

**UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
DEPTO. INGENIERÍA EN MADERAS**

**Profesor Patrocinante  
Srta. Laura Reyes Núñez**



**“EVALUACIÓN DE LA PUESTA EN MARCHA Y DEL PROCESO DE  
IMPREGNACIÓN DE UNA NUEVA PLANTA IMPREGNADORA  
MARCA ECASO MODELO COMPACTO”**

Seminario de Titulación presentado en conformidad a los requisitos para obtener  
el título de Ingeniero de Ejecución en Maderas

**Pablo Alberto Molina Romero**

Concepción, Abril – 2007

## **Agradecimientos.**

---

Agradezco a Dios, a mis padres Luís, Marisol y hermanas, a mi madrina Drina, a mis abuelos María, Flor y Manuel, tíos y primos, por su constante e incondicional ayuda y apoyo durante todos estos años.

A Don Jorge Jara Leonelli, por permitir realizar esta investigación en las instalaciones de su planta impregnadora.

A mi profesora guía Srta. Laura Reyes N. y a Don Jorge Fernández, por la ayuda y tiempo dedicado a la realización de este estudio.

Y a todos mis amigos, compañeros de universidad y muy especialmente a Carola, que siempre han estado a mi lado compartiendo una de las mejores etapas de mi vida.

Gracias.

Pablo.

## Resumen

---

El objetivo de este trabajo fue evaluar la puesta en marcha y el proceso de impregnación, de una nueva planta impregnadora marca ECASO modelo compacto, para proponer las condiciones de operación, que aseguren la entrega de un producto que cumpla con las Normas Chilenas.

Para este efecto se realizó una inspección y evaluación de las instalaciones que conforman la planta impregnadora. Posteriormente se definieron los productos a impregnar: madera aserrada de pino radita y polines, según Norma Chilena NCh 819.of2003.

Las condiciones de operación del proceso de impregnación vacío-presión-vacío utilizadas en este estudio, recomendadas por el fabricante de la planta impregnadora, consideraron para el periodo de vacío inicial y final una intensidad de 0,8-0,9 bar, en tanto que para el periodo de presión se utilizó una intensidad de 180-200 psi. Los tiempos para las presiones indicadas fueron 20-25 y 25-30 minutos, respectivamente.

El control de calidad fue realizado en 8 impregnaciones según las Normas Chilenas NCh 631.of2003, NCh 755.of96, NCh 819.of2003, NCh 763/1.of96.

Terminada la puesta en marcha de la planta impregnadora se concluyó que las condiciones de operación tales como tiempos e intensidades de vacío o presión, eran adecuadas para obtener productos impregnados que cumplan los requerimientos de la Norma Chilena NCh 819.of2003 considerando un riesgo R3.

## Índice.

---

Introducción.	1
Objetivos.	2
Capítulo 1. Antecedentes Generales.	3
1.1    Preservantes para maderas.	3
1.2    Métodos de impregnación.	4
1.3    La preservación en Chile.	5
1.4    Proveedores de CCA en Chile.	5
Capítulo 2. Metodología.	6
2.1    Descripción de instalaciones.	8
2.2    Determinación de las condiciones de operación.	11
2.3    Impregnaciones de madera.	15
2.4    Control de calidad del proceso de impregnación.	16
2.5    Elaboración de manual de operación de la planta.	18
Capítulo 3. Análisis de resultados.	19
Capítulo 4. Conclusiones y Recomendaciones.	29
Capítulo 5. Bibliografía.	30
Anexo nº 1, Manual de operación planta impregnadora.	32
Anexo nº 2, WOLMAN CCA-C 60%.	61
Anexo nº 3, Tabla de concentración según densidad y temperatura de la solución, 60% óxidos.	71
Anexo nº 4, Formato hoja de carga.	73
Anexo nº 5A, Registro de procesos madera aserrada.	75
Anexo nº 5B, Registro de procesos polines.	80
Anexo nº 6, Fotografías ensayos de penetración.	85

## Introducción.

---

La madera, por ser un material de origen orgánico, está expuesta a ataques, bien sea por organismos biológicos como bacterias, hongos, insectos, perforadores marinos, o por causas no biológicas, como el fuego, desgaste mecánico y acción de la intemperie (Junta del acuerdo de Cartagena, 1988). Principalmente la madera es susceptible a ser atacada por algunos organismos vivos, los que pueden causar daños irreparables. Estos organismos, necesitan condiciones favorables para su desarrollo en el interior de la madera, específicamente de temperatura y humedad, así como una fuente de alimentación que es proporcionada por la madera.

En Chile, la madera aserrada de Pino radiata es la de mayor uso en el área de la construcción. Según la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (Artículo 5.6.8 Edificaciones de madera, 1994), cuerpo normativo que regula la construcción en el país, cuando esta madera es utilizada como material estructural, necesariamente debe ser preservada conforme con la Norma Chilena NCh 819.of2003, situación dada por su condición de madera no durable en la Norma Chilena NCh 789/1.of87.

Frente a los potenciales peligros, surge entonces una forma de proteger la madera, incorporándole sustancias preservantes, es decir, productos químicos que no la dañen, pero que son tóxicos para los organismos que se alimentan de ella.

El preservante de madera más utilizado en Chile es el CCA (sales de cobre, cromo, arsénico), con un consumo anual de 4.400 toneladas, cantidad demandada por cerca de 180 plantas de tratamiento. La producción nacional de madera impregnada/año es de 450.000 m<sup>3</sup>, distribuidos en un 40,9 % para el mercado de la construcción, un 36,4 % para el sector agrícola, y el 22,7 % restante para postes de tendido eléctrico. (INFOR, 2005).

## Objetivos.

---

El Objetivo General de este trabajo es evaluar la puesta en marcha y del proceso de impregnación de una nueva planta impregnadora marca ECASO modelo compacto.

Como objetivos específicos se busca:

- Realizar un análisis de la planta impregnadora, describiendo y evaluando instalaciones, equipos e instrumentos.
- Analizar el proceso de impregnación evaluando calidad de los productos impregnados, determinando retención y penetración según Norma Chilena NCh 763/1.of96 y Norma Chilena NCh 755.of96 respectivamente.
- Preparar un manual de operaciones para la nueva planta impregnadora modelo compacto de Angol.

## Capítulo 1. Antecedentes Generales.

---

La gran variedad de usos, así como las claras ventajas que presenta la madera frente a otros materiales, como son su disponibilidad en diversas formas y tamaños, gran resistencia con relación al peso, facilidad de trabajo y baja conductividad térmica, entre otras, son ampliamente conocidas y han permitido que este material se destaque por sobre otros (INFOR, 2005), para ser utilizada en el mercado de la construcción, en el sector agrícola como también para postes de tendido eléctrico.

### 1.1 Preservantes para maderas.

Los preservantes de la madera pueden ser divididos en dos grupos: preservantes oleosolubles y preservantes hidrosolubles.

Los preservantes hidrosolubles son formulaciones de sales de diferentes metales (flúor, boro, arsénico, cobre, zinc, etc.) que cumplen diferentes funciones. Unas actúan como insecticidas, otras como fungicidas y otras son fijadoras de las materias activas en la madera. En esta categoría se ubica la sal de impregnación CCA, hoy en día el producto preservante más utilizado en el mundo y en Chile, tanto en aplicaciones domiciliarias como en exteriores (INFOR, 2005). El CCA (sales de cobre, cromo, arsénico) es un producto no lixiviable y no volátil una vez tratada y secada la madera.

La efectividad del CCA permite aplicaciones eficientes en aquellas maderas que por su uso deben estar en contacto directo con el suelo o someterse a condiciones desfavorables. Este preservante de origen inorgánico, presenta componentes activos con las siguientes funciones:

Arsénico: acción insecticida.

Cobre: acción fungicida.

Cromo: acción fijadora, reductor de la acidez o efecto corrosivo del producto.

Tabla N° 1 – En esta tabla se presenta la porción mínima, máxima y media de los óxidos activos, en porcentaje, presentes en el preservante CCA – C. (INN, Norma Chilena NCh 790.of95)

Elementos activos	Porción de óxidos, en %		
	Mínima	Máxima	Media
Cromo hexavalente, como $CrO_3$	44,5	50,5	47,5
Cobre bivalente, como $CuO$	17,0	21,0	18,5
Arsénico pentavalente, como $As_2O_5$	30,0	38,0	34,0

## 1.2 Métodos de Impregnación.

En la impregnación de maderas se distinguen dos métodos, los que se ejecutan con y sin presión. En los procesos con presión, la madera es tratada en un autoclave cerrado aplicando una presión considerablemente mayor que la atmosférica. El proceso más conocido y empleado por la industria de preservación es el de Vacío – Presión – Vacío ó Bethell. Las fases sucesivas de operación de este proceso son las siguientes:

La madera previamente acondicionada se carga en un autoclave, se aplica vacío para extraer el aire desde su interior y luego el preservante es introducido. Una vez que el preservante llena el autoclave, se aplica presión hasta que la madera no tenga más capacidad de absorción o hasta que la retención requerida de preservante sea la exigida por la norma. Posterior a la aplicación de la presión, ésta es liberada y se devuelve al estanque de almacenamiento toda la solución preservante que no se introdujo a la madera. El vacío final se aplica para dejar la madera libre de goteo de solución preservante.

### 1.3 La preservación en Chile.

En el país, la industria de preservación se inició en la década del 50, con el fin de responder a la escasez de las especies forestales tradicionalmente utilizadas por su alta durabilidad, tales como el roble para estructuras y durmientes, así como el ciprés de las Guaitecas y el alerce para postes y polines. El producto preservante más utilizado en esa época era la creosota, sin embargo, siguiendo la tendencia mundial, su uso en Chile comenzó a declinar, dando paso a sustancias basadas en compuesto químicos inorgánicos (Lignum, Abril 1997).

En cuanto a la calidad del tratamiento de impregnación, las plantas productoras de madera impregnada son libres de adscribirse a un programa de certificación de calidad permanente realizado por un organismo externo. Algunos organismos o empresas que realizan el control de calidad en nuestro país son Universidad del Bío Bío, Fundación Chile y Corthorn Quality entre otras (INFOR, 2005).

### 1.4 Proveedores de CCA en Chile.

Tres son las principales empresas proveedoras de sal de impregnación CCA en Chile, ellas corresponden a Arch - Quimetal Ltda. (50 %); Agrospec SA. (25 %), y Quipasur SA. (25 %). Todas ellas importan las materias primas y fabrican el CCA en el ámbito local (INFOR, 2005)

## Capítulo 2. Metodología.

Este estudio comenzó realizando una inspección visual de las instalaciones, describiendo elementos, equipos e instrumentos que la conforman. Luego se establecieron los productos a tratar y las condiciones de operación tales como tiempos e intensidades de trabajo en periodos de vacío y presión.

En la figura 1 se muestra una imagen de la planta impregnadora objeto de este estudio y sus componentes principales. En la figura 2 se presenta un esquema de planta las instalaciones.

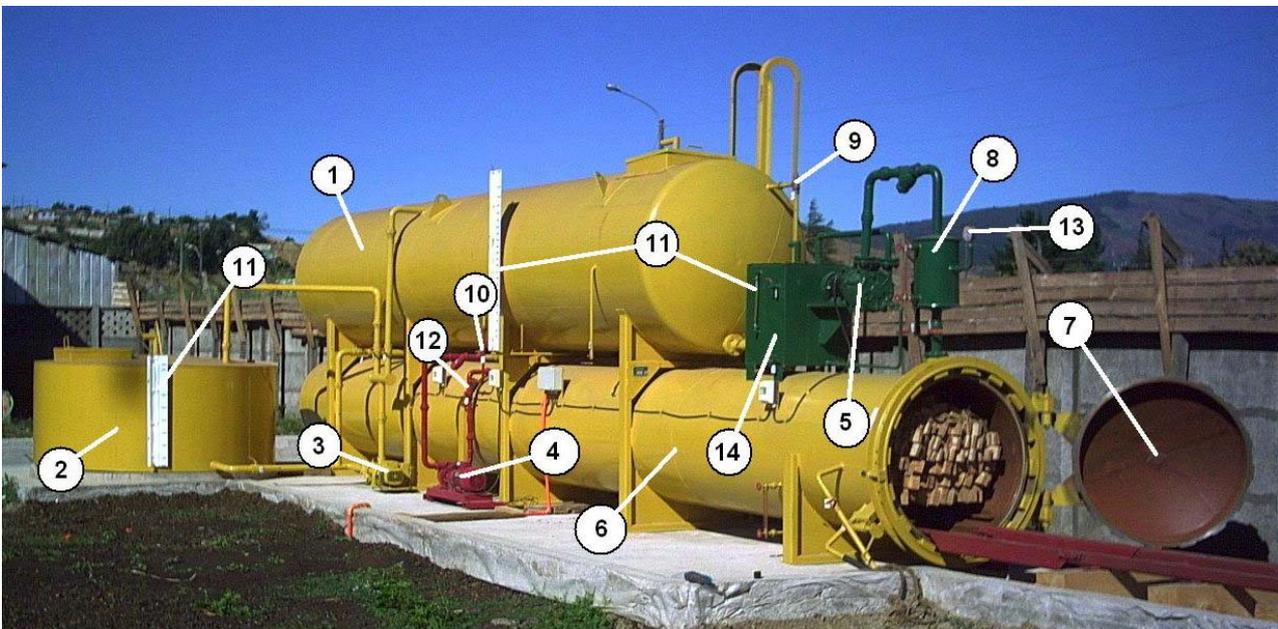


Figura 1. Elementos, equipos e instrumentos de la planta impregnadora ECASO modelo compacto.

1	Estanque de almacenamiento.
2	Estanque de mezcla.
3	Bomba de trasvasije.
4	Bomba de presión.
5	Bomba de vacío.
6	Autoclave.
7	Puerta de accionamiento rápido.

