilizado en el comercio internacional”.

3.2 Especificaciones técnicas del tratamiento térmico.

La aplicación del tratamiento térmico a embalajes, debe cumplir con las siguiente condición:

Que el embalaje de madera sometido a tratamiento térmico, debe estar fabricado a partir de madera descortezada y debe calentarse conforme a una curva de tiempo/temperatura específica, mediante la cual el centro de la madera alcance una temperatura mínima de 57°C durante un período mínimo de 30 minutos.

3.3 Ventajas del tratamiento térmico.

Ambos métodos cuentan con ventajas y desventajas. Las ventajas de la Fumigación con Bromuro de Metilo (FBM) son las desventajas del Tratamiento Térmico (TT): La FBM no provoca defectos en la madera y pueden tratarse con ella embalajes que contengan materiales sensibles al calor.

La desventaja es que el bromuro de metilo es altamente tóxico (biocida) por lo que las medidas de seguridad a adoptar en la aplicación son extremas. Una fuga de calor en una cámara de TT es pérdida de dinero, pero una fuga en una cámara de FBM puede ser fatal.

Aunque una vez ventilado no es residual, no es aceptado en embalajes de alimentos. Otro punto en contra para la FBM es que en algunos países no es admitido y en Argentina piensan prohibir el bromuro de metilo para el 2005, aunque queda la posibilidad de reemplazarlo con otro gas. En EE.UU. ya está prohibido hace tiempo, pero se estableció una excepción para la utilización en los preembarques.

Finalmente, el tiempo mínimo de la FBM es de 16 horas (por norma), contra 3 ó 4 horas promedio que dura un TT (según ensayos realizados para embalajes con piezas de hasta 4"x4" de escuadría).

3.4 Reportes

La persona individual o jurídica que preste los servicios de tratamientos a embalajes de madera, debe reportar mensualmente a la UNIDAD la cantidad de embalajes tratados, así como el número del certificado de tratamiento que ampara el lote. Y permitir el acceso al personal de la UNIDAD a los registros del total de embalajes tratados e información para verificar el cumplimiento de los requisitos y procesos establecidos.

3.5 Certificado de tratamiento.

El personal del MAGA previo a la emisión del Certificado de Tratamiento a embalajes de madera de exportación, deberá requerir al interesado:

- 1) Solicitud de Certificado de Tratamiento a Embalajes de madera por lote tratado.
- 2) Constancia emitida por el Ingeniero Agrónomo, colegiado activo, nombrado por la empresa como responsable del Tratamiento, donde se indique:
 - a) Fecha de emisión de la constancia;
 - b) Número del lote o lotes a los cuales les fue aplicado el tratamiento;
 - c) Tipo de tratamiento aplicado al embalaje, dosis (producto y su concentración), tiempo de duración del tratamiento y temperatura (cuando aplique);
 - d) Fecha de aplicación del tratamiento;
 - e) Condición del tipo de embalaje de madera tratado (nuevo o reciclado);
 - f) Nombre y dirección del lugar o establecimiento donde se realizó el tratamiento.

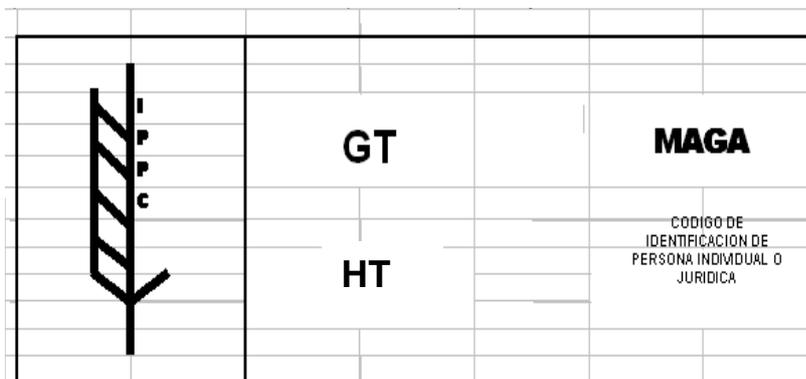
3.6 Marca para el embalaje

Todo embalaje de madera tratado, debe ser marcado con un sello el cual debe ser colocado en lugar visible, preferentemente al menos en los

dos lados opuestos del embalaje tratado y debe tener las características siguientes:

- 1) Dimensiones de 5.5 centímetros de ancho y 13 centímetros de largo, el cual podrá variar de acuerdo al tamaño del embalaje.
- 2) La impresión debe ser en color negro.
- 3) El sello estará dividido en dos paneles, izquierdo y derecho.

Figura 7. Sello de MAGA para la madera tratada



En el panel izquierdo debe indicarse la siguiente información:

- a) Logotipo de la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria – IPPC -

En el panel derecho debe indicarse la siguiente información:

- a) Código que identifica a Guatemala (**GT**), que es el país donde se aplica tratamiento correspondiente.
- b) Siglas MAGA forma en la que podrá abreviarse Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación.
- c) Código del Tratamiento utilizado:

Térmico (**HT**), agregándole las agregándole las iniciales DB, cuando previo a este tratamiento ha sido necesario el descortezado de la madera.

(Ejemplo: HT - DB)

- d) Código otorgado por la UNIDAD que identifica a la persona individual o jurídica responsable de la aplicación del tratamiento.

4. FAMILIAS A LAS QUE SE DESTINA EL TRATAMIENTO TÉRMICO

4.1 Anobiidae

Orden COLEOPTERA Linnaeus, 1758

Suborden POLYPHAGA Emery, 1886

Serie BOSTRICHIFORMIA Forbes, 1926

Superfamilia BOSTRICHIDEA Latreille, 1802

Los *Anobiidae* son diversos en forma y frecuentemente confundidos con miembros de otras familias. Los anobiidos comúnmente encontrados, especialmente en áreas tropicales son compactos, con el protórax excavado ventralmente de forma tal que éste se ajusta a la base de los élitros y cubre la cabeza y las antenas. Los *Ptininae* son muy diferentes en forma e incluyen los llamados escarabajos araña. Otra forma inusual en la región Neotropical es *Gnostus* que posee unas antenas altamente modificadas y vive con las hormigas.

Dentro de la familia *Anobiidae* se encuentra la "carcoma de los muebles", la especie *Anobium punctatum* (De Geer, 1774), y el "reloj de la muerte", que es la especie *Xestobium rufovillosum* (De Geer, 1774), dos plagas de la industria de los muebles y de la madera. El *Anobium punctatum* está especialmente difundido en las zonas de clima marítimo y en los lugares donde prevalezcan condiciones de elevada humedad. El ataque tiene lugar de preferencia sobre la madera cortada y ya en obra indiferentemente sobre la conífera o la latifolia, involucrando la albura y el duramen. Las larvas son responsables de excavar galerías con carcoma gruesa mezclada con excrementos. Aunque esté muy afectada, la madera no pierde completamente su resistencia y la estructura es siempre reconocible. El *Xestobium rufovillosum* ataca de preferencia la madera cortada y ya en obra, pero siempre suficientemente húmeda, de latifolio

diverso (Encina, Olmo, Nogal, Aliso, Chopo) o sobre viejos troncos de Sauce. Los daños del *Xestobium* son análogos a los del *Anobium*. Es de significativa importancia para las maderas utilizadas en las estructuras en viejas construcciones en la mayor parte de Europa.

Características:

- Antenas con 11, o raramente 3 o raramente 8 a 10 segmentos, filiformes o serriformes o pectiniformes o raramente flabeladas o con una maza de 3 o raramente 1 segmento. Inserciones antenales expuestas o cubiertas.
- Maza antenal, cuando está presente, generalmente grande, floja y asimétrica.
- Porción visible de la procoxa globular a proyectándose por debajo del proesterno con el trocántin cubierto a al menos parcialmente expuesto.
- Cavidad procoxal externamente abierta e internamente cerrada.
- Mesocoxas separadas por 0,4 a más de 1 ancho coxal, con la parte lateral de la cavidad mesocoxal cerrada.
- Formula tarsal 5-5-5.
- Número de ventritos 5 con 2 ó 3 connados.
- Longitud del cuerpo 1,1 a 7 mm.
- Ampliamente ovalados a alargados, glabros a pubescentes.
- Cabeza generalmente unida ventralmente y no visible desde arriba, frecuentemente ajustándose dentro del protórax excavado; cuerpo frecuentemente muy compacto.
- Antenas de 3 segmentos sólo en *Gnostus*.

Figura 8. Anobiidae



Fuente: página Web <http://axxon.com.ar/mus/glos/g-anobiidae.htm>

4.2 Bostrichidae

Orden COLEOPTERA Linnaeus, 1758

Suborden POLYPHAGA Emery, 1886

Serie BOSTRICHIFORMIA Forbes, 1926

Superfamilia BOSTRICHIDEA Latreille, 1802

BOSTRICHIDAE Latreille, 1802

Los miembros típicos de la familia *Bostrichidae* se distinguen por el cuerpo más o menos cilíndrico y protórax en forma de capucha del cual se proyecta la cabeza más o menos ventralmente. Muchos además presentan protibias modificadas y ápices elitrales fuertemente declinados. Se asemejan a los *Scolytinae* de Curculionidae pero difieren de ellos por presentar una maza antenal con segmentos sueltos y ojos redondeados. Miembros menos típicos del grupo se incluyen en los *Lyctinae* y *Polycaoninae*, que tienen una cabeza más o menos prognata..

Rhyzopertha dominica, una plaga de la familia *Bostrichidae*, es un pequeño escarabajo de color café oscuro, cuerpo cilíndrico, de unos 3 mm de largo. La larva es de cuerpo pesado, cilíndrico. Las larvas de este bostríchido se alimentan de semillas, lo que los convierte en plaga de

importancia comercial porque atacan los granos almacenados. Los huevos son depositados solos o en grupos y las larvas pueden entrar en las semillas y desarrollarse en su interior, también suelen alimentarse externamente de la harina en polvo que se acumula de la alimentación de los adultos o de otras larvas. La pupa puede encontrarse dentro del grano o fuera. Las larvas y los adultos son capaces de agujerear artículos como libros y madera. Su ciclo de vida de huevo a adulto es de 58 días en promedio.

Características:

- Antenas con 9 a 11 segmentos y una maza de 2 ó 3 segmentos. Inserciones antenales expuestas o cubiertas.
- Maza antenal generalmente grande y no compacta.
- Porción visible de la procoxa globular a proyectándose por debajo del proesterno con el trocantín cubierto.
- Cavidad procoxal externamente abierta a cerrada e internamente cerrada.
- Mesocoxas contiguas a separadas por más de 1 ancho coxal, con la parte lateral de la cavidad mesocoxal cerrada.
- Fórmula tarsal 5-5-5.
- Número de ventritos 5, sin ventritos connados.
- Longitud del cuerpo 2 a 20 mm.
- Alargados, delgados, cilíndricos a aplanados, glabros o pubescentes.
- Cabeza saliente hacia adelante y expuesta en *Lyctinae* y *Polycaoninae*, unida ventralmente y cubierta por arriba en *Dinoderinae* y *Bostrichinae*.
- Ojos ovales.
- Protibias frecuentemente modificadas con dientes o espinas; tarsos largos, lobulados o no.

Figura 9. Bostrichidae



Fuente: <http://axxo> <http://axxon.com.ar/mus/glos/g-bostrichidae.htm>

4.3 Buprestidae

Orden COLEOPTERA Linnaeus, 1758

Suborden POLYPHAGA Emery, 1886

Serie ELATERIFORMIA Crowson, 1960

Superfamilia BUPRESTOIDEA Leach, 1815

BUPRESTIDAE Leach, 1815.

La mayoría de los buprestidos son de tamaño pequeño a medio, aunque hay insectos de esta familia que llegan hasta grandes tamaños. La familia presenta dos extremos en cuanto a morfología y ecología: los de la subfamilia Trachyinae son pequeños (2 a 6 mm), romboidales, aplanados dorsoventralmente y como larvas son minadores de hojas. El resto de la familia son barrenadores de madera y son más grandes, alargados y en general algo aplanados. Algunas especies están cubiertas por un polvo ceroso amarillo y algunas tienen diseños formados por setas. En todas las

especies el cuerpo está fuertemente esclerotizado, la cabeza está retraída dentro del protorax hasta los ojos, la frente es aplanada y vertical y las antenas son serriformes.