8	Estanque acumulador de vacío.
9	Válvula de seguridad autoclave.
10	Sistema de regulación de presión.
11	Niveles de líquidos.
12	Manómetro.
13	Vacuómetro.
14	Estanque refrigeración bomba vacío

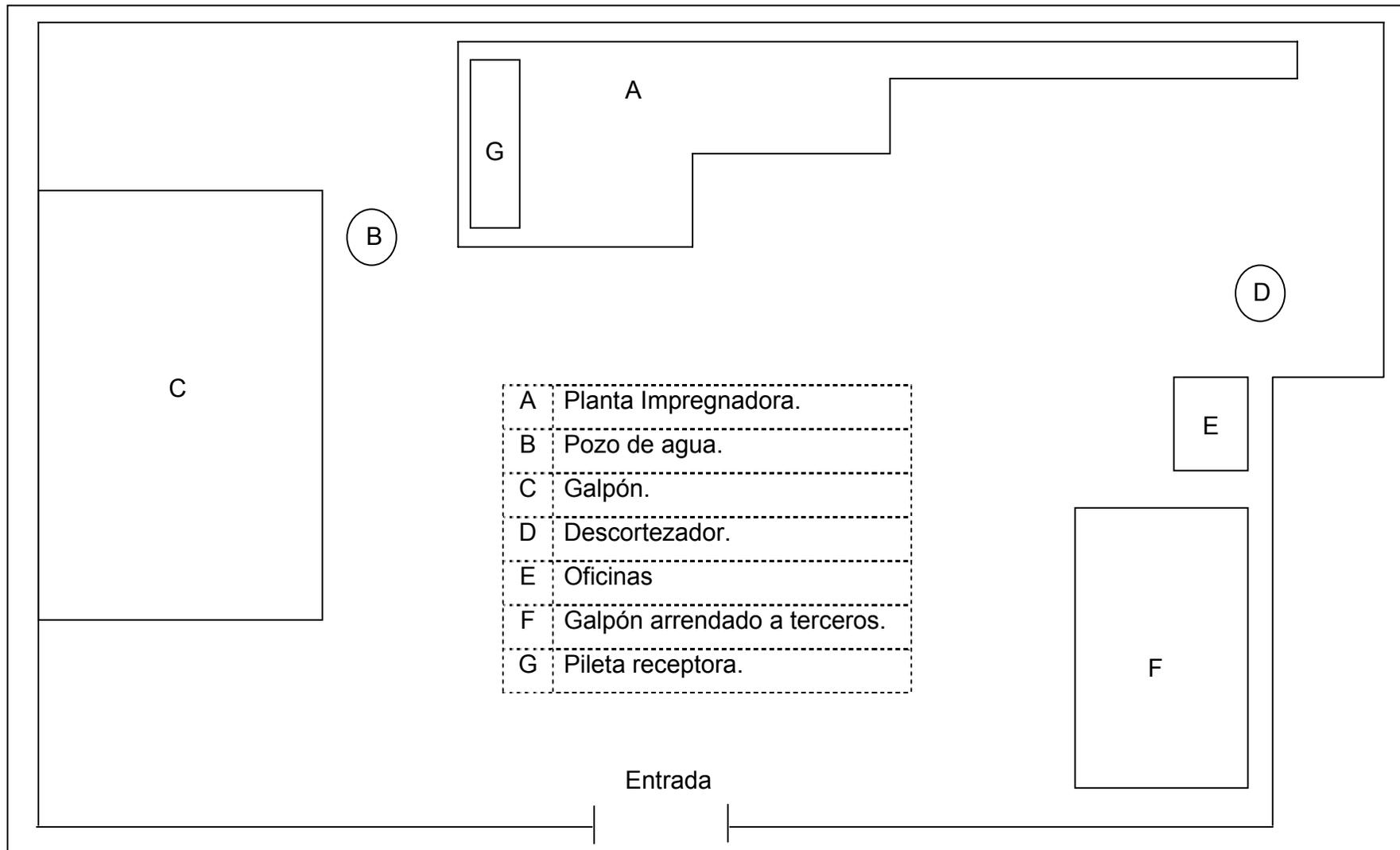


Figura 2. Esquema de planta impregnadora (vista planta).

## 2.1 Descripción de instalaciones.

La planta impregnadora donde se realizó este estudio está ubicada en la ciudad de Angol, capital de la provincia de Malleco, región de la Araucanía y es propiedad del empresario Jorge Jara Leonelli. Esta planta está situada en el barrio industrial de dicha ciudad, en un terreno de 2250 m<sup>2</sup>.

La planta impregnadora corresponde al modelo compacto IE-1,0/10-CEL-1P fabricada por ECASO y está conformada principalmente por los elementos, equipos e instrumentos que se muestran en la figura n° 1.

La planta impregnadora está constituida por un cilindro metálico hermético que está en posición horizontal el cual recibe el nombre de autoclave (6). Su función es la de contener el líquido preservante y la madera para someterla al proceso de vacío – presión – vacío. Las dimensiones del autoclave son 10 m de largo, 1 m de diámetro y un espesor de pared de 10 mm, con un volumen interior de 7850 L. El autoclave cuenta con una puerta hermética de rápido accionamiento por donde entra la madera.

Sobre el autoclave se encuentra otro cilindro metálico hermético ubicado en posición horizontal que recibe el nombre de estanque de almacenamiento (1), que tiene como función almacenar la solución preservante. Este estanque tiene una capacidad de 10911 L. Cuenta con un nivel de líquido, utilizado para ver la cantidad de solución que contiene el estanque. Además cuenta con una escotilla ubicada en la parte superior del estanque usada para inspeccionar.

También la planta impregnadora cuenta con otro cilindro que se encuentra posicionado de forma vertical, ubicado a un costado del autoclave, que recibe el nombre de estanque de mezcla (2) y tiene una capacidad de 4200 L. En este estanque se realiza la mezcla del preservante y agua. Posee un nivel de líquido,

utilizado para ver la cantidad de solución que contiene el estanque y una escotilla por donde se debe realizar la carga de los bidones que contienen el preservante.

La planta impregnadora además cuenta con tres bombas (vacío (5), presión (4) y trasvasije (3)) que cumplen diferentes funciones. La primera es la bomba de vacío (5,5 HP) la que está pintada de color verde, se ubica sobre y cercana a la puerta del autoclave. La función de esta bomba es sacar el aire del autoclave provocando un vacío al interior de éste. Cuenta con dos estanques, uno de refrigeración (14) otro acumulador de vacío (8) y un Vacuómetro (13), instrumento utilizado para medir el vacío presente en el interior del autoclave.

La segunda bomba es la de presión (5,5 HP), que se distingue por su color rojo y está ubicada a un costado del autoclave. La función de esta bomba es elevar la presión al interior del autoclave para que el preservante penetre a la madera. La bomba de presión cuenta con un manómetro (12), instrumento utilizado para medir la presión existente al interior del cilindro impregnador.

Por ultimo se encuentra la bomba de trasvasije (1,5 HP), la cual posee un color amarillo y está ubicada a un costado del autoclave. La función de esta bomba es la transferencia de preservante desde los diferentes estanques.

El agua necesaria para realizar los procesos de impregnación es obtenida de un pozo de 13 m de profundidad, del cual se extrae el fluido con la ayuda de una cuarta bomba (1,0 HP) la cual está situada 1,0 m bajo el nivel del suelo ubicada en la parte posterior de la planta impregnadora (B).

La planta impregnadora cuenta con 1 válvula de seguridad (9) (calibrada a 250 psi) y 16 válvulas de accionamiento rápido. Son válvulas de dos posiciones las que tienen como función abrir y cerrar de forma eficiente el paso de fluidos por el sistema de cañerías.

Las cañerías que conforman la planta impregnadora son de acero galvanizado y están determinadas de acuerdo al sistema que pertenecen, es decir, cañerías de color verde corresponden al sistema de vacío y sólo circula flujo aire. Las cañerías de color rojo pertenecen al sistema de presión y por ellas circula solución preservante. Por último existe el circuito de cañerías de trasvasije que son de color amarillo y por ellas circula solución preservante.

La planta impregnadora tiene sus cimientos en una loza de concreto, la cual tiene un espesor de 15 cm y un área efectiva de 51,6 m<sup>2</sup>. Además esta loza posee una elevación de sus bordes de 15cm, la cual fue diseñada para contener posibles derrames. El hormigón con el cual fue elaborada la loza posee una resistencia mínima de 250 kg/cm<sup>2</sup> para evitar filtraciones de solución.

En la parte posterior de la loza se encuentra una pileta (G), la cual fue diseñada para contener posibles derrames de solución preservante. La pileta receptora mide 2,53 m de ancho, 4,764 m de largo y 1,15 m de profundidad, que puede contener un volumen de 1386 L.

La planta impregnadora posee un sistema de rieles con un largo de 11,5 m y cuatro carros metálicos utilizados para introducir y sacar la madera del autoclave. Los carros tienen un sistema de cadenas para fijar la madera y evitar que ésta flote durante el proceso de impregnación.

También dentro del recinto de la planta se encuentra un descortezador (D), maquinaria necesaria al momento de realizar el producto de polines impregnados. Esta máquina posee un motor de 20 HP.

Las instalaciones cuentan con una pequeña oficina (E) de 18 m<sup>2</sup> la cual está dividida en dos ambientes utilizada para fines administrativos y de uso para el personal.

## 2.2 Determinación de las condiciones de operación.

Las condiciones de operación de la planta se establecieron en función de los productos a tratar, como también de los requerimientos de los clientes. Estos productos fueron los siguientes:

- Madera aserrada y elaborada, para uso estructural en construcciones.
- Madera de sección transversal redonda, para usos agrícolas y otros.

### 2.2.1 Nivel de retención.

Los niveles requeridos de retención para los productos se fijaron de acuerdo a la Norma Chilena NCh 819.of2003 “Madera preservada – Pino radiata – Clasificación según uso y riesgo en servicio y muestreo”. Esta norma establece la clasificación de la madera preservada de pino radiata y los requisitos de penetración y retención del preservante, de acuerdo a su uso y riesgo en servicio, ver tabla N° 2.

Tabla N° 2 – En esta tabla se presenta la clasificación de la madera de pino radiata según uso y riesgo en servicio. (INN, Norma Chilena NCh 819.of2003)

Clasificación	Uso/agentes de retención
Riesgo 1 (R1)	Maderas usadas en interiores, ambientes secos, con riesgo de ataque de insectos solamente, incluida la termita subterránea.
Riesgo 2 (R2)	Madera usada en interiores, con posibilidad de adquirir humedad, ambientes mal ventilados. Riesgo de ataque de hongos de pudrición e insectos.
Riesgo 3 (R3)	Maderas usadas en exteriores, sin contacto con el suelo, expuesta a las condiciones climáticas. Riesgo de ataque de hongos de pudrición e insectos.
Riesgo 4 (R4)	Maderas enterradas o apoyadas en el terreno, con posibilidad de contacto esporádico con agua dulce. Riesgo de ataque de hongos de pudrición e insectos.

Riesgo 5 (R5)	Maderas enterradas en el suelo, componentes estructurales críticos, en contacto con aguas dulces. Riesgo de ataque de hongos e insectos.
Riesgo 6 (R6)	Maderas expuestas a la acción de aguas marinas y para torres de enfriamiento. Riesgo de ataque de horadores marinos.

La madera de pino radiata preservada, de acuerdo al uso y riesgo en servicio, y el preservante usado cumplirán con la retención neta especificada en tabla N° 3. Esta retención se expresa en kilogramos de ingrediente activo por metro cúbico de madera tratada (kg/m<sup>3</sup>), donde el ingrediente activo son los óxidos de las sales a base de cobre, cromo y arsénico.

Tabla N° 3 – En esta tabla se presenta la retención mínima de ingrediente activo del preservante. (INN, Norma Chilena NCh 819.of2003)

Riesgo	CCA (kg óxidos/m <sup>3</sup> )	CCA* (kg producto/m <sup>3</sup> )
1	4,0	6,7
2	4,0	6,7
3	4,0	6,7
4	6,4	10,7
5	9,6	16
6 <sup>a)</sup>		
Zona de ensayo exterior.	24 ó 40	40 ó 66,7
Zona de ensayo interior.	14 ó 24	23,4 ó 40
a) la retención mayor se debe usar cuando existe riesgo de ataque de Teredo y Limnoria Tripunctata.		

\* Producto al 60% óxidos.

## 2.2.2 Nivel de penetración.

Los niveles requeridos de penetración para los productos se fijaron de acuerdo a la Norma Chilena NCh 819.of2003 “Madera preservada – Pino radiata – Clasificación según uso y riesgo en servicio y muestreo”. La penetración se comprobó según los métodos descritos en la Norma Chilena NCh 755.of96 para CCA.

Tabla N° 4 – En esta tabla se presenta la penetración de los preservantes según riesgo. (INN, Norma Chilena NCh 819.of2003)

Producto	Clasificación de riesgo	Requisitos mínimos de penetración en albura o profundidad mínima (mm) en las caras	
		Albura	Profundidad mínima (en caso de duramen expuesto o baja porción de albura en la superficie)
Madera aserrada y elaborada	R1, R2, R3 y R4	100%	10 mm
Madera aserrada utilizada en fundaciones	R5	100%	64 mm
Polines sin contacto con el suelo	R3	100%	10 mm
Polines enterrados en el suelo	R4	100%	25 mm
Postes y otros elementos redondos	R5	90%	89 mm
Fundaciones de madera redonda enterradas en suelo y/o aguas dulces	R5	100%	64 mm

Contrachapados	R1, R2, R3, R4, R5 y R6	Cada una de las chapas debe estar penetrada 100%	–
Madera laminada encolada	R1, R2, R3, R4, R5 y R6	100%	75 mm
Pilotes marinos de madera redonda	R6	100%	64 mm

Por todo lo anterior, los niveles de retención y penetración para impregnar madera aserrada, se seleccionó el riesgo R3, lo que implica una retención mínima de óxido de 4,0 kg/m<sup>3</sup> y una penetración de albura del 100%.

Para el producto de polines impregnados se utilizó una retención y penetración que corresponde al riesgo R4, lo cual implica una retención mínima de óxido de 6,4 kg/m<sup>3</sup> y una penetración de albura del 100%.

### 2.2.3 Presiones de trabajo.

Las presiones de trabajo para el proceso de impregnación fueron recomendadas por el fabricante de la planta impregnadora ECASO, como también por el fabricante de sales CCA, los cuales coincidieron en los siguientes valores:

- a) Etapa de vacío inicial y final: 0,8 a 0,9 bar.
- b) Etapa de presión: 180 a 200 psi.

### 2.2.4 Tiempos de vacío y presión.

Los tiempos de trabajo, tanto como para la etapa de vacío y presión se fijaron de acuerdo a la intensidad de presión que se debe alcanzar en la etapa señalada. Es así como para el periodo de vacío inicial y final el tiempo fue medido hasta que su valor alcanzó los 0,8 a 0,9 bar. El mismo procedimiento fue ejecutado para la etapa de presión, pero el tiempo está determinado por la inyección total de

solución preservante necesaria a la madera (absorción requerida), así el cumplimiento de la absorción requerida determinará el tiempo de la etapa.

### 2.3 Impregnaciones de madera.

Los materiales utilizados para realizar las impregnaciones son tres: una planta impregnadora preservante y madera. Las condiciones de la madera son: poseer un contenido de humedad menor o igual al 25 % y encontrarse en sus dimensiones y acabados finales.

Ya establecidas las etapas del proceso, se procedió a supervisar y registrar 8 impregnación, las cuales se dividieron según el producto a impregnar (4 impregnaciones de madera aserrada y 4 impregnaciones de polines) y luego se analizaron según la calidad de los productos impregnados (retención y penetración).

La toma y registro de datos se realizó completando una hoja de carga, cuya secuencia de llenado se muestra con mayor detalle en el manual de operación (anexo nº 1). La hoja de carga consta de cuatro secciones, características de la madera, historial de tratamiento, especificaciones del tratamiento y finalmente resultados del tratamiento.

#### 2.3.1 Instrumentos utilizados en la impregnación.

- Huincha para medir dimensiones de la madera.
- Xilohigrómetro Protimeter mini III, escala 0-100 (utilizado para determinar el contenido de humedad de la madera).

Y para determinar la concentración de la solución:

- Termómetro de sensibilidad de  $\pm 1,0$  °C y de rango 10 a 35 °C.
- Densímetro con una sensibilidad de  $\pm 0,0005$  g/cm<sup>3</sup> y una escala que varia

de 0,9980 - 1,0500 g/cm<sup>3</sup>.

➤ Probeta de 500 ml.

Con la temperatura y densidad, se lee de la tabla entregada por el fabricante del preservante “Tabla de concentración según densidad y temperatura de la solución, 60% óxidos” (anexo nº 3), la concentración de la solución.

## 2.4 Análisis del proceso de impregnación.

### 2.4.1 Hojas de carga.

En una primera instancia se analizaron las hojas de carga de cada impregnación, para controlar el trabajo del operador. Esto permitió verificar si la retención mínima de preservante calculada, estaba dentro de los rangos exigidos por la Norma Chilena NCh 819.of2003.

### 2.4.2 Control de calidad.

Posteriormente se procedió a realizar la certificación de calidad a las 8 cargas, determinando la penetración del preservante por el método de coloración según Norma Chilena NCh 755.of96, para posteriormente realizar el análisis a la madera preservada y solución preservante mediante espectroscopia de fluorescencia de rayos X, según Norma Chilena NCh 763/1.of96 y así comparar y analizar estos resultados calificando la calidad de las impregnaciones y dar término a la puesta en marcha de la planta impregnadora.

### Muestreo.

Para analizar la calidad de las impregnaciones se realizó el muestreo las 8 cargas realizadas. Se extrajeron muestras según Norma Chilena NCh 819.of2003 considerando cada carga individualmente. Se seleccionaron 20 piezas al azar de la carga. Solamente cuando existieron piezas de diferentes dimensiones en la

carga, en la muestra se consideraron todas las dimensiones en proporción a su volumen.

Luego se procedió a extraer con un taladro de incremento de 5mm de diámetro, muestras de madera en forma de tarugos. Una fracción de muestras fue examinada individualmente para evaluar la penetración (mediante ensayo de coloración). Con el restante de muestras se procedió a realizar el análisis de retención mediante espectroscopia de fluorescencia de rayos X.

Los tarugos no se deben romper. Se debe eliminar cualquier presencia de médula. La extracción de tarugos debe realizarse 48 horas después de haber finalizado el proceso de impregnación.

#### 2.4.3 Aceptación y rechazo.

Se acepta la carga, cuando el resultado de retención de la muestra, sea mayor o igual a los valores especificados en tabla N° 3 y que el 90 % de los tarugos de la muestra cumplan con la penetración especificada en tabla N° 4.

#### 2.4.4 Determinación de retención.

Para este análisis se siguió el procedimiento de la Norma Chilena NCh 763/1.of96 Madera – preservante – “Análisis de la madera preservada y solución de preservante, mediante espectroscopia de fluorescencia de rayos X”.

Este análisis se llevó a cabo en el equipo de energía dispersiva de fluorescencia de rayos X, marca ASOMA modelo 200T perteneciente al Departamento de Ingeniería en Maderas de la Universidad del Bío-Bío.

### 2.2.5 Determinación de penetración.

La penetración se comprobó, según el ensayo de coloración descrito en la Norma Chilena NCh 755.0f96 para determinar la presencia de cobre, utilizando una solución de “cromo azuroI”. Un color azul oscuro indica la presencia de cobre, y la no presencia se observa con un color rojizo.

### 2.5 Elaboración de manual de operación de la planta.

La última etapa de este estudio es la realización un manual de operación para la nueva planta impregnadora modelo compacto de Angol. Este se logró analizando el manual genérico de operación proporcionado por el fabricante ECASO para sus plantas impregnadoras, como también de la experiencia que se logró en las pruebas de ensayo. Con todo esto se procedió a describir paso a paso las operaciones necesarias para la realización de una impregnación.

## **Capítulo 3. Análisis de Resultados.**

---

### **Evaluación de la planta impregnadora.**

La planta impregnadora en su periodo de puesta en marcha realizó prestaciones de servicio para el producto de madera aserrada y únicamente el producto polin impregnado era de propiedad de la planta.

Las instalaciones donde se realizó este estudio cuentan con la implementación necesaria para realizar buenas impregnaciones de madera aserrada, es decir, la planta impregnadora, madera y solución preservante.

Ahora bien, para polines impregnados la planta impregnadora cuenta con la implementación necesaria para realizar buenas impregnaciones, siempre y cuando se trabaje considerando un riesgo R3.

Las instalaciones de la planta impregnadora no cuentan con una estructura techada que cubra la planta impregnadora, como también carecen de un sector techado con un radier de cemento donde se almacene la madera recién impregnada por 48 horas. Esto afecta a que las instalaciones de la planta impregnadora no cumpla con la infraestructura requerida por el servicio de salud.

La no existencia de una bodega de químicos, la falta de una zona de seguridad donde se puedan realizar primeros auxilios (lavado con abundante agua de piel y ojos) tras tener contacto directo con solución preservante y por último la implementación de seguridad básica con que cuenta el operador de planta y su ayudante, hacen que las instalaciones no cumplan con los requerimientos exigidos por el servicio de salud para tal efecto.

Las instalaciones de la planta impregnadora no cuentan con un sistema de extracción de carros automático. Esto solo afecta a la eficiencia del proceso de introducir y extraer los carros del cilindro impregnador.

### **El análisis de resultados de las impregnaciones.**

En primer lugar se presentan en las tablas de resultados N° 5 y 6, información de cada impregnación a partir de las hojas de carga, para luego proceder a realizar el respectivo análisis de resultados.

Luego se presentaran las tablas de resultados N° 7 y 8, que entregan información del control de calidad efectuado a las impregnaciones de madera aserrada y polines. Posteriormente se procederá a realizar el respectivo análisis de resultados.

Finalmente en la tabla n° 9 se presenta información sobre la concentración de la solución con el respectivo análisis de resultados.

### 3.1 Análisis de resultados para impregnaciones de madera aserrada.

Este análisis está basado en la información entregada en la tabla nº 5.

- El contenido de humedad que debe presentar la madera según recomendación del fabricante del preservante, no debe exceder el 25% y esto se cumple en las cuatro impregnaciones.
- Los niveles de vacío (0,8 a 0,9 bar) – presión (180 a 220 psi) – vacío (0,8 a 0,9 bar) son adecuados para el proceso y el tipo de madera. Los tiempos empleados están dentro de los rangos recomendados por el fabricante del preservante. La madera al momento de ser sacada del autoclave presenta un mínimo goteo, esto indica que la intensidad y tiempo del vacío final es el adecuado. En la impregnación nº 4, la presión fue menor a la recomendada por que la absorción requerida fue alcanzada a esa intensidad.
- La concentración de la solución preservante para las 3 primeras impregnaciones fue insuficiente, si consideramos el contenido de humedad que presenta la madera. En la impregnación nº 4 se trabajó con una concentración adecuada. En la impregnación nº 1 la desviación que se presenta en la retención obtenida es mínima debido a que se impregnó madera de bajo espesor.

Tabla N° 5 – Esta tabla presenta el resumen de las hojas de carga para madera aserrada.

Carga N°	Fecha	Vol. Mad (m <sup>3</sup> )	CH (%)	Tratamiento						C.S. (%)	Ar (l/m <sup>3</sup> )	Ao (l/m <sup>3</sup> )	Re (kgCCA/m <sup>3</sup> )	Ro (kgCCA/m <sup>3</sup> )	% desviación (+/-)
				Vacío inicial		Presión		Vacío final							
				t (min)	P (bar)	t (min)	P (psi)	t (min)	P (bar)						
1	07-02-07	3,95	20	20	-0,8	29	220	25	-0,8	1,15	580	557	6,7	6,4	-4,69
2	10-02-07	3,90	22	20	-0,8	35	200	20	-0,8	1,24	538	487	6,7	6,0	-11,67
3	12-02-07	4,05	25	20	-0,8	40	200	22	-0,8	1,25	533	543	6,7	6,8	+1,47
4	20-02-07	4,08	18	29	-0,9	25	170	24	-0,8	1,49	447	490	6,7	7,3	+8,22

t = Tiempo en minutos.

P = Presión en psi.

C.S. = Concentración de la solución en %, medida con densímetro.

Ar = Promedio de Absorción requerido.

Ao = Promedio de Absorción obtenido.

Re = Retención especificada.

Ro = Retención obtenida.

### 3.2 Análisis de resultados para impregnaciones de polines.

Este análisis esta en base a la información entregada en la tabla nº 6.

- El contenido de humedad que debe presentar la madera según recomendación del fabricante del preservante, no debe exceder el 28% y esto se cumple en las cuatro impregnaciones.
- Los niveles de vacío (0,8 a 0,9 bar) – presión (180 a 220 psi) – vacío (0,8 a 0,9 bar) son adecuados para el proceso y el tipo de madera. Los tiempos empleados están dentro de los rangos recomendados por el fabricante del preservante. La madera al momento de ser sacada del autoclave presenta un mínimo goteo de solución preservante, esto indica que la intensidad y tiempo de duración del vacío final es el adecuado.
- La concentración de la solución preservante para las 4 impregnaciones fue insuficiente, si queremos cumplir con la Norma Chilena NCh 819.of2003, la cual indica que debemos obtener una retención mínima de producto CCA de  $10,7 \text{ kg/m}^3$  de acuerdo a su riesgo asociado R4. Este hecho se debió a que la administración de la planta, decidió realizar polines impregnado para el riesgo R3, esperando obtener una retención mínima de producto CCA de  $6,7 \text{ kg/m}^3$ , para uso interno.

Tabla N° 6 – En esta tabla se presenta el resumen de las hojas de carga para polines.

Carga N°	Fecha	Vol. Mad (m <sup>3</sup> )	CH (%)	Tratamiento						C.S. (%)	Ar (l/m <sup>3</sup> )	Ao (l/m <sup>3</sup> )	Re (kgCCA/m <sup>3</sup> )	Ro (kgCCA/m <sup>3</sup> )	% desviación (+/-)
				Vacío inicial		Presión		Vacío final							
				t (min)	P (bar)	t (min)	P (psi)	t (min)	P (bar)						
5	08-02-07	2,71	14	25	-0,8	27	200	25	-0,8	1,00	1067	554	10,7	5,5	-48,60
6	14-02-07	3,32	18	26	-0,8	28	200	24	-0,8	1,22	874	512	10,7	6,2	-42,06
7	19-02-07	2,44	20	30	-0,9	24	200	26	-0,8	1,22	874	636	10,7	7,8	-27,10
8	05-03-07	2,81	14	22	-0,9	28	200	25	-0,8	1,20	889	675	10,7	8,1	-24,30

t = Tiempo en minutos.

P = Presión en psi.

C.S. = Concentración de la solución en %, medida con densímetro.

Ar = Promedio de Absorción requerido.

Ao = Promedio de Absorción obtenido.

Re = Retención especificada.

Ro = Retención obtenida.

### 3.3 Análisis de resultados para el control de calidad para madera aserrada.

- En la tabla n° 7 se puede observar que solamente las impregnaciones 1 y 4 cumplen con la Norma Chilena NCh 819.of2003, ya que presentan una retención mayor a la establecida por la norma y una penetración de albura del 100%.
- Las impregnaciones 2 y 3 no cumplen con la Norma Chilena NCh 819.of2003 por que la concentración de la solución no está acorde al contenido de humedad que presenta la madera. Un caso especial sucede con la impregnación 1, si bien se utilizó una concentración de solución baja, la impregnación cumple con la norma ya que la madera impregnada presenta un adecuado contenido de humedad y es de un bajo espesor.
- Las cuatro cargas cumplen con la Norma Chilena NCh 819.of2003 en relación a la penetración, lo que comprueba que los niveles y tiempos de vacío – presión – vacío son buenos para el producto madera aserrada impregnada.
- Al comparar los resultados obtenidos de la retención de solución según fluorescencia de rayos X con los de la hoja de carga, observamos que existe una diferencia, la cual es asociada a un posible error de lectura en la concentración de la solución preservante.

### 3.4 Análisis de resultados para el control de calidad para polines.

- Según tabla n° 8 podemos observar que, tres de las cuatro impregnaciones cumplen con los requerimientos de retención mínimos de ingrediente activo del preservante, solicitado por la planta impregnadora. Esto debido a que la administración de la planta impregnadora consideró un nivel de riesgo menor (R3), al estipulado por la Norma Chilena NCh 819.of2003 (R4) para el producto de polines impregnados.
- Al comparar los resultados obtenidos en la retención de solución según fluorescencia de rayos X con los de la hoja de carga, también se observa la existencia de una diferencia, la cual es asociada a un posible error al momento

de realizar el cálculo de la concentración de la solución preservante como también a la baja densidad que presenta el agua que se utiliza para realizar la mezcla de solución preservante.

Tabla nº 7 – Resultados control de calidad para madera aserrada.

Carga Nº	Fecha	CH %	C.S. (%)	Ret. Req.	Ret. Obt.	Penetración %
1	07-02-07	20	1,15	6,7	6,87	100
2	10-02-07	22	1,24	6,7	5,68	100
3	12-02-07	25	1,25	6,7	5,95	100
4	20-02-07	18	1,49	6,7	8,20	100

C.S. = Concentración de la solución, medida con densímetro.

Ret. Req. = Retención mínima de solución preservante exigida por la Norma Chilena NCh 819.of2003, según R3.

Ret. Obt. = Retención obtenida mediante fluorescencia de rayos X.

Tabla nº 8 – Resultados control de calidad para polines.

Carga Nº	Fecha	CH %	C.S. (%)	Ret. Req.	Ret. Obt.	Penetración %
5	08-02-07	14	1,00	6,7	6,25	100
6	14-02-07	18	1,22	6,7	7,03	100
7	19-02-07	20	1,22	6,7	6,72	100
8	05-03-07	14	1,20	6,7	7,55	100

C.S. = Concentración de la solución, medida con densímetro.

Ret. Req. = Retención mínima de solución preservante exigida por la Norma Chilena NCh 819.of2003, según R3.

Ret. Obt. = Retención obtenida mediante fluorescencia de rayos X.

### 3.5 Análisis de solución preservante.

En la tabla nº 9 se puede observar que existe un error promedio de 4%, lo que puede ser atribuible a un mal procedimiento al momento de realizar el cálculo de concentración de la solución preservante, o al realizar la interpolación lineal para obtener la concentración de la solución preservante cuando se completa la hoja de carga. Este error también se puede atribuir a la densidad del agua con que se trabaja en la planta impregnadora.

El agua con que se trabaja en la planta impregnadora posee una menor densidad. Por tanto se debe realizar la corrección pertinente, debido a que en la tabla de concentración según densidad y temperatura de la solución, entregada por el fabricante de la solución preservante, trabaja con una densidad del agua de 1 g/ml. Esta menor densidad es debido a que el agua no se encuentra tratada y posee una temperatura cercana a los 18 °C (temperatura ambiente). Ver tabla nº 10.

Tabla N° 9 – En esta tabla se presenta la concentración de solución.

Fecha	CTP %	CFX %	Error %
03-02-2007	1,00	0,96	-4
07-02-2007	1,15	1,20	4
08-02-2007	1,00	1,07	7
14-02-2007	1,22	1,31	7
19-02-2007	1,22	1,30	6
20-02-2007	1,49	1,56	5
20-02-2007	1,45	1,53	5
Promedio			4

CTP = Concentración de solución obtenida mediante tabla de concentración según densidad y temperatura de la solución.

CFX = Concentración de solución obtenida mediante fluorescencia de rayos X.

<b>DENSITY OF WATER</b>			
The temperature of maximum density for pure water, free from air = 3.98C (277.13K)			
t, °C	d, gm/ml	t, °C	d, gm/ml
0	0.99987	40	0.99224
3.98	1.00000	45	0.99025
5	0.99999	50	0.98807
10	0.99973	55	0.98573
15	0.99913	60	0.98324
18	0.99862	65	0.98059
20	0.99823	70	0.97781
25	0.99707	75	0.97489
30	0.99567	80	0.97183
35	0.99406	85	0.96865
38	0.99299	90	0.96534
		95	0.96192
		100	0.95838

Tabla nº 10, Muestra la densidad del agua a distintas temperaturas (Robert C. Weast, 1977).

Finalmente el último resultado obtenido es la preparación de un manual de operaciones, para la nueva planta impregnadora modelo compacto de Angol. Este manual se muestra con mayor claridad en el anexo N° 1.