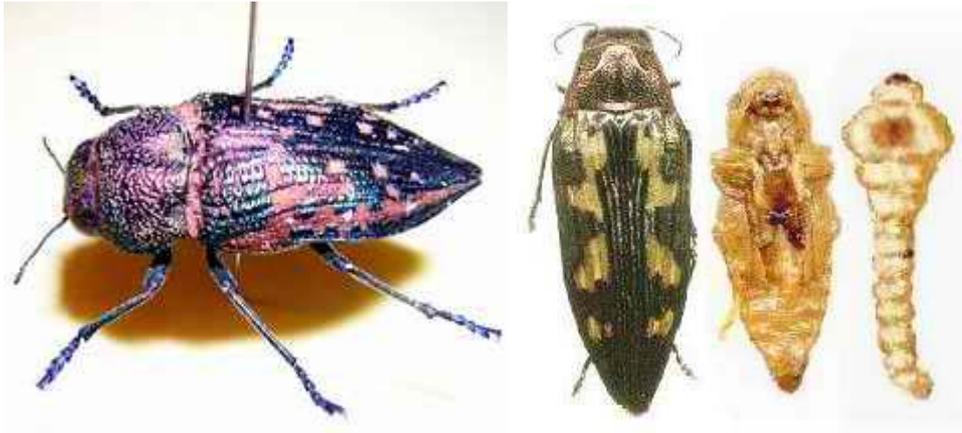
El comportamiento de los adultos está relacionado con el tipo de alimentación de las larvas. Las especies que taladran madera son más numerosas en áreas con baja precipitación y una fuerte estación seca y generalmente son encontrados corriendo sobre troncos y ramas de árboles recién muertos. Los adultos son más activos durante los períodos más soleados del día, vuelan activamente y son difíciles de capturar. Las especies minadoras de hojas son más comunes en áreas de más alta precipitación y los adultos frecuentemente se alimentan de las hojas del hospedero de la larva. Estas especies minadoras se comen todas las capas internas de la hoja y pueden ser serpentiformes o en forma de parche, dependiendo de la especie. El tiempo transcurrido desde huevo a adulto es de alrededor de 2 meses y las minas son más frecuentes en la estación lluviosa. Algunas especies de algunos géneros forman celdas pupales. Todos los estadios pueden ser parasitados. A excepción de algunas de las especies más grandes de taladradores de madera, la mayoría de los bupréstidos, de los dos tipos ecológicos, son relativamente específicos en cuanto a su planta hospedera. Muchos están asociados con dicotiledoneas leñosas, especialmente leguminosas, sin embargo se conocen minadores de hojas de helechos arborescentes y monocotiledoneas tales como ciperáceas y palmas. Ocurre mimetismo en adultos tanto de minadores como de los barrenadores.

Características:

- Las coxas posteriores no dividen el primer esternito abdominal.
- Cuerpo duro, de forma elíptica, abombados, de tamaños de 2 a 80 mm.
- La mayoría de las especies son de coloración brillante o metálica, especialmente en la superficie ventral.

- Antenas usualmente cortas y serriformes.
- Fórmula tarsal 5-5-5.

Figura 10. Buprestidae



Fuente: <http://axxon.com.ar/mus/glos/g-buprestidae.htm>

4.4 Cerambycidae

Orden COLEOPTERA Linnaeus, 1758

Suborden POLYPHAGA Emery, 1886

Serie CUCUJIFORMIA Lameere, 1938

Superfamilia CHRYSOMELOIDEA Latreille, 1802

CERAMBYCIDAE Latreille, 1802

Una gran mayoría de las especies de esta familia tienen el cuerpo alargado y aproximadamente cilíndrico, con antenas sumamente largas, a excepción de algunas en la subfamilia *Prioninae* y los *Parandrinae*.

En muchas ocasiones el primer segmento antenal es mucho más largo que los demás y los ojos pueden rodearlo parcial o totalmente.

El cuerpo puede presentar una coloración vistosa e inclusive metálica. Los tarsos generalmente son bilobulados.

Las especies de la subfamilia *Parandrinae* son conocidas como "cerambícidos aberrantes" ya que son diferentes a la mayoría, especialmente porque la longitud de sus antenas no sobrepasan la base de los élitros.

Cerambycidae es una familia muy numerosa que comprende unas 5.000 especies en la región neotropical.

La gran mayoría de los adultos de *Cerambycidae*, especialmente aquellos de coloración vistosa, son diurnos y se alimentan de polen. Otros pueden alimentarse de madera, hojas o savias. Cuando la coloración es oscura o críptica, por lo general son de hábitos nocturnos y durante el día se les puede encontrar en reposo sobre troncos caídos. La madera recién cortada les resulta muy atrayente. La mayoría son barrenadores de madera durante su fase larval y muchas especies son dañinas en bosques y árboles frutales.

Las especies de varios géneros, por ejemplo *Oncideres* y *Cephalodina*, son conocidos como "cortapalos", ya que las hembras generalmente depositan sus huevos debajo de la corteza de ramas tiernas y posteriormente con la ayuda de sus mandíbulas hacen un surco profundo alrededor. Luego la rama muere y casi sólo una larva puede desarrollarse por rama.

La mejores formas para colectarlos es atrayéndolos con luces, visitando ramas y árboles recién caídos o plantas en floración, donde los adultos se congregan y pueden ser atrapados directamente. También mediante redes de intercepción, cebos dulces o el uso de la trampa Malaise.

Características

- Antenas con 11 segmentos, filiformes o monoliformes o pectiniformes o flabeladas. Inserciones antenales expuestas.

- Porción visible de la procoxa transversa a proyectándose por debajo del proesterno con el trocantín cubierto a al menos parcialmente expuesto.
- Cavidad procoxal externamente abierta a cerrada e internamente abierta a cerrada.
- Mesocoxas separadas por menos de 0,4 veces el ancho coxal a 1 ancho coxal, con la parte lateral de la cavidad mesocoxal abierta a cerrada.
- Fórmula tarsal raramente 5-5-5 ó 5-5-5 pero con tarsómero 4 reducido y tapado en la base del lóbulo del 3 (pseudotetrámero).
- Número de ventritos 5, sin ventritos connados.
- Longitud del cuerpo 2,5 a 160 mm.
- Alargados, generalmente delgados, glabros o pubescentes, con antenas largas y con inserciones antenales prominentes.

Figura 11 Cerambycidae



Fuente: <http://axxon.com.ar/mus/glos/g-cerambycidae.htm>

4.5 Curculionidae

Los *Curculionidae* son raramente confundidos con otras familias, excepto quizá los miembros de *Scolytinae* y *Platypodinae*, que semejan a algunos *Bostrichidae* o *Ciidae*, pero difieren en que tienen ojos alargados y una antena con antenas geniculadas con una maza sólida.

Características:

- Antenas geniculadas con 7 a 11 segmentos y una maza de 1 a 4 segmentos. Inserciones antenales expuestas o cubiertas.
- Porción visible de la procoxa proyectándose por debajo del proesterno con el trocántin cubierto.
- Cavidad procoxal externamente cerrada e internamente cerrada.
- Mesocoxas contiguas a separadas por más de 1 ancho coxal, con la parte lateral de la cavidad mesocoxal cerrada.
- Fórmula tarsal raramente 5-5-5 ó 5-5-5 pero con tarsómero 4 reducido y tapado en la base del lóbulo del 3 (pseudotetrámero).
- Número de ventritos 5 ó raramente 6 con aparentemente 0 ó con 2 connados.
- Longitud del cuerpo 0,8 a 40 mm.
- Cuerpo altamente variable en forma, glabros o pubescentes o escamosos.
- Rostro generalmente bien desarrollado, pero puede ser reducido o ausente en algunos grupos; labro no visible y palpos reducidos e inmóviles.
- Lados del protórax no marginados.
- Tarsómero 3 generalmente lobulado.
- Pigidio expuesto o cubierto.

Figura 12. Curculionidae

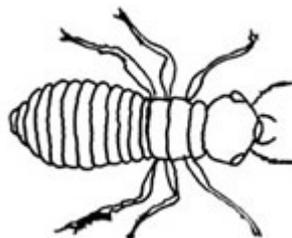


Fuente: <http://axxon.com.ar/mus/glos/g-curculionidae.htm>

4.6 Isóptera

De: isos (isos), igual, y pteron (pteron), ala, por las alas iguales de los reproductores alados. El nombre común de estos insectos es termitas, pero también son llamados comejenes, polillas u hormigas blancas. Las termitas son insectos sociales y tienen un sistema de castas altamente desarrollado. El aparato bucal es masticador y se alimentan de madera. La celulosa es digerida por protozoarios flagelados que viven en el tracto digestivo de las termitas. Algunas especies son consideradas plagas, pues construyen sus termiteros en casas habitación o en árboles de importancia económica.

Figura 13. Isóptera



4.7 Oedemeridae

Orden COLEOPTERA Linnaeus, 1758

Suborden POLYPHAGA Emery, 1886

Serie CUCUJIFORMIA Lameere, 1938

Superfamilia TENEBRIONOIDEA Latreille, 1802

OEDEMERIDAE Latreille, 1810

Los miembros de la familia *Oedemeridae* son coleópteros alargados, delgados, en los cuales el protórax presenta una forma característica. Se hace angosto en ambos extremos pero siempre es más ancho en el tercio o cuarto anterior, y los márgenes laterales están completamente ausentes. Además, los palpómeros apicales maxilares están frecuentemente expandidos y truncados, la cabeza nunca forma un cuello, y los élitros suelen tener un débil costillado longitudinal.

Los adultos de las aproximadamente 1.000 especies en todo el mundo se alimentan exclusivamente de polen. Algunas especies producen ampollas en la piel cuando se los aprieta contra ella. Al ser comedores de polen, se los encuentre comúnmente en las flores. También son atraídos por la luz, y pueden llegar en gran número. A algunas especies es muy común verlas aparecer alrededor de pilas de leña, ya que sus larvas perforan la madera, incluso la de las construcciones, debilitándolas.

Sólo se conoce el ciclo de vida de unas pocas especies. Los adultos copulan en las flores mientras los individuos de ambos sexos se alimentan del polen, que actúa como elemento atrayente para la congregación. La hembra no acepta al macho hasta que se ha saciado de polen. El polen lo almacenan en un saco intestinal especial, en el que una enzima produce una germinación parcial del polen, que es suficiente como para producir la ruptura de una capa indigerible que posee el polen como protección. El contenido del grano de polen es digerido entonces y utilizado para la formación de los huevos. La hembra pone los huevos debajo de la corteza

de los árboles cercanos. Cuando nace la larva, ésta se deja caer al suelo, perfora en él y completa su vida larval. Es probable que en el suelo se alimente de raicillas y de los rizomas de los hongos. La formación de la pupa se produce en el suelo, y los adultos emergen para continuar el ciclo, que es anual. Hasta donde se sabe, el ciclo es anual, y está sincronizado con la floración de ciertas especies. Otras especies tienen larvas que perforan la madera caída, seca o en descomposición, y hacen túneles verticales en el suelo húmedo. Los adultos de algunas especies prefieren el polen de una especie única de planta, mientras que a otros se los encuentra en una variedad de flores.

Características:

- Antenas con 11 segmentos, filiformes o serriformes o claviformes. Inserciones antenales expuestas o cubiertas.
- Porción visible de la procoxa proyectándose por debajo del proesternon con el trocánter al menos parcialmente expuesto.
- Cavidad procoxal externamente abierta e internamente cerrada.
- Mesocoxas contiguas, con la parte lateral de la cavidad mescoxal abierta.
- Fórmula tarsal 5-5-4.
- Número de ventritos 5 ó 6 con 2 connados.
- Longitud del cuerpo 5 a 20 mm.
- Alargados, generalmente delgados, pubescentes, frecuentemente de colores llamativos.
- Antenas largas.
- Cabeza no abruptamente constreñida posteriormente.
- Protórax expandido en la porción cerca del tercio anterior, luego se hace angosto, lados redondeados sin márgenes.

Figura 14. Oedemeridae



Fuente: <http://axxon.com.ar/mus/glos/g-oedemeridae.htm>

4.8 Scolytidae

Phylum: Artrópoda

Clase: Insecta

Orden: Coleóptera

Familia: Scolytidae

Género: *Dentroctonus*

Especie: *D. frontalis*, *D. adjunctus*; *D. aproximatus*,
D. valens, *D. parallelocolis* y *D. vitei*.

Nombre Común: descortezador del pino.

Origen: Estados Unidos. Se cree que a El Salvador llegó procedente de Honduras.

Distribución

Es abundante en los estados del sur de Estados Unidos hasta América del Sur y en México. En México y Centro América se han reportado la presencia de seis especies.

Descripción General del Hábitat

En sus estados inmaduros y adultos se encuentra en corteza de pinos, formando galerías. El adulto sale cuando va en búsqueda de nuevos árboles.

Hábitos

La hembra llega primero al árbol para colonizarlo y libera una feromona para atraer al macho con el que copula dentro de la cámara nupcial que barrena en la corteza interna, después la hembra construye una galería para depositar sus huevos; la galería de *D. frontalis* tiene forma de "s" o de serpiente, mide entre 10 y 24 cm de largo y carece de ramificaciones.

Apariencia general

El adulto de *D. frontalis* es de color pardo oscuro o negro y mide entre 2 y 4 mm; el extremo posterior de su cuerpo es convexo y presenta un surco bien definido en la línea media de la cabeza.

Ciclo de vida:

Ciclo de vida de 26 a 54 días y produce hasta 9 generaciones por año. La duración de los estadios es de 3-11 días para el huevo, 15-40 días para la larva (que pasa por cuatro instares), 5-17 para la pupa y 6-14 para el adulto.

De cada huevo emerge una larva que construye un túnel individual en la zona del líber, perpendicular principal; la formación de la pupa tiene lugar en la corteza externa, completado el ciclo, el adulto macha la corteza para salir, dejando un hoyo circular definido.

Modo de distribución

Transporte de material infestado.

Análisis del tipo de amenaza que representa

a) Recursos Biológicos:

D. frontalis ataca varias especies de pinos y otras coníferas. En América Central se le ha observado atacando *Pinus oocarpa* . En el país se tiene evidencia de problemas en pinares en las zonas de San Fernando, Departamento de Chalatenango y Santa Ana.

Destruye el cambium, aflojando la corteza y mata rápidamente los árboles, generalmente de arriba hacia abajo. Colonizan árboles vivos, generalmente debilitados por factores edáficos o climáticos.

b) Salud Humana:

No hay datos.

c) Actividades productivas:

Estos insectos causan daños en plantaciones de pino, obstruyendo el paso del agua y nutrimentos en el líber y como resultado los árboles adquieren un tono rojizo y pierden las acículas y puede derivar en su muerte. Además, son un vehículo diseminador del hongo *Ceratocystis* , que causa la mancha azul en la madera, reduciendo su valor comercial. Cuando la población de *D. frontalis* es baja (fase endémica), los insectos sólo atacan árboles débiles, pero cuando es elevada (fase epidémica) atacan árboles sanos y son ataques masivos.