## **Capítulo 4. Conclusiones y Recomendaciones**

---

### **Conclusiones.**

- Las instalaciones de la planta impregnadora, no cumple con las exigencias requeridas por el servicio de salud, establecidas para una planta impregnadora.
- La planta impregnadora, cumple con las exigencias necesarias para impregnar madera aserrada y polines de buena calidad, considerando un riesgo R3.
- El manual de operaciones se realizó de buena manera y es una herramienta utilizada por el operador de la planta impregnadora modelo compacto de Angol.

### **Recomendaciones.**

- Realizar una programación de producción que incluya un stock de: madera, sales CAA y un programa de mantención de equipos, filtros, etc.
- Adquisición de instrumento para medir contenido de humedad (Xilohigrómetro).
- Aumentar el N° de trabajadores de la planta.

## Capítulo 5. Bibliografía

---

- Junta del Acuerdo de Cartagena, 1988 “Manual del Grupo Andino para la Preservación de maderas”, Lima, Perú.
- Instituto Nacional de Normalización. Norma Chilena NCh 631.of2003. Madera preservada – Extracción de Muestras.
- Instituto Nacional de Normalización. Norma Chilena NCh 755.of96. Madera – Preservación – Medición de la penetración de preservantes en la madera.
- Instituto Nacional de Normalización. Norma Chilena NCh 763/1.of96. Maderas – Preservación – Parte 1: Análisis de madera preservada y soluciones preservantes mediante espectroscopía de fluorescencia de rayos X.
- Instituto Nacional de Normalización. Norma Chilena NCh 819.of2003. Madera preservada – Pino radiata – Clasificación según uso y riesgo en servicio y muestreo.
- Instituto Nacional de Normalización. Norma Chilena NCh 789/1.of87. Madera – Parte 1: Clasificación de maderas comerciales por su durabilidad natural.
- Instituto Nacional de Normalización. Norma Chilena NCh 790.of95. Madera – Preservación – Composición y requisitos de los preservantes para madera.
- Leopoldo Henríquez Enríquez, 1998, “Puesta en marcha de la planta impregnadora barraca araucaria”. Seminario de Titulación, Ingeniería de Ejecución en Maderas, Universidad del Bío Bío.

- ECASO, “Manual de Instrucciones, Planta de Impregnación Modular – Compacta”, Chile.
- Robert C. Weast, Ph.D., 1977, “Handbook of Chemistry and Physics”.
- INFOR, Tratamiento de preservación por doble vacío, una alternativa para la madera de pino utilizada en la construcción [ en línea ] <[http://www.infor.cl/webinfor/PW-Doble\\_Vacio/index.htm](http://www.infor.cl/webinfor/PW-Doble_Vacio/index.htm)> [consulta: 11 diciembre 2006]
- BAEZA, Mauricio, BRIONES, Rodrigo y HERNANDEZ, Gonzalo. 2002, Retención mínima de sales CCA en madera de pino radiata que protege del ataque de la termita subterránea. *Maderas, Cienc. tecnol.* [ en línea ] vol.4, no.2, p.186-192.  
<[http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-221X2002000200009&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-221X2002000200009&lng=es&nrm=iso)> [consulta: 15 diciembre 2006]
- QUIMETAL INDUSTRIAL S.A. Empresa Chilena dedicada al negocio de los compuestos inorgánicos en base a cobre, azufre, molibdeno, magnesio y aluminio para usos industriales. [ en línea ] <<http://www.quimetal.cl/index.html>> [consulta: 15 diciembre 2006]
- ARCH QUIMETAL, soluciones para madera. [ en línea ] <<http://www.archquimetal.cl>> [consulta: 12 diciembre 2006]

**Anexo N° 1**  
**MANUAL DE OPERACIÓN**  
**PLANTA IMPREGNADORA ECASO**  
**MODELO COMPACTO IE-1,0/10-CEL-1P**  
**ANGOL**

El presente manual esta basado en el “Manual de Instrucciones, Planta de Impregnación Modular – Compacta” entregado por el fabricante ECASO.

## Índice

Antecedentes Generales.	35
Ubicación de válvulas, sistema de vacío.	36
Ubicación de válvulas, sistema de presión.	38
Ubicación válvulas, sistema de trasvasije.	39
Descripción de Bombas.	
Bomba de Vacío.	42
Bomba de Presión.	43
Bomba de Caudal ó Trasvasije.	43
Bomba de Suministro.	44
Circuito de Cañerías.	45
Sistema de seguridad.	46
Instructivo general para impregnar a presión y vacío.	46
Llenado hoja de carga.	
a) Características de la madera	48
b) Historia del tratamiento.	48
c) Especificaciones del tratamiento.	48
d) Resultados del tratamiento.	50
Circuito de refrigeración bomba de vacío.	52
Circuito de agitación en estanque de mezcla.	53
Circuito de agitación en estanque de almacenamiento.	54
Trasvasije desde el estanque de mezcla a estanque de almacenamiento.	54
Cierre de tapa.	55
Circuito de vacío.	56
Succión de solución de pileta receptora.	56
Llenado del autoclave por diferencia de presión desde el estanque de almacenamiento.	57
Circuito de presión.	58

Eliminación de la presión interna del autoclave mediante evacuación directa a estanque de almacenamiento.	59
Trasvasije desde autoclave hacia estanque de almacenamiento.	59
Aplicación de vacío parcial al autoclave.	60
Eliminación del vacío en el autoclave.	60

### **Antecedentes generales.**

El presente manual de operación tiene como finalidad instruir al operador de planta del correcto procedimiento a utilizar cuando se proceda a realizar procesos de impregnación.

En este manual se describe los elementos que conforman la planta impregnadora, ya sea circuito de cañerías, estanques, bombas como también de su correcta manipulación.

A continuación se describirán los variados elementos que componen esta planta, estanques, válvulas y bombas para finalmente describir los procesos que se deben ejecutar para un correcto funcionamiento de la planta.

Tabla N° 9 – La presenta tabla entrega información acerca de las capacidades que poseen los estanques que componen la planta impregnadora.

	Volumen (L)
Volumen de autoclave	7850
Volumen de estanque de mezcla	4200
Volumen de estanque de almacenamiento	10911
Volumen de estanque de refrigeración bomba de Vacío.	175
Volumen de estanque de acumulación de vacío	80

Ubicación de válvulas, sistema de vacío.



Figura 4, Vista general sistema de vacío

1	Válvula que conecta el autoclave con la parte inferior del estanque acumulador de presión.	
2	Válvula que conecta el estanque acumulador de presión con la atmósfera. Recibe el nombre de válvula de acondicionamiento.	
3	Vacuómetro.	
4	Estanque de acumulación de vacío.	

Figura 5, Válvulas nº 1, 2, estanque acumulador de vacío y vacuómetro.

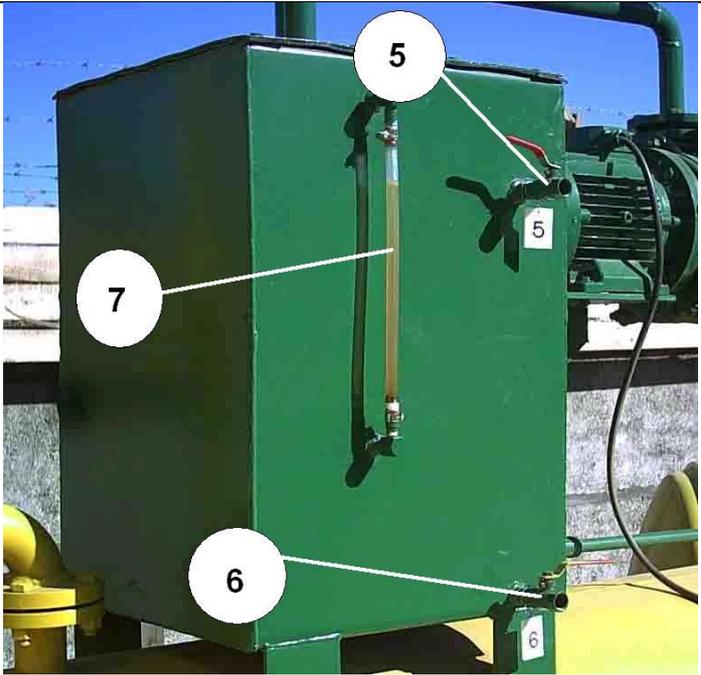
5	<p>Válvula que conecta el nivel superior máximo del líquido del estanque de refrigeración de la bomba de vacío con la atmósfera o con la línea de retorno del agua.</p>	
6	<p>Válvula que conecta la parte inferior del líquido del estanque de refrigeración de la bomba de vacío con la red de alimentación de agua potable.</p>	
7	<p>Nivel de líquido del estanque de refrigeración.</p>	

Figura 6, Estanque de refrigeración bomba de vacío. Válvulas nº 5, 6 y nivel de líquido.

Ubicación de válvulas, sistema de presión.



Figura 7, Vista general sistema de presión.

8	Válvula que conecta la descarga de la bomba de presión con el autoclave.	
9	Válvula que conecta el estanque de almacenamiento con filtro en "Y" hacia la succión de bomba de presión.	
12	Válvula que conecta el autoclave con el estanque de almacenamiento. Válvula que se deberá abrir cada vez que el autoclave llegue a la presión de trabajo de 180 – 200 psi.	
13	Bomba de presión.	

Figura 8, Válvulas n° 8, 9 y 12.

Ubicación válvulas, sistema de trasvasije.



Figura 9, Vista general sistema de trasvasije.

20	Bomba de Trasvasije.	A close-up photograph of the yellow piping system. Four callout boxes with white circles and black numbers point to specific components: 17 points to a valve on the upper pipe, 15 points to a valve on the middle pipe, 16 points to a valve on the lower pipe, and 20 points to the pump unit.
15	Válvula que conecta el autoclave con la succión de la bomba de caudal.	
16	Válvula que conecta la parte inferior del estanque de mezcla con la succión de la bomba de caudal.	
17	Válvula que conecta la parte inferior del estanque de almacenamiento con la succión de la bomba de caudal.	

Figura 10, Válvulas nº 15, 16, 17 y bomba de trasvasije.

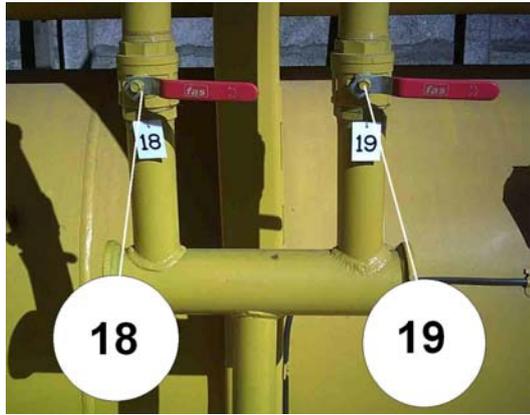
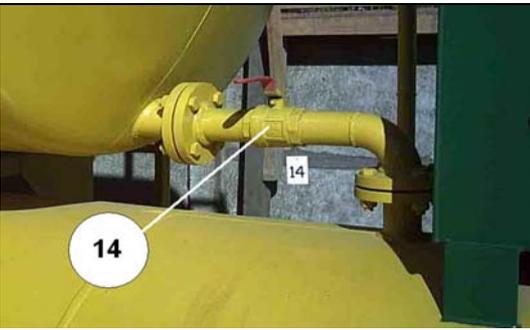
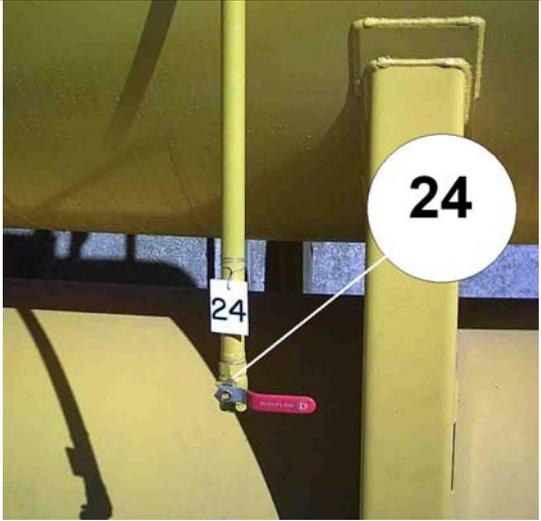
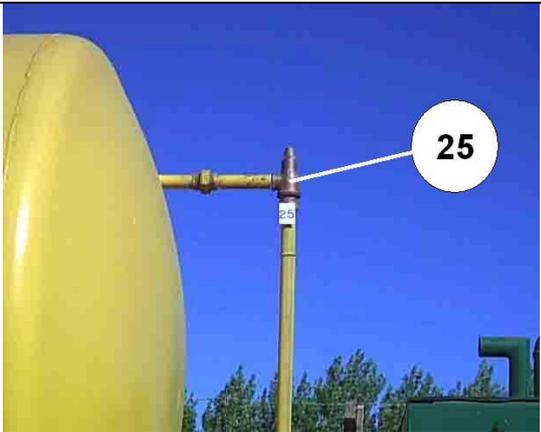
18	Válvula que conecta el distribuidor de presión de la bomba de caudal con la parte superior del estanque de mezcla.	
19	Válvula que conecta el distribuidor de presión de la bomba de caudal con la parte superior del estanque de almacenamiento.	
22	Válvula que conecta el autoclave con la atmósfera. Permite evitar las aperturas inesperadas del autoclave cuando este se encuentra con presión interna. Es parte del sistema de seguridad para la puerta del autoclave.	
23	Válvula que conecta el autoclave con la pileta receptora de sales. Válvula que se utiliza para recuperar el líquido que se vierta cada vez que la puerta se abre.	
14	Válvula que conecta el estanque de almacenamiento con el autoclave. Válvula que permite el trasvasije o llenado del autoclave.	

Figura 11, Válvulas n° 18 y 19.

Figura 12, Válvulas n° 22 y 23.

Figura 13, Válvula n° 14.

24	<p>Válvula que conecta el estanque de almacenamiento con la atmósfera. Se utiliza para extraer muestras de solución.</p>	 <p>Figura 14, Válvula n° 24.</p>
25	<p>Válvula de seguridad calibrada a 250 psi, la descarga esta conducida hacia la pileta de sales.</p>	 <p>Figura 15, Válvula n° 25.</p>

## **Descripción de Bombas.**

### **Bomba de Vacío (Figura 4).**

Esta bomba es la encargada de extraer el aire del autoclave hasta una presión vacuométrica de 0,8 a 0,9 bar durante la etapa de vacío inicial, permitiendo que la madera absorba de mejor manera la solución preservante. Esta bomba también tiene participación al término del proceso de impregnación, realizando el trabajo de vacío final que consiste en extraer el exceso de líquido de la superficie de la madera.

La bomba utilizada pertenece al tipo de anillo de agua, que consiste en un rodete compuesto por varias palas que giran excéntricamente en el interior del estator, limitado lateralmente por dos discos de distribución los cuales regulan la aspiración y expulsión del aire. En el interior de la bomba existe cierta cantidad de agua que al girar el rodete y por efecto de la fuerza centrífuga adopta la forma de un anillo concéntrico con el estator. Entre este anillo, las palas y el núcleo del rodete o rotor, se forma un espacio libre o cámara, en el cual tiene lugar la aspiración y posterior expulsión. (Henríquez, 1998).