Figura 15. Scolytidae



4.9 Siricidae

Sirex noctilio: "avispa barrenadora de los pinos"

Plaga exótica que afecta principalmente a las especies del género Pinus. Es una avispa fitófaga, considerada una plaga secundaria en los países de origen; pero se constituyó en la principal plaga en las plantaciones de pinos, en los países donde fue introducida accidentalmente, como: Nueva Zelanda, Australia, Uruguay, Brasil y Argentina., evolucionando rápidamente porque se introdujo sin sus enemigos naturales.

Tiene un gran impacto económico, debido a la destrucción de la madera, a la muerte de árboles y al alto riesgo fitosanitario que implica, aumentando los costos de exportación por la obligatoriedad de realizar los tratamientos químicos en la madera.

Los primeros daños se inician sobre plantas sometidas a condiciones de stress, plantas dominadas, plantas bifurcadas, quebradas, plantaciones densas sin manejo forestal que sufren limitaciones edáficas y climáticas.

Puede dispersarse a razón de 30 a 50 km/año. Los huéspedes más importantes son los Pinus principalmente, pero también Abies, Picea, Larix, y Pseudotsuga.

La localización y área geográfica de influencia de S. Noctilio son:
zona NEA (Misiones, Corrientes y Entre Ríos)
zona NOA (Jujuy y Salta)
zona Centro (Córdoba y Buenos Aires)
zona Patagónica (Río Negro)

Las posturas del insecto se realizan cuando el árbol está vivo realizando de 1 a 5 orificios por proceso de postura. Las larvas son micelófagas, se alimentan de las hifas del hongo colocado por la hembra en el momento de la postura y van haciendo galerías dentro del tronco sin

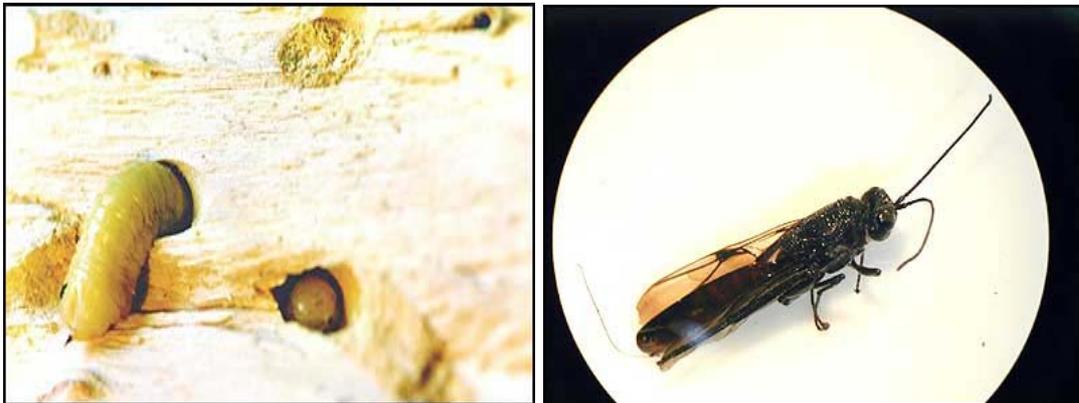
ingerir celulosa. Los adultos no se alimentan, viven a expensas de las grasas de su cuerpo, siendo su vida efímera.

Las plantaciones más susceptibles son las:

- entre 10 y 15 años de edad
- que están bajo stress
- que no son podadas

Ataque: la hembra activa su sistema nervioso en árboles con stress, entonces ataca al árbol insertando su ovipositor a nivel del cambium vascular para inyectar primero el mucus fitotóxico, el cual es transportado rápidamente a las acículas donde se produce la destrucción de la clorofila y caída de ellas, con el consiguiente debilitamiento del árbol. En forma conjunta al mucus fitotóxico deposita un huevo y esporas del hongo simbiote Amylostereum areolatum que favorece la pérdida de humedad.

Figura16. Siricidae



5. CÁMARA DEL SECADOR

5.1 Diseño de la cámara del secador

REFRIGUA cuenta con 4 líneas de producción las cuales manejan diferentes tipos de enfriadores y/o congeladores cada línea. Se hizo una simulación según una producción típica diaria, donde toda la producción del día tendría que llevar tarima y además esta pasara por el tratamiento térmico.

Se calculo de la siguiente manera:

Para la línea A se le asigno que produciría VR-17 , una vitrina refrigerada de 17 pies cúbicos, la capacidad de la línea A para producir la VR-17 es de 105 cámaras al día.

Para la línea B se le asigno que produciría CR-49 , una cámara refrigerada de 49 pies cúbicos, la capacidad de la línea B para producir la CR-49 es de 60 cámaras al día.

Para la línea C se le asigno que produciría CR-65 , una cámara refrigerada de 65 pies cúbicos, la capacidad de la línea C para producir la CR-65 es de 10 cámaras al día.

Para la línea D se le asigno que produciría MILAN-16 , un congelador para helados de 16 pies cúbicos, la capacidad de la línea D para producir el MILAN-16 es de 35 cámaras al día.

Las Dimensiones de las tarimas para esto equipos son:

Tabla V. Dimensiones de las tarimas

LÍNEA	EQUIPO	ANCHO	LARGO	ALTO
LÍNEA A	VR-17	26 plg.	30 3/8 plg.	3 1/4 plg.
LINEA B	CR-49	29 7/8 plg.	60 1/4 plg.	3 1/4 plg.
LINEA C	CR-65	29 7/8 plg.	78 1/4 plg.	3 1/4 plg.
LINEA D	MILAN-16	26 13/16 plg	59 7/8 plg.	3 1/4 plg.

Se apilaran las tarimas en columnas de 23 tarimas,

$$23 \text{ tarimas} \times 3 \frac{1}{4} \text{ plg.} = 74 \frac{3}{4} \text{ plg.}$$

$$74 \frac{3}{4} \text{ plg.} \times \frac{2.54 \text{ cm}}{1 \text{ plg}} = 189.87 \text{ cm}$$

$$189.87 \text{ cm} = 1.89 \text{ m}$$

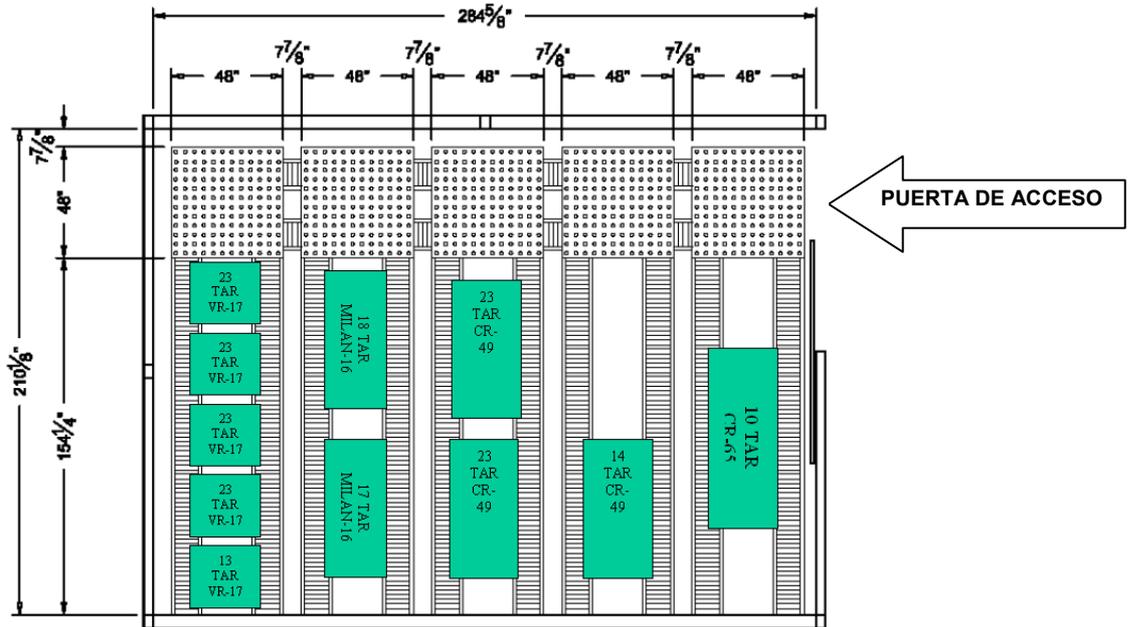
Se utilizara una puerta que mide 2.10 m y quedara una diferencia de :

$$2.10 \text{ m} - 1.89 \text{ m} = .20 \text{ m}$$

,20 cm de diferencia.

Con estas consideraciones y además que se utilizaran tranfers y conveyor para facilitar el movimiento de las tarimas, se definió que la distribución de la cámara debía ser de la siguiente manera.

Figura 17. Distribución del secador.



5.2 Acondicionamiento de la cámara del secador.

5.2.1 Estructura

La estructura de la cámara fue elaborada de la siguiente manera:

Materiales:

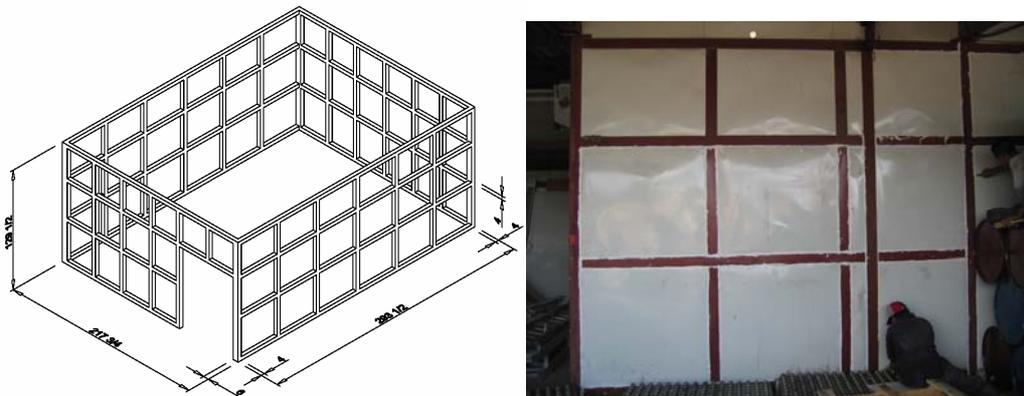
- Costaneras de 6×2
- Costaneras de 4×2
- Lamina calibre 25
- Remaches
- Tornillos busca rosca.
- Electrodo 6013

Distribución:

En cada esquinas de la cámara se utilizaron 2 costaneras de 6×2 , estas encontradas creando columnas de 6×4 .

El resto de la jaula fue elaborado con costaneras de 4*2, según la distribución de la grafica que se encuentra a continuación.

Figura18. (a) Estructura de la cámara. (b) Recubrimiento de la camara.



Todas las uniones entre las costanera fueron elaboradas con soldadura, utilizando electrodo 6013.

Al finalizar la estructura con las costaneras la cámara fue forrada por fuera con lamina calibre 25 y sujeta con remaches y tornillos busca rosca.

5.2.2 Aislante térmico

La cámara se forro por dentro con planchas de espuma de poliuretano de 2 pulgadas de ancho.

Figura 19. (a) Colocación de planchas de poliuretano

(b) Plancha de poliuretano vista de perfil



La espuma rígida de poliuretano se obtiene cuando dos productos químicos -un isocianato y un poliol- se mezclan en presencia de catalizadores y activadores adecuados.

Una vez mezclados los componentes, el calor liberado durante la reacción se emplea para vaporizar el agente de expansión, que es el causante de la transformación de la mezcla en espuma con un volumen aproximado de 25 veces el volumen de los componentes en estado líquido. La densidad normal de la espuma está generalmente comprendida entre los 38 y 40 Kg/m³ y en virtud de la baja conductividad térmica del gas ocluido en las celdas de la espuma, proporciona un excelente grado de aislamiento térmico.

Propiedades principales:

1. Posee un coeficiente de transmisión de calor muy bajo, mejor que el de los aislantes tradicionales, lo cual permite usar espesores mucho menores en aislaciones equivalentes.
2. Su duración, debidamente protegida, es indefinida.
3. Tiene una excelente adherencia a los materiales normalmente usados en la construcción sin necesidad de adherentes de ninguna especie.
4. Tiene una alta resistencia a la absorción de agua.

5. Muy buena estabilidad dimensional entre rangos de temperatura desde $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $100\text{ }^{\circ}\text{C}$.
6. Refuerza y protege a la superficie aislada.
7. Dificulta el crecimiento de hongos y bacterias.
8. Tiene muy buena resistencia al ataque de ácidos, álcalis, agua dulce y salada, hidrocarburos, etc.

Propiedades Físicas:

Tabla VI. Propiedades físicas de espuma de poliuretano

<i>Propiedades</i>	<i>ASTM</i>	<i>Unidades</i>	<i>Clase B-1</i>	<i>Clase B-2</i>	<i>Clase C</i>
Densidad	D-1622	Kg./m ³	32	40	48
Resistencia Compresión	D-1621	Kg./cm ²	1.7	3.0	3.5
Módulo compresión	D-1621	Kg./cm ²	50	65	100
Resist. Tracción	D-1623	Kg./cm ²	2.5	4.5	6
Resist. Cizallamiento	C-273	Kg./cm ²	1.5	2.5	3
Coef Conductividad	C-177	Kcal/m.h ^o C	0.015	0.017	0.02
Celdas cerradas	D-1940	%	90/95	90/95	90/95
Absorción de agua	D-2842	g/m ²	520	490	450

Propiedades mecánicas

Las propiedades mecánicas dependen de la medida de su peso volumétrico; a medida que este aumenta, aumenta su propiedad de resistencia. Los pesos volumétricos más usuales se hallan comprendidos entre 30 y 100 kg/m³, dentro de estos límites se obtienen los siguientes valores:

Resistencia a la tracción entre 3 y 10 (Kp./cm²)

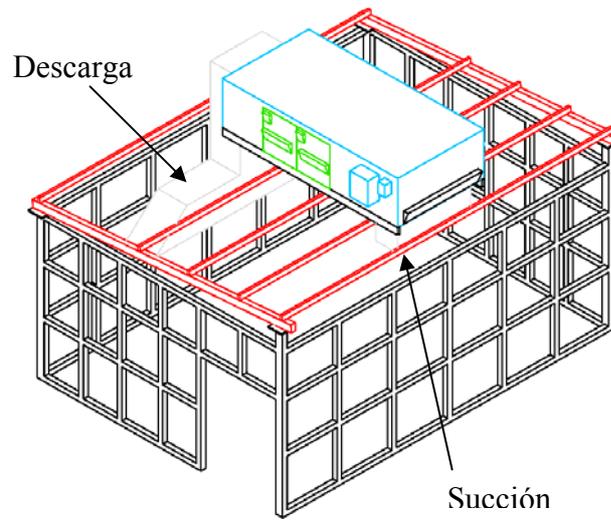
Resistencia a la compresión entre 1,5 y 9 (Kp./cm²)

Resistencia al cizallamiento entre 1 y 5 (Kp./cm²)

Módulo de elasticidad entre 40 y 200 (Kp./cm²)

5.2.3 Ductos de aire.

Figura 20. Ductos de aire



El equipo cuenta con 2 ductos los cuales están elaborados con planchas de aluminio. El ducto entre planchas cuenta con un aislante térmico.

Figura 21. Aislante térmico de ductos



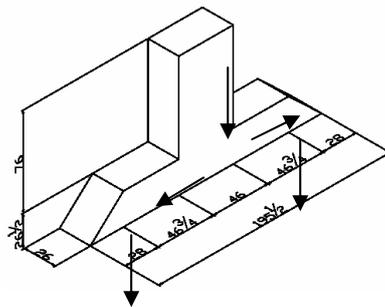
El Aislante Flexible para Equipamientos consiste en lana de vidrio con una resina termoendurecible que le da una forma estable y flexible. Se presenta como un apoyo firme para colocar un recubrimiento exterior.

Ideal para aislar sistemas de paneles, hornos de curación, precipitadores, cualquier aplicación donde se requiere un producto físicamente resistente.

Propiedades: **Conductividad Térmica - K.** 0.034 W/m OC @ 25 OC;
Máxima Temp. de Servicio. 350 OC. ; **Densidad.** 24 y 36 kg/m³. y
Flexibilidad. Radio mínimo de 300mm.

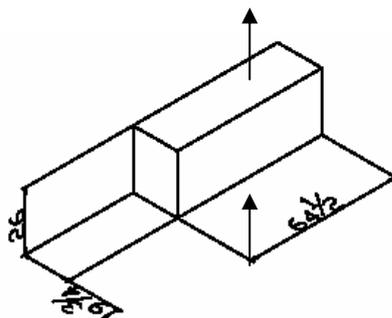
El ducto de descarga cuenta con dos salidas en las puntas y esta distribuido y dimensionado de la siguiente manera.

Figura 22. Ducto de descarga



El ducto de succión esta dimensionado de la siguiente manera.

Figura 23. Ducto de succión



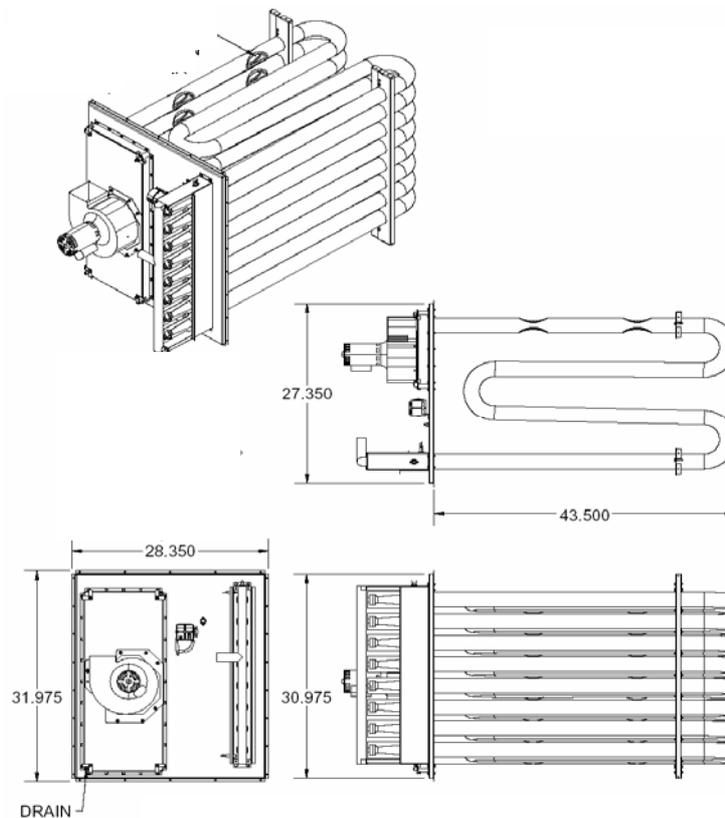
6. PARTES QUE COMPONEN EL SECADOR

6.1 Quemador

El quemador es un: HMA 400 V H U T S P 304 120

El modelo es un HM de tubos de 44 plg de largo de 4 pasos y con una capacidad de 400 MBH In, la orientación de los quemadores del manifold es vertical, el flujo de aire es horizontal, el escape de los gases es hacia, el modo de encendido es de dos etapas, el tipo de combustible es propano, el material es acero inoxidable 304 y el voltaje es 120 vac-1ph

Figura 24. Quemador



Fuente: página web <http://www.heatcousa.com/Support%20Main.htm>

El secador cuenta con 2 de estos en serie para aumentar la capacidad del equipo a 800,000 Btuh. Y están distribuidos de la siguiente manera.

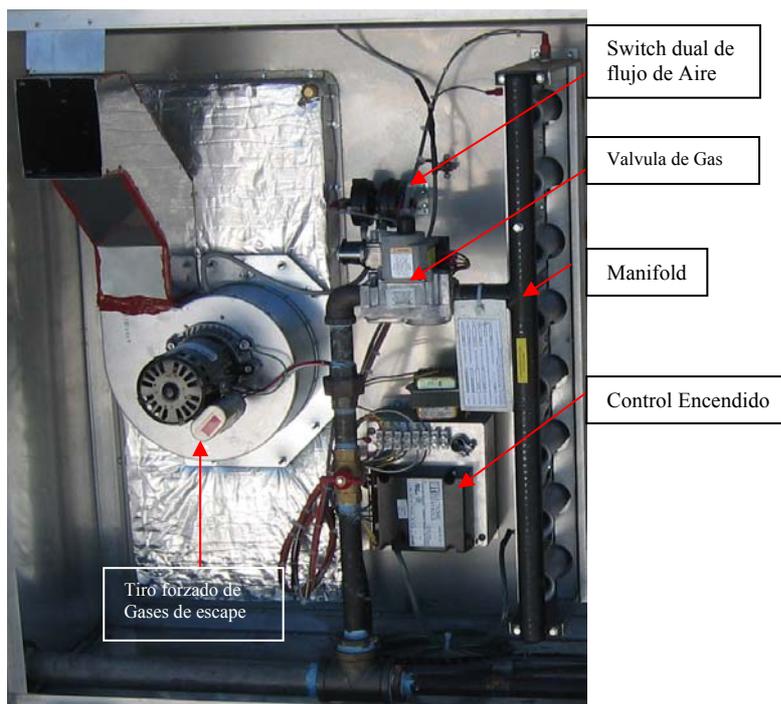
Figura 25. Quemadores del equipo



Esta figura muestra los quemadores, estos se encuentran en serie y el flujo del aire es de derecha a izquierda con referencia a la figura 25.

A continuación se dará un detalle de las piezas que componen el quemador.

Figura 26. Accesorios de control del quemador



6.2 Cámara u horno.

La cámara consta de una estructura metálica forrada por la parte de afuera con lamina negra de calibre 25. Las paredes tienen planchas de espuma de poliuretano para aislamiento termico, Se colocó sobre las planchas de espuma plywood para protegerlas. El interior de la cámara se pinta con pintura metálica color plateado.

La cámara tiene 209 $\frac{3}{4}$ pulg. de ancho. 285 $\frac{1}{2}$ pulg. de fondo y 129 $\frac{1}{2}$ pulg. de alto.

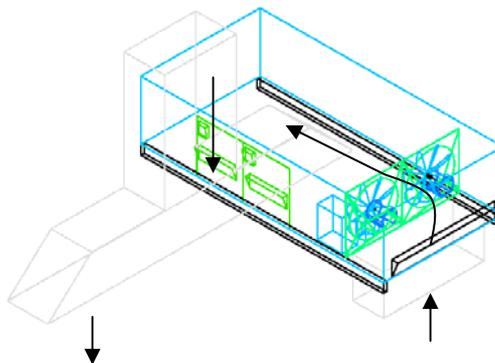
A la cámara se le instalaron en el suelo conveyors y transfers para facilitar el manejo de las tarimas.

6.3 Equipo de ventilación.

El equipo cuenta con 2 ventiladores, los motores eléctricos de los ventiladores son de 5 HP, de 1755 rpm, el voltaje es de 220 V trifásico, con un consumo de 13.2 Ampers. El modelo de los motores es 5KS184SAB205A.

El flujo de aire se muestra en la siguiente grafica.

Figura 27. Flujo de aire



La estructura donde están montados los motores se muestra en la siguiente gráfica.

Figura 28. Ventiladores

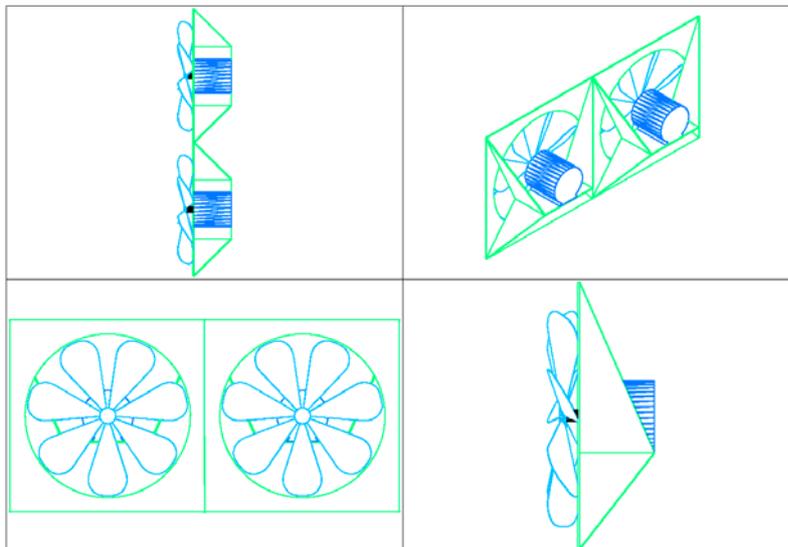


Figura 29. Fotografía de ventiladores



6.4 Censores para medir temperatura

Los termistores, o resistores térmicos, son dispositivos semiconductores que se comportan como resistencias con un coeficiente de temperatura de resistencia alto y, generalmente negativo. En algunos casos, la resistencia de un termistor a temperatura ambiente puede disminuir hasta un 6% por cada 1°C que se eleve la temperatura. Dada esta alta sensibilidad al cambio de temperatura hacen al termistor muy conveniente para mediciones, control y compensar con precisión la temperatura.

Los termistores se componen de una mezcla sintética de óxidos de metales, como manganeso, níquel, cobalto, cobre, hierro y uranio. Su rango de resistencia va de 0.5 ohms. a 75 ohms y están disponibles en una amplia gama de formas y tamaños. Los más pequeños son cuentas con un diámetro de 0.15 mm a 1.25 mm. Las cuentas se pueden colocar dentro de una barra de vidrio para formar sondas que son más fáciles desmontar que las cuentas. Se hacen disco y arandelas presionando el material termistor en condiciones de alta presión en formas cilíndrica y plana con diámetros de 2.5 mm a 25 mm. Las arandelas se pueden apilar y conectar en serie o paralelo con el fin de incrementar la disipación de potencia.

Tres características importantes del termistor lo hacen extremadamente útil en aplicaciones de medición y control:

- a) Resistencia-temperatura
- b) Voltaje-corriente
- c) Corriente-tiempo

Las características resistencia--temperatura de un termistor tiene coeficiente de temperatura de resistencia muy elevado y negativo, lo cual lo convierte en un TRANSDUCTOR DE TEMPERATURA IDEAL.