Los elementos que conforman el sistema de vacío son:

**Estanque de refrigeración:** almacena y suministra agua para la refrigeración de la bomba de vacío. Es un estanque cúbico de acero con dimensiones de 47 x 50 x 68 cm, con una capacidad total de 175 L. Está ubicado en la parte superior del autoclave cercano a la puerta hermética de anillo. Está conformado por un tubo de vidrio que indica el nivel del agua de refrigeración, por las válvulas N° 5, 6 y de un respiradero que evacua el aire del interior del autoclave.

**Estanque de expansión:** permite el continuo funcionamiento de la bomba de vacío sin producir variaciones en la presión durante el proceso. Es un estanque cilíndrico de acero que está ubicado sobre el autoclave. Tiene una capacidad de

0,08 m<sup>3</sup>. Esta conformado por un tubo de vidrio que indica el nivel de llenado del autoclave, por las válvulas N° 1 y 2, filtro “Y”.

**Especificaciones técnicas de la bomba y motor eléctrico trifásico:**

Marca Bomba	: ECASO
Modelo	: EC 150
Motor Marca	: VEMATESA CE
Modelo	: VTB 112MA
Potencia	: 4,0 kW – 5,5 HP
Velocidad angular	: 1420 rpm

**Bomba de Presión (Figura 7).**

Esta bomba de presión tiene como función elevar la presión al interior del autoclave hasta los 180 – 200 psi para que la solución de preservante penetre la madera y se fije de la mejor manera posible.

Es una bomba centrífuga de eje horizontal, posee un colector del tipo difusor que permite inyectar el líquido a presión. (Henríquez, 1998).

**Especificaciones técnicas de la bomba y motor eléctrico trifásico:**

Marca Bomba	: ECASO
Modelo	: EC 39
Motor Marca	: VEMATESA CE
Modelo	: VTB 112MA
Potencia	: 4,0 kW – 5,5 HP
Velocidad angular	: 2860 rpm

**Bomba de Caudal ó trasvasije (figura 9).**

Esta bomba tiene como finalidad realizar la transferencia de líquidos desde los diferentes estanques durante el proceso de impregnación.

Es una electrobomba del tipo mono rodete de flujo radial, con bocas de aspiración y descarga. La bomba posee un motor trifásico acoplado directamente a ella. (Henríquez, 1998).

**Especificaciones técnicas de la bomba y motor eléctrico trifásico:**

Marca Bomba : PEDROLLO  
Motor Marca : PEDROLLO  
Modelo : HF/5BF  
Potencia : 1,1 kW – 1,5 HP  
Velocidad angular : 2900 rpm

**Bomba de Suministro.**

Esta bomba es la encargada de alimentar de agua el estanque de mezcla. Es una bomba centrifuga monofásica que extrae agua de un pozo de 13 m de profundidad. Esta bomba se encuentra ubicada en la parte posterior de la planta impregnadora.

**Especificaciones técnicas de la bomba y motor eléctrico monofásico:**

Marca Bomba : PEDROLLO  
Motor Marca : PEDROLLO  
Modelo : CPm 158  
Potencia : 0,75 kW – 1,0 HP  
Velocidad angular : 2900 rpm

### **Circuito de Cañerías.**

El circuito de cañerías esta determinado por las distintas etapas del proceso de impregnación, en las cuales existen diferentes tipos de flujo, ya sea de aire para el sistema de vacío o de liquido para los sistemas de presión y de trasvasije. En la siguiente tabla se presentan las distintas especificaciones técnicas de las cañerías de acuerdo a las distintas etapas.

Tabla N° 13 – Circuito de cañerías

Etapa	Diámetro Cañería	Largo Cañería	Obs.
Vacío	2 ½ pulgada	3 m	Cañería de color verde, de acero galvanizado de alta presión.
Presión	2 pulgada	3,65 m	Cañería de color rojo, de acero galvanizado de alta presión.
Trasvasije	2 ½ pulgada	10,5 m	Cañería de color amarillo, de acero galvanizado de alta presión.

## **Sistema de Seguridad.**

En el autoclave se ha instalado un manómetro y un vacuómetro, que permiten medir presión y vacío respectivamente. Además de cada instrumento se ha intercalado una válvula de bola que conecta al manómetro o al vacuómetro con el autoclave. Por lo tanto es importante cerrar la válvula del manómetro cuando se esté haciendo vacío, como también cerrar la válvula de vacuómetro cuando el autoclave esté con presión.

No abra el autoclave cuando este con presión, para ello se cuenta con un sistema de seguridad que traba y cierra o libera y abre la tapa (válvula N° 22).

La válvula de seguridad (válvula n° 25) se accionará cada vez que se sobrepasen los 250 psi.

## **Instructivo general para impregnar a vacío - presión - vacío**

La secuencia de operación para el proceso de impregnación vacío – presión – vacío se detalla a continuación:

- i. En primer lugar se determina el riesgo en servicio que va a tener la madera a impregnar, para determinar así los niveles de retención mínimos de solución preservante con los cuales se deberá impregnar la madera, para cumplir con la Norma Chilena NCh 819.of2003.
- ii. Luego se procede a cubicar la cantidad de madera y a determinar el contenido de humedad que presenta el 10% del total de la carga.
- iii. Se introduce la madera en el cilindro por medio de los carros porta cargas acondicionados para utilizar la máxima carga permisible, guiados por un sistema de rieles.
- iv. Cierra la tapa del autoclave asegurando que quede hermético y accione los sistemas que cierran la válvula de seguridad.

- v. Verifique que el estanque de almacenamiento esté con su nivel adecuado de solución.
- vi. Verifique que el circuito de la bomba de vacío este con el líquido refrigerante (agua) por medio de su nivel ubicado en el estanque de refrigeración.
- vii. Aplicar vacío produciendo una presión vacuométrica de 0,8 a 0,9 bar.
- viii. Determinar la concentración de la solución midiendo temperatura y densidad a una muestra de ella.
- ix. Estando el autoclave con vacío, introducir la solución preservante por diferencia de presión y bombeo. Una vez niveladas las presiones iniciar la etapa de presión, para tal efecto, accionar la bomba de presión hasta lograr 180 a 200 psi.
- x. Mantener la madera bajo esta presión durante el tiempo necesario para lograr una buena penetración del preservante en las células de la madera (25 a 30 minutos).
- xi. Retirar toda la solución de preservante hacia el estanque de almacenamiento, para luego aplicar un vacío final con el propósito de eliminar el líquido sobrante en la superficie de la madera, obteniendo un producto relativamente seco.
- xii. Eliminar el vacío existente accionando la válvula de acondicionamiento.
- xiii. Desactivar el sistema de seguridad de la tapa accionando la válvula respectiva. Abrir la tapa del autoclave y retirando el producto impregnado.

## **Llenado hoja de carga.**

La finalidad de la hoja de carga es llevar un registro de cada etapa del proceso de impregnación, como también de cada impregnación realizada en la planta (anexo nº 3). A continuación se presenta la metodología para realizar el llenado de la hoja de carga.

### a) Características de la madera.

En esta sección se registra la cantidad, el tipo y las dimensiones de la madera que se someterá a tratamiento, con lo cual se calcula el volumen total de madera a impregnar en m<sup>3</sup>. También se determina el contenido de humedad al 10 % de la carga de madera a impregnar, con la ayuda de un xilohigrómetro.

### b) Historia del tratamiento.

En esta sección se registran los tiempos de inicio y término de las etapas del proceso tales como: vacío inicial, inundación del cilindro, periodo de presión, vaciado del cilindro y finalmente vacío final. Para las etapas de vacío inicial, periodo de presión y vacío final se registra las intensidades alcanzadas.

### c) Especificaciones del tratamiento.

La finalidad de esta sección es obtener la absorción total requerida, todo esto según la Norma Chilena NCh 819.of2003. Este procedimiento se realiza determinando la concentración de la solución, la cual se obtiene mediante un muestreo de solución. A la solución se le determina su densidad y temperatura para luego obtener la información de concentración desde una tabla de datos que relaciona ambas características. La tabla de datos es suministrada por el fabricante del preservante (Anexo N° 2).

El procedimiento es el siguiente:

- i. En una probeta de 500 ml se toma una muestra de solución preservante (válvula n° 24).
- ii. Luego se procede a medir su temperatura utilizando un termómetro con un rango de 10 a 35 °C y una sensibilidad de  $\pm 1,0$  °C. Posteriormente se procede a medir la densidad con un densímetro el cual varía desde 0,9980 a 1,0500 g/cm<sup>3</sup> con una sensibilidad de  $\pm 0,0005$  g/cm<sup>3</sup>.
- iii. Con los datos de temperatura y densidad se determina la concentración de la solución por medio de la “tabla de concentración según densidad y temperatura de la solución, 60% óxidos” (ver anexo n° 2). Si los datos obtenidos no se encuentran especificados en la tabla adjunta, se recomienda realizar una interpolación lineal de datos.

**Promedio requerido de retención de sal (PRRS):** se debe considerar la retención de sal exigida por la Norma Chilena NCh 819.of2003 (ver tabla N° 3) y la concentración a la cual se encuentra el preservante (60%). Este valor se expresa en kgCCA/m<sup>3</sup>

$$\text{PRRS} = \frac{\text{kg óxidos/m}^3 \times 100}{\text{concentración CCA}}$$

**Promedio requerido de absorción (PRA):** es la relación ente la retención de sal y la concentración de la solución, se expresa en L/m<sup>3</sup>.

$$\text{PRA} = \frac{\text{PRRS} \times 100}{\text{CS}}$$

Donde CS es la concentración de la solución.

**Absorción total requerida (ATR):** relación existente entre la absorción requerida y el volumen de madera a impregnar. Se expresa en L.

$$\text{ATR} = \text{PRA} \times V_m$$

Donde Vm es el volumen de madera.

d) Resultados del tratamiento.

En esta sección de la hoja de carga se registra el nivel de solución del estanque de almacenamiento.

La secuencia de lectura del estanque de almacenamiento es la siguiente:

- i. Volumen de la solución antes de tratamiento.
- ii. Volumen de la solución después de la inundación del autoclave.
- iii. Volumen de la solución después del periodo de presión.
- iv. Volumen de la solución después del vaciado del autoclave.
- v. Volumen de la solución después del vacío final.

**Absorción total obtenida (ATO):** La absorción total obtenida es la diferencia existente entre el volumen de la solución antes de tratamiento y volumen de la solución después del vacío final. Se expresa en L.

$$\boxed{ATO = VSI - VSF}$$

Donde VSI es el volumen de solución inicial y VSF es el volumen de solución final.

**Absorción por m<sup>3</sup>:** es la relación entre la absorción total obtenida y el volumen de madera a impregnar. Se expresa en L/m<sup>3</sup>

$$\boxed{\text{Absorción por m}^3 = \frac{ATO}{V_m}}$$

**Retención obtenida (RO):** es la relación entre la absorción total obtenida, la concentración de la solución y el volumen de madera. Se expresa en kg/m<sup>3</sup>.

$$\boxed{RO = \frac{ATO \times CS}{V_m \times 100}}$$

**Sobre carga / Bajo carga:** es la diferencia entre la absorción total obtenida y la absorción total requerida. Se recomienda realizar el cálculo del porcentaje de sobre o bajo carga, tomando como referencia la absorción total requerida. Se expresa en L.

$$\boxed{\text{Sobre carga / Bajo carga} = \text{ATO} - \text{ATR}}$$

**Sal especificada:** relación entre la retención requerida de sal y el volumen de madera. Se expresa en kg.

$$\boxed{\text{Sal especificada} = \text{PRRS} \times \text{Vm}}$$

**Sal consumida:** relación entre la retención de sal obtenida y el volumen de madera. Se expresa en kg.

$$\boxed{\text{Sal consumida} = \text{RO} \times \text{Vm}}$$

### **Circuito de refrigeración bomba de vacío.**

Flujo: desde conexión exterior de agua (mediante válvula N° 6) → estanque de refrigeración bomba de vacío → conexión de tubería de agua de servicio de bomba de vacío.

Cerrar válvulas N°: 1, 2, 8, 9, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 22, 23, 24 y 25.

Abrir válvulas N°: 5 y 6.

Abrir válvula N° 6 hasta lograr estabilizar el nivel del estanque; el cual debe llegar al eje de la bomba de vacío. Si en caso que el nivel sobrepasara el eje de la bomba se deberá abrir la válvula N° 5 (que conecta al nivel superior del agua de refrigeración del estanque con la atmósfera).

En el caso que el líquido en el interior del estanque tendiera a calentarse, se debe renovar el agua paulatinamente. Para ello deberá proceder como se indica a continuación.

1. Abrir la válvula N° 6 que comunica al estanque de refrigeración con la red de alimentación de agua potable.
2. Abrir la válvula N° 5 que posibilita mantener constante el nivel de agua en el interior del estanque de refrigeración y poder evacuar el agua tibia que por su diferencia de densidad tiende a situarse en la superficie del líquido.

### **Circuito de agitación en estanque de mezcla.**

Flujo: desde estanque de mezcla → válvula N° 16 → succión de bomba de caudal → filtro en “Y” → bomba de caudal → distribuidor de descarga → válvula N° 18 → hacia estanque de mezcla.

Cerrar válvulas N°: 1, 2, 5, 6, 8, 9, 12, 14, 15, 19, 22, 23, 24 y 25.

Abrir válvulas N°: 16 y 18.

Accionar la bomba de caudal mediante la botonera y mantener esta operación por un tiempo de 20 a 30 minutos.

Para la preparación de la solución en el estanque de mezcla se cuenta con una escotilla de inspección por donde se debe cargar el producto. En la figura 16, se muestra como se debe proceder para realizar la carga de solución preservante al interior del estanque de mezcla.



Figura 16, Carga de preservante al estanque de mezcla.

### **Circuito de agitación en estanque de almacenamiento.**

Flujo: desde estanque de almacenamiento → válvula N° 17 → succión de bomba de caudal → filtro “Y” → bomba de caudal → distribuidor de descarga → válvula N° 19 → hacia la zona superior del estanque de almacenamiento.

Cerrar válvulas N°: 1, 2, 5, 6, 8, 9, 12, 14, 15, 16, 18, 22, 23, 24 y 25.

Abrir válvulas N°: 17 y 19.

Accionar bomba de caudal agitando la solución en el estanque de almacenamiento.

El proceso de agitación se puede realizar durante la etapa de vacío, debido a que no se obstaculiza ninguno de estos dos procesos.

### **Trasvasije desde el estanque de mezcla a estanque de almacenamiento.**

Flujo: desde estanque de mezcla → válvula N° 16 → succión de bomba de caudal → filtro “Y” → bomba de caudal → distribuidor de descarga → válvula N° 19 → hacia parte superior de estanque de almacenamiento.

Cerrar válvulas N°: 1, 2, 5, 6, 8, 9, 12, 14, 15, 17, 18, 22, 23, 24 y 25.

Abrir válvulas N°: 16 y 19.

Accionar bomba de caudal para trasvasijar la solución.

### **Cierre de tapa.**

Para el cierre de la tapa del autoclave se deberá proceder según se indica a continuación.

1. Cerrar la tapa: haciendo coincidir los dientes de la tapa con los vaciados del anillo.
2. Acoplar el engranaje palanca, con la porción de cremallera de la tapa; haciendo girar hasta que no se pueda continuar. Para el cierre existe un tope de seguridad, el cual evitara que la tapa gire indefinidamente y por tanto desacoplarse.
3. Cerrar válvula de seguridad n° 22.

Este sistema de seguridad protege al operario, para que nunca se abra la puerta del autoclave cuando esté con presión interna.

Si se gira la palanca en posición de apertura y la válvula N° 22 causa presión interna, se deberá cerrar nuevamente, para revisar la presión en el manómetro; procediendo a evacuar la presión en el interior del autoclave hacia el estanque de almacenamiento con la válvula n° 12.

### **Circuito de vacío.**

Flujo: desde autoclave → válvula N° 1 → estanque acumulador de presión → filtro en “Y” → bomba de vacío → descarga de bomba hacia parte superior de estanque de refrigeración.

Cerrar válvulas N°: 2, 5, 6, 8, 9, 12, 14, 15, 16, 17, 19, 22, 23, 24 y 25.

Abrir válvulas N°: 1.

Accionar bomba de vacío hasta obtener una presión vacuométrica de 0,8 bar.

El vacuómetro esta conectado a la parte superior del autoclave, además posee una válvula de bola que durante todas las operaciones deberá estar abierta.

La válvula que conecta al manómetro deberá estar cerrada durante todo el proceso y/o cada vez que en el interior del autoclave exista presión de vacío.

### **Succión de solución de pileta receptora.**

Flujo: desde pileta receptora → válvula N° 23 → hacia el interior del autoclave.

Cerrar válvulas N°: 1, 2, 5, 6, 8, 9, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 22, 23, 24 y 25.

Abrir válvulas N°: 23.

La succión de la solución preservante de la pileta se realizara cuando se haya terminado la etapa de vacío; abriendo la válvula N° 23 hasta evacuar toda la solución preservante de la pileta.

La pileta se llena cada vez que termina el proceso de impregnación y ocurre en el instante en que la tapa del autoclave se abre para la evacuación de la carga de madera ya impregnada.

**Llenado del autoclave por diferencia de presión desde el estanque de almacenamiento.**

Flujo: desde estanque de almacenamiento → válvula N° 14 → hacia el autoclave.

Cerrar válvulas N°: 2, 5, 6, 8, 9, 12, 15, 16, 17, 18, 19, 22, 23, 24 y 25.

Abrir válvulas N°: 1 y 14.

El proceso de llenado por diferencia de presión se produce generado por el vacío existente en el interior del autoclave y por la diferencia de altura existente entre el estanque de almacenamiento y el autoclave. En este proceso la bomba de vacío no se detiene hasta que se presente líquido en el nivel del estanque acumulador de presión.

### **Circuito de presión.**

Flujo: desde estanque de almacenamiento → válvula N° 9 → filtro en “Y” → bomba de presión → válvula N° 8 → hacia el autoclave.

Cerrar válvulas N°: 1, 2, 5, 6, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 22, 23, 24 y 25.

Abrir válvulas N°: 8 y 9.

Accionar bomba de presión hasta que el manómetro indique una presión de 180 a 200 psi. Lograda esta presión se deberá abrir la válvula N° 12 de tal manera de poder mantener constante la presión de trabajo para la impregnación. La operación de mantener la presión interna en el autoclave varia entre 25 a 30 minutos.

En caso que la presión tendiera a subir en el auto clave durante este proceso, se deberá ajustar la presión siempre como máximo 200 psi. Y para ello se deberá abrir lentamente la válvula de globo N° 12 hasta que la aguja del manómetro se estabilice.

Si al hacer esta operación la presión no bajara se deberá desenergizar el motor de la bomba de presión mediante su botonera y proceder a revisar la válvula N° 12 la que podría estar obstruida con alguna impureza.

**Eliminación de la presión interna del autoclave mediante evacuación directa a estanque de almacenamiento.**

Flujo: desde autoclave → válvula N° 12 → hacia estanque de almacenamiento.

Cerrar válvulas N°: 1, 2, 5, 6, 8, 9, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 22, 23, 24 y 24.

Abrir válvulas N°: 12.

Mantener esta operación hasta que el manómetro indique cero (0) psi. Durante esta operación la válvula que conecta al manómetro deberá estar abierta.

Otra forma de eliminar la presión interna del autoclave es abriendo la válvula N° 14. Durante este proceso mantener cerrada la válvula que conecta al vacuómetro.

**Trasvasije desde autoclave hacia estanque de almacenamiento.**

Flujo: desde autoclave → válvula N° 15 → filtro “Y” → bomba de caudal → distribuidor de descarga → válvula N° 19 → hacia parte superior de estanque de almacenamiento.

Cerrar válvulas N°: 1, 2, 5, 6, 8, 12, 14, 16, 17, 18, 22, 23, 24 y 25.

Abrir válvulas N°: 15 y 19.

Accionar bomba de caudal hasta evacuar toda la solución del autoclave.

Durante este proceso y luego de accionar la bomba de caudal, se deberán abrir las válvulas N° 1 y 2 para así evitar que se genere vacío dentro del autoclave y hacer lento el proceso de trasvasije.

### **Aplicación de vacío parcial al autoclave.**

Flujo: desde autoclave → válvula N° 1 → estanque acumulador de presión → por filtro en “Y” → bomba de vacío → estanque de refrigeración → atmósfera, mediante el respirador del estanque.

Cerrar válvulas N°: 2, 5, 6, 8, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 22, 23, 24 y 25.

Abrir válvulas N°: 1.

Accionar bomba de vacío hasta lograr una presión vacuométrica de 0,8 bar y mantener este vacío durante 25 minutos; logrando con esto obtener un producto relativamente seco de solución preservante en su superficie.

Este proceso se realizara para evitar que la madera recién impregnada estile en el exterior provocando perdida en la solución y posible contaminación al dejar este producto directamente a la tierra.

### **Eliminación del vacío en el autoclave.**

Flujo: desde atmósfera → válvula N° 2 → estanque acumulador de presión → válvula N° 1 → hacia el interior del autoclave.

Cerrar válvulas N°: 5, 6, 8, 9, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 22, 23, 24 y 25.

Abrir válvulas N°: 1 y 2.

Esta operación se mantendrá hasta que el vacuómetro indique cero (0).

Luego se deberá desactivar los sistemas de seguridad de la tapa y proceder a extraer el producto impregnado.

## **Anexo N° 2**

**WOLMAN CCA-C 60%**  
**Insecticida Fungicida para Madera**  
**Suspensión Concentrada (SC)**  
**Hoja de Seguridad**

WOLMAN CCA-C 60%, es un preservante concentrado para uso industrial en base a óxidos puros de cobre, cromo y arsénico, el cual es aplicado excesivamente vía impregnación a vacío presión en productos tales como madera de construcción, postes de transmisión, estacas de uso agrícola, construcciones marinas, pilotes, etc.

### Composición del producto (% p/p)

#### Óxidos

Trióxido de cromo	(CrO <sub>3</sub> )	: 29,00 %
Oxido cúprico	(CuO)	: 11,00 %
Pentóxido arsénico	(As <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	: 20,00 %

#### Inertes

Agua	(H <sub>2</sub> O)	: 40,00 %
------	--------------------	-----------

**Total** : 100,00 %

### Artículo I. INSTRUCCIONES DE USO

WOLMAN CCA-C 60% sólo puede ser empleado en el tratamiento a presión de la madera y productos derivados. No se debe emplear sin disponer de las instalaciones industriales, del equipo de seguridad apropiado y del manual de instrucciones. La madera a ser impregnada no debe contener más de un 25 – 30 % de contenido de humedad así como estar limpia de tierra, arena, aceites, etc.

El preservante WOLMAN CCA-C 60% debe disolverse totalmente con el agua, no mezclarlo con otros preservantes y ser utilizado con concentraciones que fluctúen entre 1% a 10% en peso según las necesidades de retención.

La retención del preservante WOLMAN CCA-C 60% depende del riesgo y uso final de la madera, según lo establecido en las normas técnicas tales como Norma

Chilena NCh 819.of2003 o AWPA serie C. El cumplimiento de dichas retenciones es la única manera de garantizar una eficaz protección contra hongos descomponedores o pudridores de madera del tipo bacidiomicete tales como *Coniophora olivacea*, *Trametes lilaciogilva*, *Serpula lacrymans*, *Gloeophyllum abietium*; insectos xilófagos especialmente termitas *Rethiculitermes* sp. y horadores marinos.

WOLMAN CCA-C 60% es un producto excesivamente industrial y no debe usarse concentrado. Una vez tratada y secada, la madera no ofrece ningún riesgo para el ser humano pues no se lixivia.

Carencia: No corresponde por el tipo de producto y la forma de aplicación de este. La madera tratada mediante este proceso puede ser manipulada a las pocas horas de haber sido impregnada.

Ingreso al Área de seguridad: Permitir el ingreso al área de aplicación solo a personal autorizado y con el equipo de protección personal.

#### PRECAUCIONES Y ADVERTENCIAS

WOLMAN CCA-C 60%, formulación en base a óxidos metálicos que pertenece al grupo químico de los arseniatos de cobre cromatados, clasificado toxicológicamente como Muy Peligroso (I b). Es considerado peligroso para las personas y animales cuando no ha sido incorporado a la madera, es por ello que durante la manipulación del producto, se deberá evitar el contacto directo con la piel y los ojos. Protegerse usando antiparras, guantes, pecheras y botas de goma al igual que ropa adecuada como overoles. No comer ni fumar durante el proceso de impregnación. Lavarse cuidadosamente las manos antes de comer y después de finalizado el trabajo. Lavar la ropa contaminada en forma separada a la domestica. La manipulación de la madera recién tratada debe ser con guantes y no será despachada de la planta industrial antes de 48 horas post impregnación.

**Síntomas de Intoxicación:** El producto es altamente tóxico. Ante una inhalación prolongada, es agresivo a las fosas nasales. Sobre exposición, en corto plazo puede causar espasmos musculares, colapso y desvanecimiento, puede causar perforación del tabique nasal, ronquera en la voz, daño al hígado y cambios en la piel. Intoxicación crónica con arsénico esta caracterizada por fatiga y alteraciones gastrointestinales, también el sistema nervioso puede sufrir daños. Al entrar en contacto prolongado con la piel, producirá una fuerte irritación a ésta, pudiendo penetrar y ocasionar la muerte o daño a órganos internos, como el hígado y los riñones. En contacto con los ojos, puede causar severas quemaduras ó úlceras. Si el producto llegase a ser ingerido, es muy agresivo, pudiendo causar hemorragia interna y muerte si es consumido como liquido. Bajo nivel de consumo por largo plazo puede tener los mismos efectos de exposición excesiva prolongada.

**Primeros auxilios:** Si la solución de tratamientos o el preservante tocan la piel, lavar con abundante agua por 15 minutos. Remover la ropa contaminada. Si es inhalado cambiar a la persona del lugar de exposición. Si la respiración se detiene o dificulta administrar respiración artificial y oxígeno. Ante el contacto con los ojos, lavar con abundante agua mínimo por 15 minutos. En caso de ingestión, NO INDUCIR EL VOMITO, dar un vaso de leche ó 30 g de carbón activado a la persona si ésta lo tolera, excepto si esta inconsciente. Procurar asistencia medica.

**Tratamiento Médico de Emergencia:** Severo envenenamiento con arsénico por exposición ocupacional es poco probable. Si ocurre, administrar como tratamiento antídoto BAL (dimercaprol 10% en aceite, IM 3 mg/Kg c/u diarias, días 1 y 2 c/4 hrs., día 3 c/6 hrs., días 4 a 14 c/12 hrs.).

**Almacenamiento:** Los envases no deben ser abiertos durante el almacenamiento sino al momento de ser empleados. El preservante debe guardarse en bodegas apropiadas, es decir, segura, con llave, ventilada, bien iluminada, pavimentada, con pretilas y buenos accesos. Los envases vacíos deben lavarse

cuidadosamente con agua, empleando el sistema de triple lavado y vaciando el residuo en el estanque de mezcla.

**Medidas para luchar contra el fuego:** utilizar polvo químico seco, dióxido de carbono, o espuma. Aunque este producto carece de peligro de inflamación o explosividad. En caso de incendio, evitar el esparcimiento del material. Usar ropa protectora adecuada y un equipo respiratorio independiente de presión positiva aprobado, especialmente para áreas cerradas. Y no exponerse a los vapores si el fuego alcanza al producto

**Medidas para controlar derrames o fugas:** En caso de derrame accidental se recomienda el uso de 45 kg a 175 kg de cemento seco por cada 100 kg de Wolman CCA 60%, con el fin de neutralizar el efecto del preservante en el suelo. Usar ropa de protección y lentes adecuados, guantes, botas de goma, máscara con filtros/cartuchos para gases ácidos.

**Manipulación y almacenamiento:** No comer ni beber mientras se manipula el producto, cambiarse de ropa una vez terminada la jornada de trabajo, lavarse con abundante agua y jabón. No fumar ni comer mientras se manipula el producto. Almacenar en un lugar seguro, fresco y seco, que posea una buena ventilación en todo momento. No almacenar con agentes reductores. Son recomendados aquellos que permitan mantener aislados del medio ambiente, claramente rotulados.

### Control de exposición/protección especial

Medidas para reducir la posibilidad de exposición: Evitar el contacto con el producto de manera directa.

Parámetros de control : OSHA = 0.01 mg/m<sup>3</sup> (\*)

ACGIH = 0.2 mg/m<sup>3</sup> (\*)

\* = como As

Límites permisibles ponderados (LLP)

y absoluto (LPA)

: No determinados

Protección respiratoria

: Se debe usar un respirador aprobado por la NIOSH.

Guantes de protección

: Usar guantes resistentes (ej. PVC)

Protección de la vista

: Usar lentes de protección para protegerse de proyecciones del producto, usar mascara que cubra toda la cara.

Otros equipos de protección

: Usar ropa adecuada todo el tiempo.

Ventilación

: Se debe contar con un lugar donde se tenga ventilación todo el tiempo, evitando inhalar los vapores o nieblas que emanen de los envases.

### Propiedades físicas y químicas

Estado Físico

: Líquido Viscoso.

Apariencia y color

: Emulsión de color marrón.

Concentración

: 60 % de óxidos totales

pH

: 1.8-2.2

Punto de Ebullición

: 104° C

Temperatura de descomposición

: sobre 150 ° C

Punto de inflamación

: No aplica

Temperatura de autoignición

: No aplica

Propiedades explosivas

: Producto no explosivo

Peligros de fuego o explosión

: No posee

Velocidad de propagación de la llama	: No aplicable
Presión de vapor a 20 °C	: No aplicable
Densidad 20°	: 1.83 g/cc
Solubilidad en agua y otros solventes	: Soluble en agua 5 % máx a 20 ° C.

### **Estabilidad y reactividad**

Estabilidad	: No produce reacción rápida con el aire o el agua. Es estable si se mantiene en su embalaje original y sellado.
Condiciones que deben evitarse	: Se debe evitar cualquier riesgo de manipulación indebida.
Incompatibilidades (materiales que deben evitarse)	: Sustancias reductoras, aluminio, Zinc y solventes combustibles.
Productos peligrosos de la descomposición	: La descomposición genera gas de arsina.
Productos peligrosos de la combustión	: Gases de Arsénico y ácido Crómico, los que son altamente tóxicos
Polimerización peligrosa	: No ocurre

### **Información toxicológica**

Toxicidad aguda	: LD <sub>50</sub> oral ratas = 70 mg/kg LD <sub>50</sub> intravenosa conejo 30 mg/kg. Referidos al Arsénico
PEL (Límite de exposición)	: 25 microgramos / m <sup>3</sup> ( <i>Referido al Cromo VI</i> )
Toxicidad crónica o de largo plazo	: No aplica, tóxico a corto plazo.
Efectos locales	: Si se manipula adecuadamente el producto, no debería presentar problemas. Si accidentalmente se entra

en contacto debe acudir al médico inmediatamente.