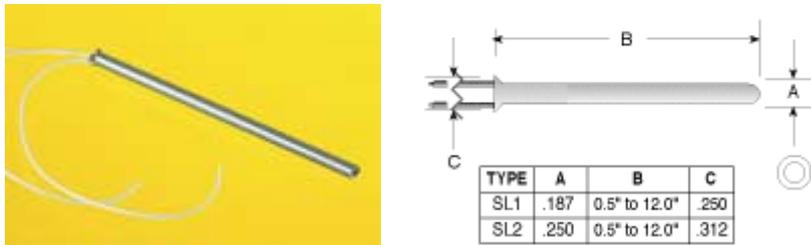
En la característica voltaje-corriente de la figura se observa que la caída de voltaje a través de un termistor aumenta con el incremento de corriente hasta que alcanza un valor pico, más allá del cual la caída de voltaje decrece con el incremento de corriente.

El constantano es una aleación de 55% de cobre y 45% de níquel.

Cromel= Aleación de Cromo y Níquel

Alumel =Aleación de aluminio, manganeso y níquel.

Figura 30. Termistores

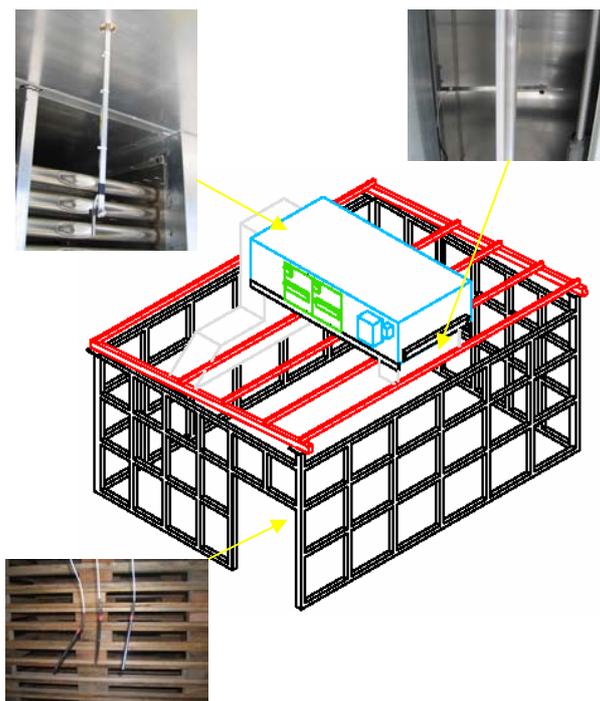


El equipo utiliza 5 de estos dispositivos:

- 1). En la admisión del equipo.
- 2). En la salida del equipo.
- 3). Dentro de la cámara del secador (para censar las temperaturas en la parte superior de la cámara).
- 4). Dentro de la cámara del secador (para censar las temperaturas en la parte media de la cámara).
- 5). Dentro de la cámara del secador (para censar las temperaturas en la parte inferior de la cámara).

Esta distribución se muestra en la siguiente grafica.

Figura 31 Distribución de termistores



6.5 Computadora del sistema.

El computador es de marca DELL latitude D 510 con un procesador Intel Celeron de 1.30 GHz. y con una memoria RAM DE 248 MG.

7. FUNCIONAMIENTO DEL SECADOR

7.1 Fases del proceso de secado.

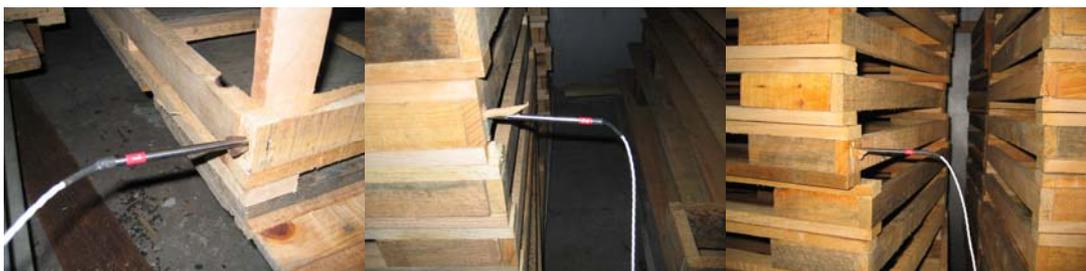
FASE 1

Las tarimas se apilan en columnas y se meten dentro del secador.

FASE 2

Se colocan los 3 sensores, el sensor numero 1 esta en la parte mas baja de las tarimas, el sensor numero 2 esta al medio de la columna de tarimas y el sensor numero 3 en la parte mas alta de las columnas de tarimas.

Figura 32 Colocación de termistores



Al terminar de colocar los sensores se procede a cerrar la puerta.

FASE 3

Se enciende la computadora y se entra en la aplicación Nyle pallet, luego se selecciona la pestaña setup information, se coloca la siguiente información:

Lot ID: Identificación del lote trabajado, este es un correlativo que asigna el operario del equipo.

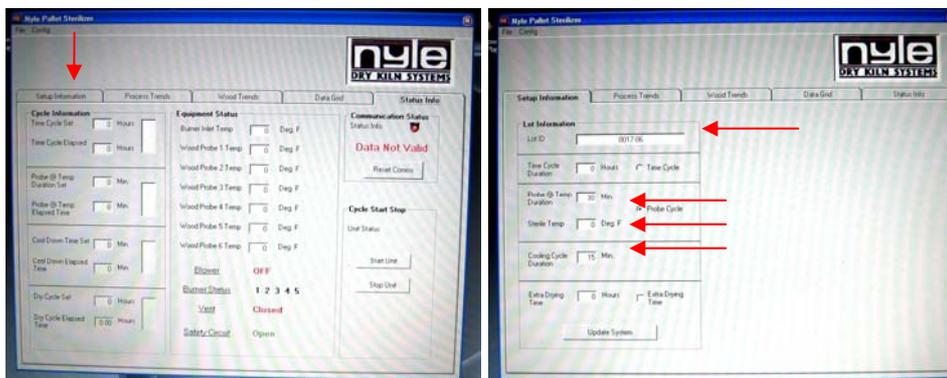
Probe @ Temp. Duration: tiempo que debe permanecer los sensores a la temperatura de esterilización, esta información se coloca en minutos.

Sterile Temp.: tiempo de esterilización, esta información se coloca en grados Fahrenheit.

Cooling Cycle Duration: Tiempo que se le asigna al equipo para que circule aire fresco al terminar el proceso, esta información se coloca en minutos.

Al terminar se selecciona el cuadro que dice Update System (Actualizar datos del sistema).

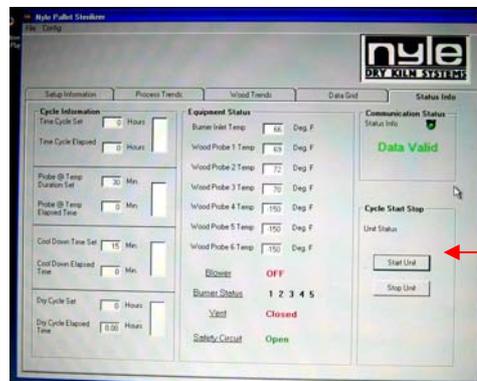
Figura 33. Pantalla del computador



FASE 4

Se selecciona la pestaña Status Info (Información de Estado) y luego se selecciona el cuadro que dice Start Unit (Inicio de proceso).

Figura 34. Pantalla del computador



En ese momento arranca el equipo.

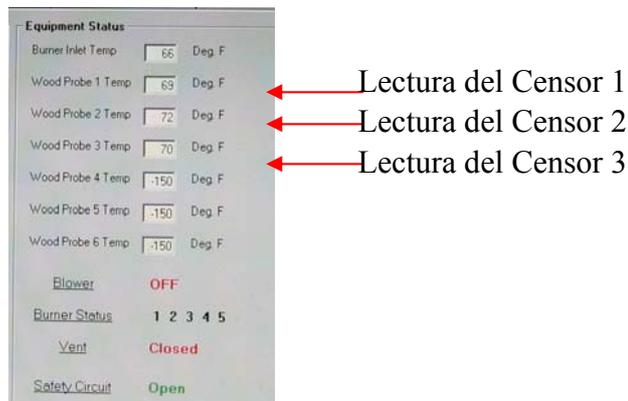
FASE 5

Se encienden los quemadores y se cierra la rejilla de acceso de aire del exterior, e inicia a recircular el aire que esta dentro de la cámara. Siendo succionada por el ducto de admisión, pasando por los ventiladores de aire forzado, por los quemadores y saliendo por el ducto de descarga.

El aire que recircula se calienta y aumenta la temperatura dentro de la cámara.

En la computadora se despliegan las lecturas de los sensores. El equipo calienta la cámara hasta que los tres sensores alcancen una temperatura de 133 °F (56.11 °C). El tiempo de esta fase depende de la humedad y la cantidad de madera en la cámara.

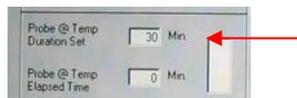
Figura 35. Pantalla del computador



FASE 6

Al momento que los tres sensores alcanzan o superan la temperatura de 133 °F (56.11 °C), empieza a correr el tiempo de esterilización que es de 30 min. En este periodo de tiempo la temperatura que leen los 3 sensores debe de ser siempre mayor o igual a 133 °F (56.11 °C).

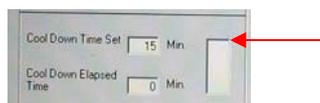
Figura 36. Pantalla del computador



FASE 7

Al terminar el tiempo de esterilización los quemadores se apagan se abre la rejilla, recirculando aire fresco del exterior al equipo y a la cámara, por un periodo de 15 min. Al terminar esta fase el equipo se apaga y se procede a abrir la puerta de la cámara y a sacar las tarimas tratadas.

Figura 37. Pantalla del computador



7.2 Reportes de proceso de secado.

Al terminar el proceso de secado el equipo imprime una grafica que registra las temperaturas en el interior de la cámara.

El formato tiene la siguiente información:

Lot ID: Identificación del lote trabajado, este es un correlativo que asigna el operario del equipo.

Sterelization Temp.: Temperatura de esterilización, 133 °F que equivale a 56.11 °C.

Start: Inicio, fecha y hora a la que inicio el proceso de secado.

Finish: Termino, fecha y hora a la que termino el proceso de secado.

Total time: Tiempo total, tiempo que tardo el proceso de secado.

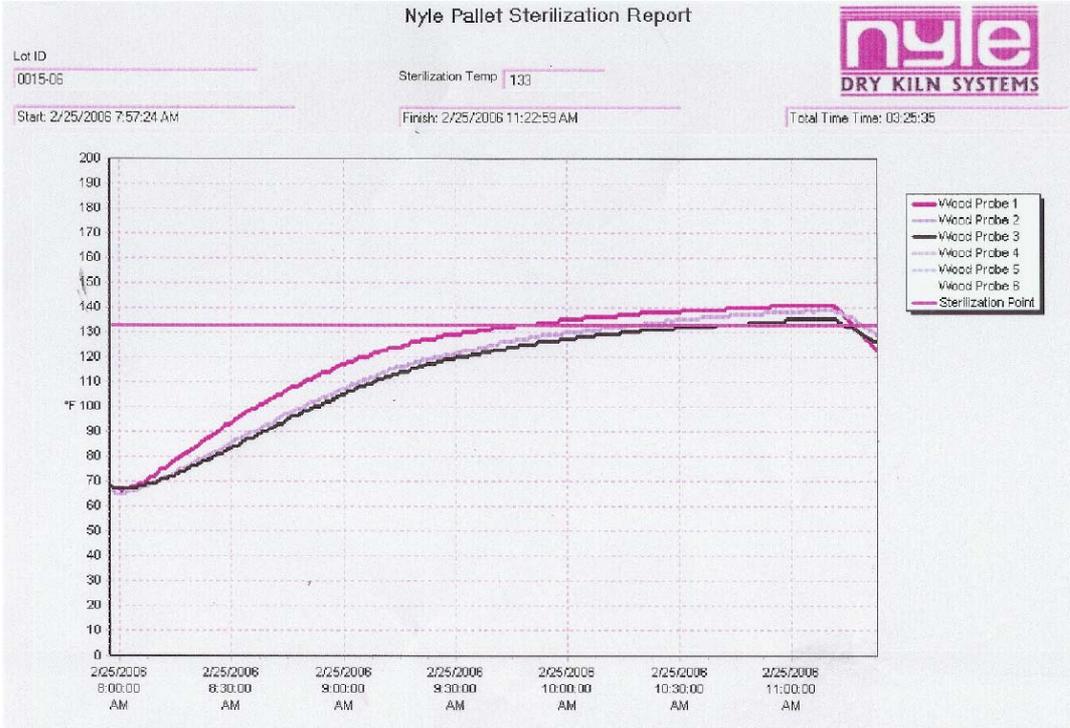
Este reporte tiene una grafica que muestra las temperaturas en función de tiempo por cada sensor dentro de la cámara.

En el eje y se encuentran las temperaturas en grados °F , iniciando en 0 °F hasta 200 °F en intervalos de 10 °F y en el eje x se encuentra el tiempo, muestra la fecha y hora desde cuando se inicia el proceso hasta que concluye en intervalos de 30 min.

Dentro de la grafica hay una línea recta en los 133 °F la cual es la temperatura de esterilización. Las otras 3 líneas muestran el comportamiento de los sensores dentro del proceso. Los 3 sensores se encuentran en diferentes alturas, el sensor numero 1 (color negro) esta en la parte mas baja de las tarimas, el sensor numero 2 (color rozado) esta al medio de la columna de tarimas y el sensor numero 3 (color fucsia) en la parte mas alta de las columnas de tarimas. Como se puede observar las 3 inician en el mismo punto (la temperatura ambiente) y van aumentando su temperatura, el sensor numero 1 es el primero que alcanza la temperatura

de esterilización a las 9:45 AM, el censor numero 2 es el segundo que alcanza la temperatura a las 10:17 AM y el censor numero 3 alcanza la temperatura a las 10:45 AM. Al llegar los 3 sensores a la temperatura deseada se mantienen o superan la temperatura por un periodo de 30 minutos, al terminar este periodo el proceso concluye.