### **Información ecológica**

Inestabilidad	: En condiciones normales, el producto almacenado en forma adecuada no sufre alteración y mantiene su acción.
Persistencia/Degradabilidad	: Este producto no es degradable.
Bio-acumulación	: En animales, este producto no se bioacumula, es tóxico de manera que produce impacto instantáneo.
Efectos sobre el ambiente	: Si el producto es derramado, este produce efectos nocivos sobre flora y suelos.

### **Método de eliminación del producto**

Residuos	: Producto vencido o resto no utilizables deben ser puestos a disposición de empresas autorizadas por la autoridad competente para inertización y eliminación final. Deposite en envases cerrados y debidamente marcado.
Eliminación de envases/embalajes Contaminados	: Inutilizar y eliminar los envases de acuerdo a las instrucciones de la autoridad local.

### **Información sobre Transporte**

NCh 2190, marcas aplicables	: Fungicida a base de cobre ligeramente tóxico.
Nº UN	: 1556
Clase	: 6.1
DOT	: 55
IMGD	: 6075
GRENA	: 152

### **Normas Vigentes**

Normas internacionales aplicables	: AWPA (Asociación norteamericana de preservadores de la madera). EPA, OSHA Hazard Communication Standard.
Normas nacionales aplicables	: 1260 referente a preservantes de madera en Chile, y 2190, Decreto supremo Nº 745G.
Marca en etiqueta	: Peligro Veneno

### **Otras Informaciones**

Toda la información, recomendaciones y sugerencias que aquí aparecen relacionadas con nuestro producto, están basadas en pruebas y datos confiables; sin embargo, es responsabilidad del usuario determinar que el producto aquí descrito sea compatible con sus necesidades, desde el punto de vista de toxicidad y seguridad. Dado que el uso efectivo del producto por parte de terceros está fuera de nuestro control, no damos garantía expresa o implícita sobre los efectos de dicho uso, ni asumimos ninguna responsabilidad sobre el uso que terceros den al producto que aquí se describe.

**NO INFLAMABLE, NO CORROSIVO, NO EXPLOSIVO.**

**MANTENER FUERA DEL ALCANCE DE LOS NIÑOS Y DE PERSONAS  
INEXPERTAS.**

**EN CASO DE INTOXICACIÓN MOSTRAR LA ETIQUETA O EL ENVASE AL  
PERSONAL DE SALUD.**

**REALIZAR TRIPLE LAVADO DE LOS ENVASES, INUTILIZARLOS Y  
ELIMINARLOS DE ACUERDO CON INSTRUCCIONES DE LAS AUTORIDADES  
COMPETENTES.**

**NO UTILIZAR MADERA TRATADA CON EL PRODUCTO EN FABRICACIÓN DE  
ENVASES, EMBALAJES Y CONTENEDORES DE PRODUCTOS VEGETALES.**

**NO TRANSPORTAR NI ALMACENAR CON ALIMENTOS.**

**NO LAVAR LOS ENVASES O EQUIPOS DE APLICACIÓN EN LAGOS, RÍOS Y  
OTRAS FUENTES DE AGUA.**

## **Anexo N° 3**

**Tabla de concentración según densidad y temperatura de la solución.**

**60% óxidos**

Tabla N° 14 – Tabla de concentración según densidad y temperatura de la solución. 60% óxidos.

CONCENTRACION																			
Temp. N°	Óxidos activos	0,60	0,70	0,84	0,98	1,12	1,26	1,40	1,54	1,68	1,82	1,96	2,10	2,24	2,38	2,52	2,66	2,80	2,94
	Prod.	1,00	1,17	1,40	1,63	1,87	2,10	2,33	2,57	2,80	3,03	3,27	3,50	3,73	3,97	4,20	4,43	4,67	4,90
5		1,0060	1,0070	1,0080	1,0090	1,0102	1,0115	1,0128	1,0140	1,0150	1,0160	1,0172	1,0185	1,0195	1,0205	1,0215	1,0225	1,0240	1,0255
6		1,0059	1,0069	1,0079	1,0089	1,0102	1,0114	1,0127	1,0139	1,0149	1,0159	1,0171	1,0184	1,0194	1,0204	1,0214	1,0224	1,0239	1,0254
7		1,0058	1,0068	1,0078	1,0088	1,0101	1,0113	1,0126	1,0138	1,0148	1,0158	1,0170	1,0183	1,0193	1,0203	1,0213	1,0223	1,0238	1,0253
8		1,0057	1,0067	1,0077	1,0087	1,0100	1,0112	1,0124	1,0137	1,0147	1,0157	1,0170	1,0182	1,0192	1,0202	1,0212	1,0222	1,0237	1,0252
9		1,0056	1,0066	1,0076	1,0086	1,0099	1,0111	1,0123	1,0136	1,0146	1,0156	1,0169	1,0181	1,0191	1,0201	1,0211	1,0221	1,0236	1,0251
10		1,0055	1,0065	1,0075	1,0085	1,0098	1,0110	1,0122	1,0135	1,0145	1,0155	1,0168	1,0180	1,0190	1,0200	1,0210	1,0220	1,0235	1,0250
11		1,0054	1,0064	1,0074	1,0084	1,0097	1,0109	1,0121	1,0134	1,0144	1,0153	1,0166	1,0178	1,0188	1,0199	1,0209	1,0219	1,0234	1,0248
12		1,0053	1,0063	1,0073	1,0083	1,0096	1,0108	1,0120	1,0133	1,0142	1,0151	1,0164	1,0176	1,0187	1,0198	1,0208	1,0218	1,0232	1,0246
13		1,0052	1,0062	1,0072	1,0082	1,0094	1,0107	1,0120	1,0132	1,0141	1,0149	1,0162	1,0174	1,0185	1,0197	1,0207	1,0217	1,0231	1,0244
14		1,0051	1,0061	1,0071	1,0081	1,0093	1,0106	1,0119	1,0131	1,0139	1,0147	1,0160	1,0172	1,0184	1,0196	1,0206	1,0216	1,0229	1,0242
15		1,0050	1,0060	1,0070	1,0080	1,0092	1,0105	1,0118	1,0130	1,0138	1,0145	1,0158	1,0170	1,0182	1,0195	1,0205	1,0215	1,0228	1,0240
16		1,0049	1,0059	1,0068	1,0078	1,0091	1,0104	1,0117	1,0129	1,0137	1,0144	1,0156	1,0168	1,0180	1,0193	1,0202	1,0212	1,0225	1,0238
17		1,0048	1,0058	1,0067	1,0076	1,0089	1,0103	1,0116	1,0128	1,0136	1,0143	1,0155	1,0166	1,0178	1,0191	1,0200	1,0209	1,0223	1,0236
18		1,0047	1,0057	1,0066	1,0074	1,0088	1,0102	1,0114	1,0127	1,0134	1,0142	1,0153	1,0164	1,0176	1,0189	1,0197	1,0206	1,0220	1,0234
19		1,0046	1,0056	1,0064	1,0072	1,0086	1,0101	1,0113	1,0126	1,0133	1,0141	1,0152	1,0162	1,0174	1,0187	1,0195	1,0203	1,0218	1,0232
20		1,0045	1,0055	1,0062	1,0070	1,0085	1,0100	1,0112	1,0125	1,0132	1,0140	1,0150	1,0160	1,0172	1,0185	1,0192	1,0200	1,0215	1,0230
21		1,0042	1,0053	1,0061	1,0069	1,0082	1,0096	1,0109	1,0122	1,0130	1,0138	1,0148	1,0159	1,0171	1,0183	1,0189	1,0196	1,0211	1,0226
22		1,0039	1,0051	1,0060	1,0068	1,0080	1,0092	1,0105	1,0119	1,0127	1,0136	1,0147	1,0158	1,0169	1,0181	1,0186	1,0192	1,0207	1,0222
23		1,0036	1,0049	1,0058	1,0067	1,0077	1,0088	1,0101	1,0116	1,0125	1,0134	1,0145	1,0157	1,0168	1,0179	1,0184	1,0188	1,0203	1,0218
24		1,0033	1,0047	1,0056	1,0066	1,0075	1,0084	1,0098	1,0113	1,0122	1,0132	1,0144	1,0156	1,0166	1,0177	1,0181	1,0184	1,0199	1,0214
25		1,0030	1,0045	1,0055	1,0065	1,0072	1,0080	1,0095	1,0110	1,0120	1,0130	1,0142	1,0155	1,0165	1,0175	1,0178	1,0180	1,0195	1,0210
26		1,0029	1,0042	1,0052	1,0062	1,0070	1,0078	1,0092	1,0099	1,0117	1,0127	1,0139	1,0152	1,0162	1,0172	1,0175	1,0178	1,0192	1,0207
27		1,0028	1,0039	1,0049	1,0059	1,0067	1,0076	1,0090	1,0098	1,0114	1,0124	1,0136	1,0149	1,0159	1,0169	1,0173	1,0176	1,0190	1,0204
28		1,0027	1,0036	1,0046	1,0056	1,0065	1,0074	1,0087	1,0097	1,0111	1,0121	1,0134	1,0146	1,0156	1,0166	1,0179	1,0174	1,0188	1,0201
29		1,0026	1,0033	1,0043	1,0053	1,0062	1,0072	1,0085	1,0096	1,0108	1,0118	1,0131	1,0143	1,0153	1,0163	1,0168	1,0172	1,0184	1,0198
30		1,0025	1,0030	1,0040	1,0050	1,0060	1,0070	1,0082	1,0095	1,0105	1,0115	1,0128	1,0140	1,0150	1,0160	1,0165	1,0170	1,0182	1,0195
31		1,0024	1,0027	1,0037	1,0047	1,0058	1,0068	1,0079	1,0094	1,0103	1,0112	1,0125	1,0137	1,0147	1,0157	1,0162	1,0168	1,0180	1,0192
32		1,0023	1,0024	1,0034	1,0044	1,0055	1,0066	1,0077	1,0093	1,0100	1,0109	1,0122	1,0134	1,0144	1,0154	1,0160	1,0166	1,0178	1,0189

## **Anexo N° 4**

**Formato hoja de carga.**

**Hoja de carga N°:**

**Antecedentes.**

Planta de impregnación	
Preservante:	
Marca:	Fecha de impregnación:

**Características de la madera a tratar.**

Especies	Nº pzas	Dimensión	m <sup>3</sup>	Descripción uso	Cliente	Nº orden
Cantidad total (m <sup>3</sup> ):				Contenido de humedad (C.H.):		
				El C.H. no debe exceder el 30%		

**Historial del tratamiento.**

	Presión máxima o vacío	Hora partida	Hora termino	Tiempo transcurrido	
				Hora	Minutos
Periodo de vacío inicial	bar				
Inundación cilindro					
Periodo presión	psi				
Vaciado cilindro					
Vacío final	bar				
Trasvasije final					
		Tiempo total de tratamiento:			

**Especificación del tratamiento.**

Concentración de la solución	t:..... °C	d:..... g/cm <sup>3</sup>	C: .... %
Promedio requerido de retención de sal			kg/m <sup>3</sup>
Promedio requerido de absorción			l/m <sup>3</sup>
Cantidad de madera			m <sup>3</sup>
Absorción total requerida			l

**Resultado del tratamiento.**

Vol. de solución antes de tratamiento		L	
Vol. de solución después de inundación		L	
Vol. de solución después de bombeo		L	
Vol. de solución después de vaciado		L	
Vol. de solución después de vaciado final		L	
Absorción total obtenida		L	
Absorción por m <sup>3</sup>		L/m <sup>3</sup>	
Retención obtenida		kg/m <sup>3</sup>	
Sobre carga / Bajo carga		L	%

Sal especificada	kg
Sal consumida	kg

Observaciones:	Nombre y firma supervisor:
----------------	----------------------------

## **Anexo N° 5A**

**Registro de procesos madera aserrada.**

### Hoja de carga N°: 001

#### Antecedentes.

Planta de impregnación	
Preservante: CCA – C 60%	
Marca: Wolman	Fecha de impregnación: 07 – 02 – 2007

#### Características de la madera a tratar.

Especies	N° pzas	Dimensión	m <sup>3</sup>	Descripción uso	Cliente	N° orden
Pino	32	1x3x3,20	0,20	cepillado		
Pino	30	1x4x3,20	0,25	cepillado		
Pino	372	<sup>3</sup> / <sub>8</sub> x4x3,20	2,69	traslapo		
Pino	104	1x4x3,20	0,82	bruto		
Cantidad total (m <sup>3</sup> ): 3,95				Contenido de humedad (C.H.): 20%		
				El C.H. no debe exceder el 30%		

#### Historial del tratamiento.

	Presión máxima o vacío	Hora partida	Hora termino	Tiempo transcurrido	
				Hora	Minutos
Periodo de vacío inicial	-0,8 bar	14:38	14:58		20
Inundación cilindro		14:58	15:06		8
Periodo presión	220 psi	15:06	15:35		29
Vaciado cilindro		15:39	16:07		28
Vacío final	-0,8 bar	16:09	16:34		25
Trasvasije final		16:36	16:38		2
Tiempo total de tratamiento: 112 min					

#### Especificación del tratamiento.

	t:..24 °C	d:..1,0045 g/cm <sup>3</sup>	C:1,15 %
Promedio requerido de retención de sal		6,7	kg/m <sup>3</sup>
Promedio requerido de absorción		580	L/m <sup>3</sup>
Cantidad de madera		3,95	m <sup>3</sup>
Absorción total requerida		2291	L

#### Resultado del tratamiento.

Vol. de solución antes de tratamiento	8100	L	
Vol. de solución después de inundación	3600	L	
Vol. de solución después de bombeo	1600	L	
Vol. de solución después de vaciado	5800	L	
Vol. de solución después de vaciado final	5900	L	
Absorción total obtenida	2200	L	
Absorción por m <sup>3</sup>	557	L/m <sup>3</sup>	
Retención obtenida	6,4	kg/m <sup>3</sup>	
Sobre carga / Bajo carga	-91	L	-4,2 %

Sal especificada	26 kg
Sal consumida	25 kg

Observaciones:	Nombre y firma supervisor:
----------------	----------------------------

### Hoja de carga N°: 002

#### Antecedentes.

Planta de impregnación	
Preservante: CCA – C 60%	
Marca: Wolman	Fecha de impregnación: 10 – 02 – 2007

#### Características de la madera a tratar.

Especies	N° pzas	Dimensión	m <sup>3</sup>	Descripción uso	Cliente	N° orden
Pino	109	2x3x3,2	1,35	bruto		
Pino	106	2x3x3,2	1,31	bruto		
Pino	100	2x3x3,2	1,24	bruto		
Cantidad total (m <sup>3</sup> ): 3,90				Contenido de humedad (C.H.): 22 %		
				El C.H. no debe exceder el 30%		

#### Historial del tratamiento.

	Presión máxima o vacío	Hora partida	Hora termino	Tiempo transcurrido	
				Hora	Minutos
Periodo de vacío inicial	-0,8 bar	11:20	11:40		20
Inundación cilindro		11:40	11:45		5
Periodo presión	200 psi	11:45	12:20		35
Vaciado cilindro		12:25	12:40		15
Vacío final	-0,8 bar	12:40	13:00		20
Trasvasije final		13:00	13:05		5
Tiempo total de tratamiento:100 min					

#### Especificación del tratamiento.

Concentración de la solución	t.:26 °C	d.:1,0045 g/cm <sup>3</sup>	C: 1,24%
Promedio requerido de retención de sal		6,7	kg/m <sup>3</sup>
Promedio requerido de absorción		538	l/m <sup>3</sup>
Cantidad de madera		3,90	m <sup>3</sup>
Absorción total requerida		2098	l