Figura 38. Reporte de proceso de secado



8. PROCESO Y ACTIVIDADES PARA EL MONTAJE DEL SECADOR

8.1 Proceso de preparación de la cámara del secador

A la estructura metálica hecha de costaneras se le colocó planchas de espuma de poliuretano de 2 pulg. de ancho, con el largo y alto que fuera necesario para colocarlas entre las costaneras.

Este aislante térmico se colocó en todas las paredes y el techo de la cámara.

En las siguientes graficas se muestran las planchas de espuma de poliuretano y su distribución entre las costaneras.

Figura 39. Distribución de planchas de poliuretano



Al terminar con las planchas de poliuretano, se procedió a colocar planchas de plywood de ½ pulg. de ancho en todas las paredes y el techo de la cámara, para proteger el poliuretano. En la siguiente grafica de muestran las planchas de plywood sobre las de poliuretano.

Se pintó la cámara con una pintura metálica color plateado con propiedades resistentes a altas temperaturas.

**Figura 40. (a) Planchas de plywood
(b) Cámara pintada**



8.2 Proceso de preparación del equipo.

Al recibir el equipo se revisó su estado y que todas las piezas estuvieran según la guía. Se le quitó el embalaje que traía.

8.3 Proceso de anclaje del secador

Utilizando una grúa se elevó el equipo y se colocó en cuatro patas de anclaje, el equipo se atornillo con 2 tornillos de 5/8" por 1 ½ " por pata.

Figura 41. Elevación y anclaje de equipo.





8.4 Instalación del secador

Se instaló un tanque de propano para la alimentación del equipo, el diámetro de la línea es de 1 1/4 pulg. y el largo de línea es de 130.2 pies. El tanque de propano tiene una capacidad de 250 galones.

Figura 42. Tanque de suministro de propano



La instalación cuenta con 2 reguladores de presión, un **Regulador de Primera Etapa** y otro **Regulador de Segunda Etapa**.

Los reguladores de Primera Etapa reducen la presión del tanque a una presión inferior (normalmente 10psig ó 0.69bar) en reguladores de segunda etapa. los reguladores de primera etapa de Fisher son rojos para facilitar su identificación. Las válvulas de ventilación están protegidas con orientación estándar hacia la salida.

Figura 43. Regulador de primera etapa



Los reguladores de segunda etapa reducen la presión de salida del regulador de primera etapa, que normalmente es de 10 PSI. A 11" WC. En las instalaciones domesticas.

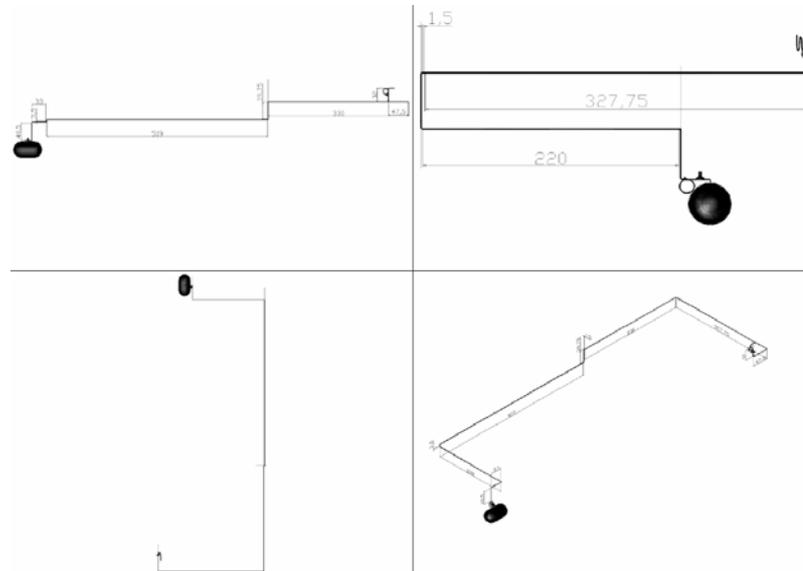
Modelo HSRL Esta diseñado para aplicaciones domesticas y comerciales de hasta 2'100,000 BTU/H. disponen de una válvula de ventilación antigoteo de 3/4" NPT, de una conexión de entrada de 3/4" o 1"y de una conexión de salida de 3/4' o 1".

Figura 44. Regulador de segunda etapa



La línea de alimentación de propano esta distribuida de la siguiente manera:

Figura 45. Plano de tubería de gas propano



8.5 Instalación de ductos

El equipo consta de dos ductos, ducto de descarga:

Se procedió a cortar la lamina del techo de la cámara del secador y se colocó la primer sección del ducto, esta sale del equipo y entra a la camara.

Figura 46. Ducto de descarga



La primera sección del ducto se atornilla al equipo.

Para la segunda sección del ducto de descarga se utilizó un andamio, esta sección se conectó a la primera y se aseguró con unas amarras, para

poder remachar el ducto. Al tener el ducto asegurado se quitaron las amarras.

Figura 47. Ducto de descarga



Ducto de admisión:

Se procedió a cortar la lamina del techo de la cámara del secador y se colocó el ducto, esta sale del equipo y entra a la cámara, este ducto se atornillo y remacho al equipo.

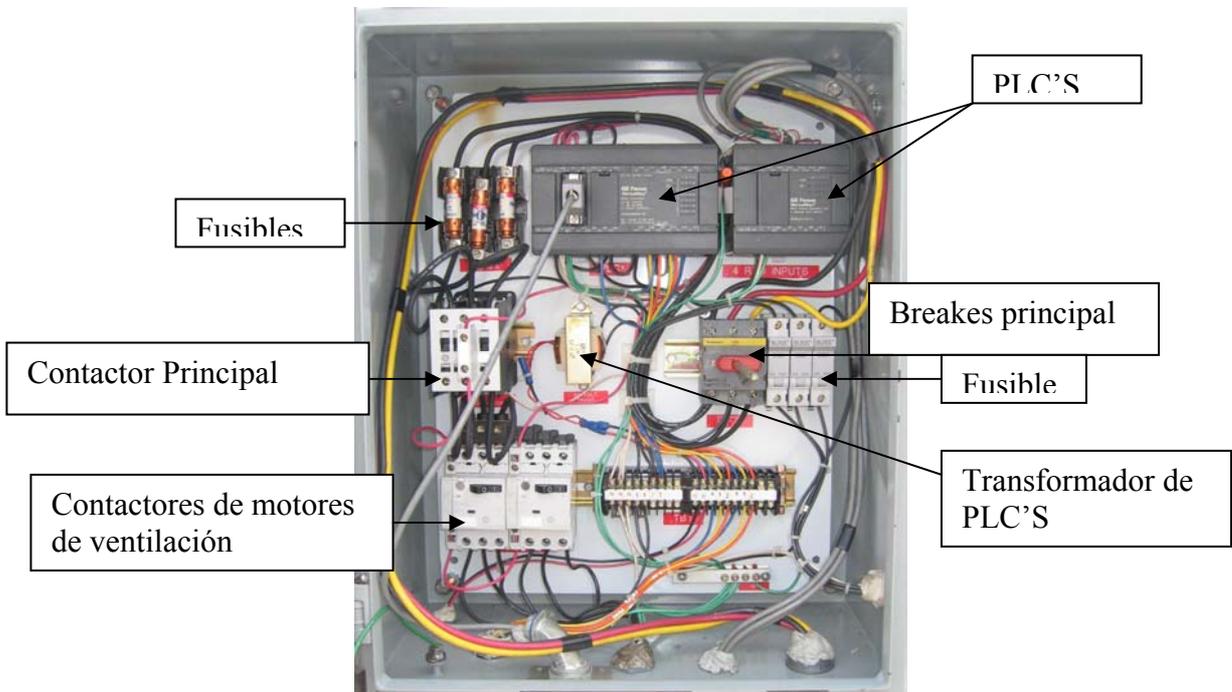
Figura 48. Ducto de admisión



8.6 Conexiones eléctricas

El equipo tiene tres líneas de suministro de corriente (trifásico) estas van conectadas al breakes principal. Como se muestra en la figura a continuación. Las líneas de suministro son los tres cables que entran a la caja en la esquina inferior derecha de color rojo, amarillo y negro, hasta llegar al breakes principal.

Figura 49. Caja de suministro de corriente



8.7 Arranque del secador.

Para el arranque del secador se procedió de la siguiente manera:

1. Energización del equipo.
2. Revisión del sistema eléctrico, que los voltajes fueran los correctos del los accesorios al panel de control del secador.
3. Revisión de la línea de gas, que las válvulas estuvieran abiertas.
4. Conexión del equipo al computador, y se encendió el computador.
5. Verificar que la señal fuera la correcta del PLC al computador.
6. Introducción de los parámetros al programa y arranque del equipo.

8.8 Revisión y pruebas.

Se calibraron los termistores, con esto se comprobó que el equipo estaba dando lecturas de temperatura correctas. El equipo llegó a los parámetros

que se introdujeron, se verificó que los quemadores funcionaran adecuadamente y que el sistema de ventilación estuviera trabajando.

Se verificó que las cargas de corriente fueran las correctas. Se revisó que la línea de gas no tuviera fugas.

CONCLUSIONES

1. Mediante el presente informe se documentó el proceso de montaje del secador, para el tratamiento térmico fitosanitario de embalajes de madera.
2. El montaje del secador para el tratamiento térmico fitosanitario de embalajes de madera, consta de las etapas de preparación de la cámara de secado, inspección y preparación del equipo, anclaje del secador, instalación de tubería de gas del secador, instalación de ductos, conexiones eléctricas, arranque del secador y revisión y pruebas.
3. Las partes que componen el secador para el tratamiento térmico fitosanitario de embalajes de madera son, el quemador, cámara de secado, equipo de ventilación, sensores de temperatura y computadora del sistema.
4. El proceso de secado para el tratamiento térmico fitosanitario de embalajes de madera, consiste en la colocación de la madera dentro del secador, colocación de tres sensores de temperatura a diferentes alturas dentro la cámara, sellado de la cámara y encendido del equipo. El secador calienta el interior de la cámara hasta que los tres sensores alcanzan la temperatura deseada, al cumplirse esta condición inicia el proceso de esterilización que consiste en mantener esta temperatura durante 30 minutos. Al terminar el proceso, el

equipo deja de emitir calor y comienza el enfriamiento de la cámara, mediante circulación de aire hacia el interior de la misma.

5. El tratamiento térmico fitosanitario es el mas recomendable para la esterilización de embalajes de madera, ya que esto no emite tóxicos que pongan en peligro a las personas que manipulan la maquinaria, ni tiene repercusiones negativas para el medio ambiente.

6. El tratamiento térmico fitosanitario permite el cumplimiento del Acuerdo Ministerial No. 2,055 – 2004 que entro en vigencia en septiembre del 2005 mediante un método efectivo y con beneficios ambientales.

RECOMENDACIONES

Luego de la realización del presente informe, a las personas que deseen instalar un secador térmico fitosanitario para el tratamiento de embalajes de madera, se les sugiere lo siguiente:

1. Utilizar el tratamiento térmico para tratar los embalajes de madera, ya que este tipo de tratamiento no es perjudicial para las personas que manipulan el proceso, ni tiene repercusiones dañinas para la capa de ozono y el ambiente en general.
2. Que el aislante térmico de la cámara sea de espuma de poliuretano, por la densidad de este producto y por el bajo costo que éste representa.
3. La cámara de secado debe poseer suficiente aislante térmico en todo su contorno, para evitar que el calor sea disipado fuera de la cámara, lo cual representaría pérdidas constantes de calor, que incrementarían el tiempo necesario para alcanzar la temperatura deseada para el tratamiento, y por lo tanto representa una pérdida monetaria.
4. La puerta de la cámara no deberá ser abierta durante el proceso de secado, ya que esto implicaría pérdida de calor, además podría ser peligroso para el personal que manipula el equipo.

5. El piso de la cámara tenga trasportadores (*tranfers y conveyor*), los cuales facilitan la colocación de los embalajes dentro de la cámara de secado.
6. Adquirir un equipo que posea un mecanismo de control computarizado, ya que el monitoreo de la temperatura y tiempo de tratamiento serán más precisos y exactos, además de facilitar a la empresa el proceso de tratamiento.
7. Poseer un software que proporcione gráficamente la relación de tiempo y temperatura durante el proceso de secado, para adjuntar estos reportes a la documentación del certificado del tratamiento que es entregada mensualmente al MAGA.
8. Idealmente el secador deberá poseer tres sensores de temperatura ubicados dentro de la cámara, cubriendo así el área baja, media y alta de la cámara para garantizar que en todas las áreas se alcance la temperatura de esterilización de la madera.
9. Equipar las tuberías de los tanques de propano con válvulas de exceso de flujo y válvulas de cierre
10. El mantenimiento y limpieza de la cámara debe realizarse luego de la aplicación de cuatro procesos de secado para que el aserrín residual no dañe los ventiladores del secador y evitar que éste se almacene dentro del secador y pueda dañarlo

BIBLIOGRAFÍA

1. Guía de Productos Industriales

http://www.tasmaninsulation.com/documents/Guia_de_Productos_Industriales_span.pdf

Noviembre, 2005.