#### Resultado del tratamiento.

Vol. de solución antes de tratamiento	8000	L	
Vol. de solución después de inundación	4000	L	
Vol. de solución después de bombeo	2200	L	
Vol. de solución después de vaciado	6000	L	
Vol. de solución después de vaciado final	6100	L	
Absorción total obtenida	1900	L	
Absorción por m <sup>3</sup>	487	L/m <sup>3</sup>	
Retención obtenida	6,0	kg/m <sup>3</sup>	
<del>Sobre carga</del> / Bajo carga	-198	L	-10,4 %

Sal especificada	26 kg
Sal consumida	24 kg

Observaciones:	Nombre y firma supervisor:
----------------	----------------------------

### Hoja de carga N°: 003

#### Antecedentes.

Planta de impregnación	
Preservante: CCA – C 60%	
Marca: Wolman	Fecha de impregnación: 12 – 02 – 2007

#### Características de la madera a tratar.

Especies	N° pzas	Dimensión	m <sup>3</sup>	Descripción uso	Cliente	N° orden
Pino	110	2x3x3,20	1,36	bruto		
Pino	110	2x3x3,20	1,36	bruto		
Pino	107	2x3x3,20	1,33	bruto		
Cantidad total (m <sup>3</sup> ):4,05				Contenido de humedad (C.H.): 25%		
				El C.H. no debe exceder el 30%		

#### Historial del tratamiento.

	Presión máxima o vacío	Hora partida	Hora termino	Tiempo transcurrido	
				Hora	Minutos
Periodo de vacío inicial	-0, 8 bar	10:35	10:55		20
Inundación cilindro		10:55	11:00		5
Periodo presión	200 psi	11:00	11:40		40
Vaciado cilindro		11:40	11:55		15
Vacío final	-0,8 bar	11:55	12:17		22
Trasvasije final		12:17	12:22		5
Tiempo total de tratamiento: 107 min					

#### Especificación del tratamiento.

Concentración de la solución	t:..24 °C	d:1,0050 g/cm <sup>3</sup>	C: 1,25%
Promedio requerido de retención de sal		6,7	kg/m <sup>3</sup>
Promedio requerido de absorción		533	l/m <sup>3</sup>
Cantidad de madera		4,05	m <sup>3</sup>
Absorción total requerida		2160	l

#### Resultado del tratamiento.

Vol. de solución antes de tratamiento	7500	L	
Vol. de solución después de inundación	3750	L	
Vol. de solución después de bombeo	1500	L	
Vol. de solución después de vaciado	5250	L	
Vol. de solución después de vaciado final	5300	L	
Absorción total obtenida	2200	L	
Absorción por m <sup>3</sup>	543	L/m <sup>3</sup>	
Retención obtenida	6,8	kg/m <sup>3</sup>	
Sobre carga / <del>Bajo carga</del>	40	L	1,8 %

Sal especificada	27 kg
Sal consumida	28 kg

Observaciones:	Nombre y firma supervisor:
----------------	----------------------------

### Hoja de carga N°: 004

#### Antecedentes.

Planta de impregnación	
Preservante: CCA – C 60%	
Marca: Wolman	Fecha de impregnación: 20 – 02 – 2007

#### Características de la madera a tratar.

Especies	N° pzas	Dimensión	m <sup>3</sup>	Descripción uso	Cliente	N° orden
Pino	152	2x2x3,20	1,26	bruto		
Pino	170	2x2x3,20	1,40	bruto		
Pino	80	2x2x3,20	0,66	bruto		
Pino	84	2x2x3,20	0,69	cepillado 1c		
Cantidad total (m <sup>3</sup> ): 4,08				Contenido de humedad (C.H.): 18		
				El C.H. no debe exceder el 30%		

#### Historial del tratamiento.

	Presión máxima o vacío	Hora partida	Hora termino	Tiempo transcurrido	
				Hora	Minutos
Periodo de vacío inicial	-0,9 bar	09:14	09:43		29
Inundación cilindro		09:43	09:48		5
Periodo presión	170 psi	09:49	10:14		25
Vaciado cilindro		10:18	10:46		28
Vacío final	-0,8 bar	10:46	11:10		24
Trasvasije final		11:12	11:14		2
Tiempo total de tratamiento: 113 min					

#### Especificación del tratamiento.

Concentración de la solución	t:..20. °C	d:1,0065 g/cm <sup>3</sup>	C:1,49 %
Promedio requerido de retención de sal		6,7	kg/m <sup>3</sup>
Promedio requerido de absorción		447	l/m <sup>3</sup>
Cantidad de madera		4,08	m <sup>3</sup>
Absorción total requerida		1825	l

#### Resultado del tratamiento.

Vol. de solución antes de tratamiento	9750	L	
Vol. de solución después de inundación	6000	L	
Vol. de solución después de bombeo	3800	L	
Vol. de solución después de vaciado	7600	L	
Vol. de solución después de vaciado final	7750	L	
Absorción total obtenida	2000	L	
Absorción por m <sup>3</sup>	490	L/m <sup>3</sup>	
Retención obtenida	7,3	kg/m <sup>3</sup>	
Sobre carga / <del>Bajo carga</del>	175	L	8,7 %

Sal especificada	27 kg
Sal consumida	30 kg

Observaciones:	Nombre y firma supervisor:
----------------	----------------------------

## **Anexo N° 5B**

**Registro de procesos polines.**

### Hoja de carga N°: 005

#### Antecedentes.

Planta de impregnación	
Preservante: CCA – C 60%	
Marca: Wolman	Fecha de impregnación: 08 – 02 – 2007

#### Características de la madera a tratar.

Especies	Nº pzas	Dimensión	m <sup>3</sup>	Descripción uso	Cliente	Nº orden
Pino	38	3x2,44	0,42	polin		
Pino	30	5x2,44	0,93	polin		
Pino	33	4,5x2,44	0,83	polin		
Pino	35	3,5x2,44	0,53	polin		
Cantidad total (m <sup>3</sup> ): 2,71				Contenido de humedad (C.H.): 14 %		
				El C.H. no debe exceder el 30%		

#### Historial del tratamiento.

	Presión máxima o vacío	Hora partida	Hora termino	Tiempo transcurrido	
				Hora	Minutos
Periodo de vacío inicial	-0,8 bar	15:29	15:54		25
Inundación cilindro		15:56	16:02		6
Periodo presión	200 psi	16:02	16:29		27
Vaciado cilindro		16:32	16:51		19
Vacío final	-0,8 bar	16:52	17:17		25
Trasvasije final		17:19	17:21		2
Tiempo total de tratamiento: 104 min					

#### Especificación del tratamiento.

Concentración de la solución	t:..25 °C	d:1,0030 g/cm <sup>3</sup>	C: .1,0 %
Promedio requerido de retención de sal		6,7	kg/m <sup>3</sup>
Promedio requerido de absorción		667	l/m <sup>3</sup>
Cantidad de madera		2,71	m <sup>3</sup>
Absorción total requerida		1804	l

#### Resultado del tratamiento.

Vol. de solución antes de tratamiento	7000	L	
Vol. de solución después de inundación	2250	L	
Vol. de solución después de bombeo	700	L	
Vol. de solución después de vaciado	5400	L	
Vol. de solución después de vaciado final	5500	L	
Absorción total obtenida	1500	L	
Absorción por m <sup>3</sup>	554	L/m <sup>3</sup>	
Retención obtenida	5,5	kg/m <sup>3</sup>	
Sobre carga / Bajo carga	-304	L	-20,3 %

Sal especificada	18 kg
Sal consumida	15 kg

Observaciones:	Nombre y firma supervisor:
----------------	----------------------------

### Hoja de carga N°: 006

#### Antecedentes.

Planta de impregnación	
Preservante: CCA – C 60%	
Marca: Wolman	Fecha de impregnación: 14 – 02 – 2007

#### Características de la madera a tratar.

Especies	Nº pzas	Dimensión	m <sup>3</sup>	Descripción uso	Cliente	Nº orden
Pino	30	42,44	0,59	polin		
Pino	41	42,44	0,81	polin		
Pino	34	52,44	1,05	polin		
Pino	28	52,44	0,87	polin		
Cantidad total (m <sup>3</sup> ): 3,32				Contenido de humedad (C.H.): 18		
				El C.H. no debe exceder el 30%		

#### Historial del tratamiento.

	Presión máxima o vacío	Hora partida	Hora termino	Tiempo transcurrido	
				Hora	Minutos
Periodo de vacío inicial	-0,8 bar	11:30	11:56		26
Inundación cilindro		11:56	12:02		6
Periodo presión	200 psi	12:03	12:31		28
Vaciado cilindro		12:35	13:06		31
Vacío final	-0,8 bar	13:06	13:30		24
Trasvasije final		13:30	13:35		5
Tiempo total de tratamiento: 120 min					

#### Especificación del tratamiento.

Concentración de la solución	t: 22 °C	d: 1,0053 g/cm <sup>3</sup>	C: 1,22 %
Promedio requerido de retención de sal		6,7	kg/m <sup>3</sup>
Promedio requerido de absorción		546	l/m <sup>3</sup>
Cantidad de madera		3,32	m <sup>3</sup>
Absorción total requerida		1815	l

#### Resultado del tratamiento.

Vol. de solución antes de tratamiento	9000	L	
Vol. de solución después de inundación	4250	L	
Vol. de solución después de bombeo	2500	L	
Vol. de solución después de vaciado	7250	L	
Vol. de solución después de vaciado final	7300	L	
Absorción total obtenida	1700	L	
Absorción por m <sup>3</sup>	512	L/m <sup>3</sup>	
Retención obtenida	6,2	kg/m <sup>3</sup>	
<del>Sobre carga</del> / Bajo carga	-115	L	-6,7 %

Sal especificada	22 kg
Sal consumida	21 kg

Observaciones:	Nombre y firma supervisor:
----------------	----------------------------

### Hoja de carga N°: 007

#### Antecedentes.

Planta de impregnación	
Preservante: CCA – C 60%	
Marca: Wolman	Fecha de impregnación: 19 – 02 – 2007

#### Características de la madera a tratar.

Especies	N° pzas	Dimensión	m <sup>3</sup>	Descripción uso	Cliente	N° orden
Pino	23	3x2,44	0,26	polin		
Pino	27	3 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> x2,44	0,41	polin		
Pino	54	4x2,44	1,07	polin		
Pino	5	5 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> x2,44	0,19	polin		
Cantidad total (m <sup>3</sup> ): 2,44				Contenido de humedad (C.H.): 20		
				El C.H. no debe exceder el 30%		

#### Historial del tratamiento.

	Presión máxima o vacío	Hora partida	Hora termino	Tiempo transcurrido	
				Hora	Minutos
Periodo de vacío inicial	-0,9 bar	14:50	15:20		30
Inundación cilindro		15:18	15:24		6
Periodo presión	200 psi	15:26	15:50		24
Vaciado cilindro		15:53	16:16		23
Vacío final	-0,8 bar	16:19	16:45		26
Trasvasije final		16:47	16:49		2
Tiempo total de tratamiento: 111 min					

#### Especificación del tratamiento.

Concentración de la solución	t.:22 °C	d.:1,0053 g/cm <sup>3</sup>	C:1,22 %
Promedio requerido de retención de sal		6,7	kg/m <sup>3</sup>
Promedio requerido de absorción		546	l/m <sup>3</sup>
Cantidad de madera		2,44	m <sup>3</sup>
Absorción total requerida		1332	l

#### Resultado del tratamiento.

Vol. de solución antes de tratamiento	7300	L	
Vol. de solución después de inundación	2600	L	
Vol. de solución después de bombeo	800	L	
Vol. de solución después de vaciado	5600	L	
Vol. de solución después de vaciado final	5750	L	
Absorción total obtenida	1550	L	
Absorción por m <sup>3</sup>	636	L/m <sup>3</sup>	
Retención obtenida	7,8	kg/m <sup>3</sup>	
Sobre carga / <del>Bajo carga</del>	218	L	14,1 %

Sal especificada	16 kg
Sal consumida	19 kg

Observaciones:	Nombre y firma supervisor:
----------------	----------------------------

### Hoja de carga N°: 008

#### Antecedentes.

Planta de impregnación	
Preservante: CCA – C 60%	
Marca: Wolman	Fecha de impregnación: 05 – 03 – 2007

#### Características de la madera a tratar.

Especies	N° pzas	Dimensión	m <sup>3</sup>	Descripción uso	Cliente	N° orden
Pino	20	5x2,44	0,62	polin		
Pino	75	4x2,44	1,48	polin		
Pino	60	3x2,44	0,67	polin		
Pino	1	6x2,44	0,04	polin		
Cantidad total (m <sup>3</sup> ): 2,81				Contenido de humedad (C.H.): 14		
				El C.H. no debe exceder el 30%		

#### Historial del tratamiento.

	Presión máxima o vacío	Hora partida	Hora termino	Tiempo transcurrido	
				Hora	Minutos
Periodo de vacío inicial	-0,9 bar	15:53	16:15		22
Inundación cilindro		16:15	16:20		5
Periodo presión	200 psi	16:20	16:48		28
Vaciado cilindro		16:49	17:27		38
Vacío final	-0,8 bar	17:27	17:52		25
Trasvasije final		17:53	17:57		4
Tiempo total de tratamiento: 122 min					

#### Especificación del tratamiento.

Concentración de la solución	t:..23 °C	d:1,0050 g/cm <sup>3</sup>	C:1,20 %
Promedio requerido de retención de sal		6,7	kg/m <sup>3</sup>
Promedio requerido de absorción		556	l/m <sup>3</sup>
Cantidad de madera		2,81	m <sup>3</sup>
Absorción total requerida		1563	l

#### Resultado del tratamiento.

Vol. de solución antes de tratamiento	8000	L		
Vol. de solución después de inundación	3300	L		
Vol. de solución después de bombeo	1400	L		
Vol. de solución después de vaciado	6000	L		
Vol. de solución después de vaciado final	6100	L		
Absorción total obtenida	1900	L		
Absorción por m <sup>3</sup>	675	L/m <sup>3</sup>		
Retención obtenida	8,1	kg/m <sup>3</sup>		
Sobre carga / <del>Bajo carga</del>	337	L	17,7	%

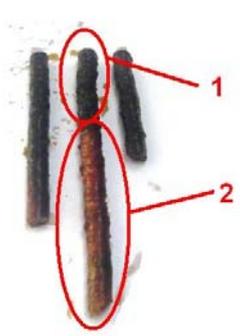
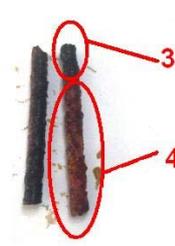
Sal especificada	19 kg
Sal consumida	23 kg

Observaciones:	Nombre y firma supervisor:
----------------	----------------------------

## **Anexo N° 6**

**Fotografías ensayos de penetración.**

En el presente anexo se muestran fotografías del control de calidad de penetración. Solamente se incluyen aquellas imágenes que muestran algún tipo de dificultad al momento de realizar este análisis.

	
<p>Figura 17. Penetración día 19-02-07. 1 – albura que presenta 100% de penetración. 2 – duramen.</p>	<p>Figura 18. Penetración día 14-02-07. 3 – albura que presenta 100% de penetración. 4 – duramen.</p>

	
<p>Figura 19. Penetración día 07-02-07. 100% de albura impregnada.</p>	<p>Figura 20. Penetración día 08-02-07. 5 y 6 – presencia de duramen.</p>