2. Informativo Fitosanitario Forestal No. 1

http://www2.sag.gob.cl/agricola/forestal/Informativo_1.pdf

Noviembre, 2005.

3. El Bromuro de Metileno y sus Alternativas

http://www.infoagro.com/abonos/bromuro_de_metilo.asp

Noviembre, 2005.

4. Bromuro de Metilo

<http://ces.iisc.ernet.in/energy/HC270799/HDL/ENV/envsp/Vol314d.htm>

Noviembre, 2005.

5. HMA Series

<http://www.heatcousa.com/HMA%20Drg%20PDF/HMA%20Series.pdf>

Diciembre, 2005.

6. HM Series

<http://www.heatcousa.com/HM%20Manual%20April%202006/HM%20Manual%202006.pdf>

Diciembre, 2005.

7. La Madera

<http://www.papelnet.cl/madera/madera.htm>

Diciembre.2005.

8. Acuerdo Ministerial No. 2055-2004

http://www.unr.gob.gt/unr_normativas/pdfs/AM20552004embalajes.pdf

Diciembre, 2005.

9. Nyle

<http://www.nyle.com/5630PalletSterilizationSystem.asp>

Diciembre, 2005.

10. Termistores

<http://proton.ucting.udg.mx/temas/circuitos/memo/MEMO.html>

Enero, 2006.

11. REQUERIMIENTOS FITOSANITARIOS PARA LOS EMBALAJES
UTILIZADOS EN EL COMERCIO INTERNACIONAL

<http://www.sagpya.mecon.gov.ar/new/0->

[0/forestacion/biblos/pdf/2004/224%20Cunha.pdf#search='Ambos%20m%C3%A9todos%20cuentan%20con%20ventajas%20y%20desventajas'](http://www.sagpya.mecon.gov.ar/new/0-forestacion/biblos/pdf/2004/224%20Cunha.pdf#search='Ambos%20m%C3%A9todos%20cuentan%20con%20ventajas%20y%20desventajas')

Enero, 2006.

ANEXOS

**OFICINA DE NORMAS Y PROCESAMIENTOS
UNIDAD DE NORMAS Y REGULACIONES
MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERIA Y ALIMENTACION**

**ASUNTO: ACUÉRDASE EMITIR LAS SIGUIENTES DISPOSICIONES PARA EL EMBALAJE DE
MADERA UTILIZADO EN EL COMERCIO INTERNACIONAL.**

ACUERDO MINISTERIAL No. 2055 - 2004

Edificio Monja Blanca: Guatemala, 15 de diciembre de 2004

EL MINISTRO DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y ALIMENTACIÓN

CONSIDERANDO:

Que los embalajes de madera son esenciales en el comercio internacional para el movimiento y protección de productos y mercancías en general y que los mismos son comúnmente fabricados con madera en bruto que no ha sido sometida a procesamiento o tratamiento para eliminar las plagas vivas presentes y de interés cuarentenario, las cuales tienen la capacidad de sobrevivir, introducirse y dispersarse en parte o todo el territorio nacional.

CONSIDERANDO:

Que el embalaje de madera en bruto es considerado como uno de los medios principales en el traslado de plagas de interés cuarentenario y por ser nuestro país parte de la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria, aprobada mediante Decreto 6 de fecha tres de mayo de mil novecientos cincuenta y cinco, que reglamenta el embalaje de madera utilizado en el comercio internacional, donde se describen las medidas fitosanitarias para reducir el riesgo de introducción y/o diseminación de plagas cuarentenarias asociadas al embalaje fabricado con madera en bruto de coníferas y no coníferas, incluyendo una marca reconocida internacionalmente.

POR TANTO:

En el ejercicio de las funciones establecidas en los Artículos 194 de la Constitución Política de la República de Guatemala; 27 y 29 de la Ley del Organismo Ejecutivo, Decreto Número 114-97 del Congreso de la República y sus reformas; 1,2,3, 6 literales a), b), c), d), j), k) y m), 7), 8) literales h), l) y v), 11, 12 y 15 de la Ley de Sanidad Vegetal y Animal, Decreto Número 36-98 del Congreso de la República; 2, 5, 11, 12, 13, 14, 20, 23, 24, 29, 32, 34, 37, 39, 41, 42 y 43 del Reglamento de la Ley de Sanidad Vegetal y Animal, Acuerdo Gubernativo número 745-99.

ACUERDA:

EMITIR LAS SIGUIENTES DISPOSICIONES PARA EL EMBALAJE DE MADERA UTILIZADO EN EL COMERCIO INTERNACIONAL.

Artículo 1.- OBJETO. El presente acuerdo tiene por objeto regular la certificación al embalaje de madera en bruto de coníferas y no coníferas para el control de plagas cuarentenarias asociadas al mismo y normar lo referente al registro de las personas individuales y jurídicas que se dediquen a la aplicación de tratamientos al embalaje de madera en bruto, utilizado en el comercio internacional.

Artículo 2. ÁMBITO DE APLICACIÓN. El presente Acuerdo es aplicable a toda persona individual y jurídica que realice tratamientos químicos y térmicos a embalajes de madera en bruto en el territorio nacional.

Artículo 3.- EXCEPCIÓN. Se excluye del presente Acuerdo el embalaje de madera fabricado en su totalidad de productos derivados de la madera tales como el contrachapado, los tableros de partículas, los tableros de fibra orientada o las hojas de chapa que se han producido utilizando pegamento, calor y presión o una combinación de los mismos. También se excluye el embalaje de madera como los centros de chapa (subproductos de la producción de chapa), aserrín, viruta de madera en bruto o cortada en trozos de poco espesor (menores a seis milímetros), lana de madera, entre otros.

Artículo 4. DEFINICIONES. Para la correcta interpretación del presente Acuerdo debe entenderse por:

CERTIFICADO DE TRATAMIENTO: Documento oficial emitido por el MAGA a través de la Unidad de Normas y Regulaciones, para hacer constar la aplicación del tratamiento químico o térmico, según corresponda, a los embalajes de madera.

EMBALAJE DE MADERA: Madera o productos de madera (excluyendo los productos papel) utilizados para sujetar, proteger o transportar un envío. Incluye las tarimas, la madera de estiba, las jaulas, los bloques, los barriles, los cajones, las tablas para carga, los collarines de tarimas y los calces,

embalaje que puede acompañar a casi cualquier envío, incluso a envíos que normalmente no sean objeto de inspección fitosanitaria.

ENVÍO: Cantidad de plantas, productos vegetales u otros artículos que se movilizan de un país a otro, y que están amparados, en caso necesario, por un solo certificado fitosanitario (el envío puede estar compuesto por uno o más productos básicos o lotes)

LOTE: Cantidad de embalaje que ha sido expuesto a tratamiento químico en la misma fecha, lugar o instalación y durante un mismo tiempo de exposición, dosis y concentración de Bromuro de Metilo. Y misma intensidad de calor para el caso de tratamientos térmicos.

MADERA: Clase de producto básico correspondiente a la madera en rollo, madera aserrada, virutas o madera para embalaje con o sin corteza.

MADERA DE ESTIBA: Embalaje de madera empleado para separar o sostener la carga, pero que no está asociado con el producto básico.

MADERA EN BRUTO: Madera que no ha sido procesada ni tratada.

MARCA: Distintivo autorizado por el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, para ser estampado, grabado a fuego o pirograbado en un artículo reglamentado para certificar que le fue aplicado tratamiento químico o térmico, según corresponda. Esta marca debe tener la característica de ser legible y permanente.

MATERIAL DE MADERA PROCESADA: Productos compuestos de madera que se han elaborado utilizando pegamento, calor y presión o cualquier combinación de ellos.

MAGA: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación

PRODUCTO BÁSICO: Tipo de planta, producto vegetal u otro artículo que se moviliza con fines comerciales u otros propósitos

TRATAMIENTO: Procedimiento autorizado oficialmente para matar o eliminar plagas o para esterilizarlas.

TRATAMIENTO QUÍMICO: Utilización de un plaguicida químico, conforme a las especificaciones técnicas.

TRATAMIENTO TÉRMICO: Aplicación de calor hasta alcanzar una temperatura mínima, durante un período mínimo, conforme a las especificaciones técnicas.

UNIDAD: Unidad de Normas y Regulaciones del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación.

Artículo 5.- REGISTRO. Toda persona individual o jurídica que realice tratamientos químicos y/o térmicos, según corresponda, a los embalajes de madera en bruto utilizados en los envíos debe registrarse ante la UNIDAD, para lo cual, debe cumplir los requisitos siguientes:

- 1) Presentar formulario de solicitud de registro o de renovación de registro, en el cual se consigne el nombre y firma del propietario o representante legal, según corresponda, y del profesional responsable Ingeniero Agrónomo, colegiado activo.
- 2) Fotocopia legalizada de la Escritura Pública de Constitución de Sociedad, la cual debe encontrarse inscrita en el Registro Mercantil General de la República, en caso de persona jurídica; de la Patente de Empresa si fuera el caso de comerciante individual y fotocopia de Cédula de Vecindad o pasaporte cuando corresponda, si es persona individual.
- 3) De ser persona jurídica, el nombramiento del Representante Legal, inscrito en el Registro Mercantil General de la República.
- 4) Documento en el que conste el nombramiento del Ingeniero Agrónomo, colegiado activo, que será el responsable de la aplicación de los tratamientos químicos o térmicos, según corresponda, emitida por la persona individual o jurídica que realice dichos tratamientos.

El personal de la UNIDAD debe tener acceso a copia de planos, flujogramas relacionados con procesos de aplicación del tratamiento químico o térmico, según corresponda, aplicados a los embalajes.

La persona individual o jurídica debe informar a la UNIDAD, cuando exista un cambio en cualesquiera de los numerales 2) y 4), en un plazo no mayor de quince días.

Artículo 6. VIGENCIA DEL REGISTRO O RENOVACIÓN. El registro o la renovación del mismo tendrán un plazo de vigencia de dos años, prorrogables por el mismo período, previo cumplimiento de los requisitos estipulados en el presente Acuerdo, requeridos para otorgar el registro.

Artículo 7. DICTAMEN. Las solicitudes de registro o su renovación, deberán ser presentadas ante el Área Fitozoosanitaria de la UNIDAD, la que deberá tramitarlas y resolverlas en un plazo no mayor de diez días hábiles a partir de la fecha de su recepción.

Artículo 8.- CERTIFICADO DE REGISTRO. La UNIDAD a través del Área Fitozoosanitaria emitirá Certificados de Registro a las personas individuales o jurídicas que cumplan con los requisitos señalados tanto para el registro como para su renovación.

Artículo 9.- ARCHIVO. Es responsabilidad de la UNIDAD a través del Área Fitozoosanitaria, mantener actualizado el registro de personas individuales o jurídicas, que realicen tratamientos químicos o térmicos en el cual se incluirá a los Ingenieros Agrónomos responsables de la aplicación de los tratamientos a los embalajes de madera.

Artículo 10. EQUIPO DE APLICACIÓN Y DE PROTECCION PERSONAL, MATERIALES E INSTALACIONES. Las personas individuales o jurídicas interesadas en prestar los servicios de aplicación de tratamientos químicos o térmicos, aprobados por la UNIDAD y aplicados a embalajes de madera, deben contar con el equipo mínimo siguiente:

A. TRATAMIENTO QUIMICO (BROMURO DE METILO) EN CÁMARAS FIJAS

A.1 CARACTERÍSTICAS DE LA CÁMARA FIJA:

- l) Piso, techo y paredes, de materiales impermeables que impidan fugas del fumigante (concreto, metal, block revestido, entre otros).
- m) Puertas que garanticen su sellado hermético.
- n) Evaporizador.
- o) Tuberías internas para descarga del fumigante.
- p) Boquillas colocadas en diferentes posiciones dentro de la Cámara. para la mejor distribución del fumigante.
- q) Sistema de circulación de aire dentro de la Cámara.
- r) Detector o sensores de temperaturas para definir dosis.
- s) Sistema para la toma de concentraciones del fumigante dentro de la Cámara.
- t) Sistema de extracción del fumigante.
- u) Sistema de iluminación interior.
- v) Sistema de luces de advertencia.

A.2 EQUIPO Y MATERIALES DE FUMIGACIÓN

1. Dosificador del fumigante.
2. Fumiscopio o tubos calorimétricos, para la determinación de concentraciones del fumigante.

3. Detector electrónico de fugas de haluros
4. Identificar el área e instalaciones donde se realiza el tratamiento con símbolos y frases de advertencia reconocidos universalmente, sobre riesgo que conlleva su aplicación.
5. Identificar que el área donde se realizan los tratamientos, solo puede ingresar o permanecer personal autorizado, con su correspondientes equipo de protección personal.
6. Vallas de Advertencia de forma rectangular que permitan mantenerse en posición vertical. El color de las mismas debe ser blanco y en el rectángulo debe incluirse la figura de una calavera y tibias cruzadas en color negro y la frase PELIGRO, en letras mayúsculas en color rojo. El tamaño de rectángulo de la valla debe ser no menor de un metro cincuenta centímetros ancho por un metro veinticinco centímetros de alto y la longitud de las patas no debe ser menor de setenta y cinco centímetros.

El tamaño de la figura y frases debe ser tal que sea fácilmente visible a una distancia prudente.

A.3 EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL

1. Mascarilla de cara completa
2. Equipo de aire comprimido
3. Filtros específicos para vapores orgánicos
4. Gabacha de PVC
5. Guantes de nitrilo
6. Overol
7. Casco
8. Botiquín con medicamentos y antídotos de primeros auxilios.

B. TRATAMIENTO QUIMICO (BROMURO DE METILO) APLICACIÓN BAJO CARPA.

B.1 MATERIALES Y EQUIPO:

1. Carpas plásticas transparentes con un grosor de quince milésimas de Centímetro.

2. Almohadillas de arena o de agua.
3. Dosificador volumétrico para cilindros de bromuro de metilo.
4. Evaporador a base de gas LPG, para bromuro de metilo.
5. Mangueras de polietileno para la introducción de bromuro de metilo.
6. Detector de haluros a base de propano o de sensor electrónico
7. Unidad de Conductividad térmica.
8. Filtros para el bióxido de carbono.
9. Bomba de muestreo y tubos calorimétricos.
10. Aparato para introducir nitrógeno en los tanques de bromuro de metilo.
11. Ductos para la extracción del gas.
12. Ventiladores industriales con capacidad de remover de dos mil a dos mil quinientos pies cúbicos por minuto (CFM), de tres mil quinientas revoluciones por minuto y aspas de dieciocho pulgadas de largo.
13. Cintas adhesivas de dos pulgadas de ancho.
14. Vallas de Advertencia, formada de un rectángulo y patas que permitan mantenerse en posición vertical. El color de las mismas debe ser blanco y en el rectángulo debe incluirse la figura de una calavera y tibias cruzadas en color negro y la frase PELIGRO, en letras mayúsculas en color rojo. El tamaño de rectángulo de la valla debe ser no menor de un metro cincuenta centímetros de ancho por un metro veinticinco centímetros de alto y la longitud de las patas no debe ser menor de setenta y cinco centímetros.

El tamaño de la figura y frases debe ser tal que sea fácilmente visible a una distancia prudente.

15. Afiches de Advertencia autoadheribles y de un material que soporte las condiciones naturales a las cuales van a estar expuestos, de fondo color blanco, con la figura de una calavera y tibias cruzadas en color negro y la frase PELIGRO, en letras mayúsculas en color rojo, y donde se indique el producto utilizado y su concentración, dosis, intervalo de tiempo de exposición y tiempo de aireación, fecha de inicio y finalización del tratamiento, nombre y firma del responsable de la aplicación del tratamiento. El tamaño de la figura y frases debe ser tal que sea fácilmente visible a una distancia prudente.

16. Dispositivos para la toma de muestras de la atmósfera interior y con un termómetro e higrómetro con carátula al exterior.

B.2 EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL

1. Mascarilla de cara completa.
2. Equipo de aire comprimido.
3. Filtros específicos para vapores orgánicos.
4. Gabacha de PVC.
5. Guantes de nitrilo.
6. Overol.
7. Casco.
8. Botiquín con medicamentos y antídotos de primeros auxilios.

Artículo 11. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL TRATAMIENTO QUÍMICO. La aplicación del tratamiento químico a embalajes utilizando Bromuro de Metilo, debe cumplir con las siguientes condiciones:

Temperatura	Dosis (g/m ³)	Registros mínimos de concentración (g/m ³) durante:			
		30 minutos	2 horas	4 horas	16 horas
21° C o mayor	48	36	24	17	14
16° C o mayor	56	42	28	20	17
11° C o mayor	64	48	32	22	19

La temperatura mínima no deberá ser inferior a los 10° C y el tiempo de exposición mínimo deberá ser de 16 horas, el tiempo de aireación mínimo será de 4 horas.

Artículo 12. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL TRATAMIENTO TÉRMICO. La aplicación del tratamiento térmico a embalajes, debe cumplir con las siguientes condiciones:

- a) Que el embalaje de madera sometido a tratamiento térmico, debe estar fabricado a partir de madera descortezada y debe calentarse conforme a una curva de tiempo/temperatura específica, mediante la cual el centro de la madera alcance una temperatura mínima de 56°C durante un período mínimo de 30 minutos.
- b) Contar con el siguiente equipo e instalaciones:

1. Quemador.
2. Caldera o su equivalente cuando proceda.
3. Cámara u horno o sanitizador.
4. Equipo para determinación de temperaturas internas.
5. Registro de control de temperaturas externa del horno o sanitizador.
6. Manómetros.
7. Equipo de ventilación.
8. Registros de la temperatura al centro de la madera a utilizarse como embalaje.
9. Capacidad máxima comprobada para la aplicación de tratamientos.
10. Bodega para embalajes tratados.

Artículo 13. FAMILIAS DE PLAGAS DESTINO DEL TRATAMIENTO.

Entre los insectos de interés cuarentenario a los cuales se destinan los tratamientos, se pueden mencionar: Anobiidae, Bostrichidae, Buprestidae, Cerambycidae, Curculionidae, Isoptera, Lyctidae (con algunas excepciones para Tratamientos Térmicos), Oedemeridae, Scolytidae y Siricidae. Y para el caso de nematodos, la especie *Bursaphelenchus xylophilus*.

Artículo 14. REPORTE. La persona individual o jurídica que preste los servicios de tratamientos a embalajes de madera, debe reportar mensualmente a la UNIDAD la cantidad de embalajes tratados, así como el número del certificado de tratamiento que ampara el lote. Y permitir el acceso al personal de la UNIDAD a los registros del total de embalajes tratados e información para verificar el cumplimiento de los requisitos y procesos establecidos en el presente Acuerdo.

Artículo 15.- AUDITORIA TÉCNICA. Es responsabilidad de la UNIDAD a través del Área Fitozoosanitaria llevar el control sistemático del proceso de tratamientos, certificación de embalajes tratados, sellos de control interno por parte de las personas individuales o jurídicas registradas, donde se incluya la fecha de aplicación del tratamiento y número de lote. Para el efecto debe realizar auditorias técnicas con el objeto de verificar el cumplimiento del presente Acuerdo. Las auditorias técnicas deberán realizarse como mínimo una vez al año o cuando la UNIDAD lo considere necesario, cumpliendo con lo que establece el Manual de Auditorias Técnicas específico para el tratamiento de embalajes de madera en bruto.

Artículo 16.- CERTIFICADO DE TRATAMIENTO. El personal del MAGA previo a la emisión del Certificado de Tratamiento a embalajes de madera de exportación, deberá requerir al interesado:

- 3) Solicitud de Certificado de Tratamiento a Embalajes de madera por lote tratado.
- 4) Constancia emitida por el Ingeniero Agrónomo, colegiado activo, nombrado por la empresa como responsable del Tratamiento, donde se indique:
 - g) Fecha de emisión de la constancia;
 - h) Número del lote o lotes a los cuales les fue aplicado el tratamiento;
 - i) Tipo de tratamiento aplicado al embalaje, dosis (producto y su concentración), tiempo de duración del tratamiento y temperatura (cuando aplique);
 - j) Fecha de aplicación del tratamiento;
 - k) Condición del tipo de embalaje de madera tratado (nuevo o reciclado);
 - l) Nombre y dirección del lugar o establecimiento donde se realizó el tratamiento.

Artículo 17.- MARCA PARA EL EMBALAJE. Todo embalaje de madera tratado, debe ser marcado con un sello el cual debe ser colocado en lugar visible, preferentemente al menos en los dos lados opuestos del embalaje tratado y debe tener las características siguientes:

- 4) Dimensiones de 5.5 centímetros de ancho y 13 centímetros de largo, el cual podrá variar de acuerdo al tamaño del embalaje.
- 5) La impresión debe ser en color negro.
- 6) El sello estará dividido en dos paneles, izquierdo y derecho.

	GT	MAGA

En el panel izquierdo debe indicarse la siguiente información:

- b) Logotipo de la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria – IPPC -

En el panel derecho debe indicarse la siguiente información:

- e) Código que identifica a Guatemala (**GT**), que es el país donde se aplica tratamiento correspondiente.
- f) Siglas **MAGA** forma en la que podrá abreviarse Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación.
- g) Código del Tratamiento utilizado:
- i. Químico utilizando Bromuro de Metilo (**BM**), agregándole las iniciales **DB**, cuando previo a este tratamiento ha sido necesario el descortezado de la madera. (**Ejemplo: BM - DB**)
 - ii. Térmico (**TT**), agregándole las agregándole las iniciales **DB**, cuando previo a este tratamiento ha sido necesario el descortezado de la madera. (**Ejemplo: TT - DB**)
- h) Código otorgado por la UNIDAD que identifica a la persona individual o jurídica responsable de la aplicación del tratamiento.

Artículo 18. CONDICIONES PARA EL EMBALAJE DE MADERA RECICLADO, REFABRICADO O REPARADO. El embalaje construido de madera reciclada, refabricada o reparada, se le debe retirar todas las marcas de tratamientos anteriores, cumplidos estos requisitos se procederá

a someter todos los componentes de dicho embalaje al tratamiento correspondiente, colocarle la marca y certificarse.

Artículo 19. - EMBALAJES. Todo embalaje de madera debe estar tratado con alguna de las medidas fitosanitarias establecidas en el presente Acuerdo, y para facilitar su inspección, debe exhibir la marca en el punto de ingreso al país. Ello no exime a que el personal del MAGA o autorizado por este pueda realizar las inspecciones al mismo.

Cuando el embalaje de madera no exhiba la Marca el importador debe cumplir con el tratamiento fitosanitario correspondiente o sustituir por embalaje nacional o embalaje que cumpla con las medidas fitosanitarias establecidas en el presente Acuerdo o de material distinto a la madera, procediendo a la eliminación del embalaje sustituido o su devolución al país exportador.

Artículo 20.- PLAGUICIDAS AGRÍCOLAS. Los plaguicidas para uso agrícola que se utilicen en la aplicación de tratamientos químicos a embalajes de madera, deben estar registrados ante la UNIDAD.

Artículo 21. RECIPROCIDAD EN SU APLICACION. El MAGA a través de la UNIDAD dará cumplimiento a la aplicación del presente Acuerdo, conforme lo apliquen los países exportadores, así como en aquellos casos que considere necesario basado en la información de la condición fitosanitaria del país exportador.

Artículo 22.- PROHIBICIONES. Queda prohibido:

- 1) Autorizar el ingreso al territorio nacional de embalaje de madera que no halla sido tratado en el país de origen y no tenga la marca de tratamiento correspondiente.
- 2) Utilizar plaguicidas para uso agrícola sin registro o con registro vencido.
- 3) Utilizar el sello en los embalajes de madera que no han sido previamente tratados de conformidad con las disposiciones del presente Acuerdo.
- 4) Emitir constancias y certificados de tratamiento químico o térmico, según corresponda, que no cumplan con lo estipulado en el presente Acuerdo.
- 5) Omitir información sobre el tipo de embalaje de madera al cual le ha sido aplicado el tratamiento correspondiente.
- 6) Cualquier otra acción que induzca a error o engaño.

Artículo 23. MEDIDAS DISCIPLINARIAS. El incumplimiento de las disposiciones del presente Acuerdo, serán sancionadas por parte del MAGA, sin perjuicio de las penas que corresponda imponer a los Tribunales de Justicia, cuando sean constitutivas de delito, en la forma siguiente:

- 1) No será extendido el Certificado de Tratamiento, cuando ocurra lo siguiente:
 - a) Aplicar tratamientos químicos y térmicos a embalajes de madera, sin tener registro vigente ante la UNIDAD.
 - b) Aplicar plaguicidas para uso agrícola que no estén registrados ante la UNIDAD o que tengan registro vencido.
 - c) Incumplir con las condiciones del tratamiento aplicado.
 - d) Incumplir con la información que debe llevar el sello que se estampa en el embalaje de madera.
 - e) Omitir u ocultar información en cuanto a si el embalaje de madera tratado, es de madera nueva o reciclada; fecha de aplicación de tratamiento correspondiente; tipo de tratamiento aplicado; u otra información que induzca a error o engaño.
 - f) Suspensión del registro por un período de hasta dos meses, por marcar con el sello respectivo, los embalajes de madera, sin haber cumplido previamente con las disposiciones del presente acuerdo o con el Manual de Auditoria Técnica.
- 2) Se cancelará el registro, posteriormente a la suspensión, en caso de:
 - a) La utilización de insumos para uso agrícola no registrados o con registro vencidos.
 - b) Incumplir con las condiciones del tratamiento aplicado.
 - c) Incumplir con la información que debe llevar el sello que se estampa en el embalaje de madera.
 - d) Omitir u ocultar información en cuanto a si el embalaje de madera tratado, es de madera nueva o reciclada; fecha de aplicación de tratamiento correspondiente; tipo de tratamiento aplicado; u otra información que induzca a error o engaño.

Artículo 24. MEDIDAS TRANSITORIAS. Las disposiciones del presente acuerdo son de cumplimiento obligatorio y se aplicaran cuando el país de destino lo requiera.

Artículo 25. VIGENCIA. El presente Acuerdo empezará a regir al día siguiente de su publicación en el Diario de Centro América, órgano oficial del Estado.

COMUNÍQUESE,

Ing. ALVARO AGUILAR

Ministro de Agricultura,
Ganadería y Alimentación

Ramiro Pérez Zarco

Viceministro de Ganadería,
Recursos Hidrobiológicos y Alimentación

Fuente:

DOCUMENTO: ACUERDO MINISTERIAL

FECHA PUBLICACION DIARIO OFICIAL: 25 / ENERO / 2005

TOMO:

EJEMPLAR: 99

PÁGINAS: 8 - 11

FECHA ENTRADA EN VIGENCIA: 26 / ENERO / 2005

CONFRONTADO POR: ING. AGR. GUILLERMO AUSTREBERTO ORTIZ ALDANA