

METODO DE DETERMINACION EN LABORATORIO
DE RETENCION DE CREOSOTA EN MUESTRAS
DE EUCALIPTUS IMPREGNADOS

Dr. Luis A. Borlando *

Dr. Leopoldo Becka **

SERIE II, N° 247

- * Laboratorio de Ensayo de Materiales e Investigaciones Tecnológicas de la Provincia de Buenos Aires (LEMIT).
- ** Investigación y Desarrollo de SEGBA.

1. INTRODUCCION

Este estudio se ha realizado con el fin de evaluar los errores del método de determinación de creosota en madera impregnada, descrito en la norma ASTM D1860, cuando este método se aplica a madera de eucaliptus de las especies viminalis y saligna (las más utilizadas en nuestro país para proveer postes impregnados para líneas aéreas de energía y telecomunicaciones). Para definir los errores del método se realizaron ensayos destinados a obtener los siguientes valores: 1) precisión; 2) reproducibilidad entre laboratorios; 3) reproducibilidad en el tiempo.

2. PRECISION DEL METODO

2.1 Parte experimental

Se impregnaron con una mezcla de creosota-tolueno 1:1 a rechazo tarugos y cubos de altura de eucaliptus previamente secados. Los tarugos tenían 15 mm de diámetro y 20 mm de largo, con su eje longitudinal perpendicular a la fibra. Los cubos tenían un volumen de $\sim 5000 \text{ mm}^3$. El peso de creosota absorbida por cada espécimen se obtuvo como la diferencia entre peso antes y peso después del proceso de impregnación dividido por dos. La determinación de creosota por el método ASTM se realizó con las siguientes variantes:

- i) período de extracción: 4 h - período de secado en estufa a 125 °C: 4 h;
 - ii) período de extracción: 5 h - período de secado en estufa a 125 °C: 18 h;
 - a) extracción y secado con muestras en cesto de alambre metálico;
 - b) extracción y secado con muestras en sifón de vidrio;
- y con especímenes preparados de los siguientes modos:
- 1) pastillas de 4 a 5 mm de largo y 15 mm de diámetro cortadas de los tarugos;

- 2) astillas de $\sim 1300 \text{ mm}^3$ de volumen cortadas de los cubos con su eje mayor en la dirección de las fibras;
- 3) idem anterior pero las astillas de 400 a 600 mm^3 ;
- 4) idem anterior pero las astillas de 150 a 350 mm^3 (aproximadamente del tamaño de fósforos de madera).

Para cada ensayo se tomaron 4 tarugos o cuatro cubos.

Las retenciones obtenidas por diferencia de pesada fueron de 115 a 220 kg/m^3 para los tarugos y de 170 a 256 kg/m^3 para los cubos.

2.2 Resultados sobre precisión

En la tabla I se dan los rangos de valores de error relativo obtenidos para cada variante del método. Los valores de precisión para determinaciones correspondientes a las distintas retenciones no varían significativamente, como tampoco varía la precisión entre las diferentes variantes. Se concluye que la precisión para determinaciones sobre madera impregnada y seca es de $\sim 1\%$. Para determinaciones hechas sobre muestras que tienen agua además de creosota, la desviación normal de las determinaciones será mayor que 1% por los errores adicionales introducidos en la determinación del agua.

3. DIFERENCIAS ENTRE MUESTRAS TOMADAS CON MECHA Y TALADRO VERSUS MUESTRAS TOMADAS DE TORTAS DE POSTES

3.1 Parte experimental

3.1.1 Ensayos sobre tortas

Se tomaron tortas de $\sim 30 \text{ cm}$ de altura obtenidas cortando a $1,5 \text{ m}$ de la base, $1,5 \text{ m}$ de la cima y en la parte media de postes de e. saligna y e. viminalis, impregnados en autoclave. Se determinó la retención sobre muestras tomadas de un disco de $\sim 1,8 \text{ cm}$ de altura de la parte media de cada torta. Para cada ensayo se tomaron 20 g de astillas de los 2 cm externos de albura de 3 secciones ubicadas a 120° entre sí. El peso de creosota de cada muestra se obtuvo siguiendo el método de ensayo ASTM con la combinación i-b-4 de las variantes

TABLA I

PRECISION DEL METODO

Valores tabulados: rango de $\mathcal{E}\%$, (n) y $\hat{\sigma}$

$$\mathcal{E}\% = \frac{\text{Real} - \text{Medida}}{\text{Medido}}$$

n = número de determinaciones

$\hat{\sigma}$ = estimación de la desviación normal de los %

		ii) Extracción: 5 horas	
		Secado: 18 horas	
		a) Cesto	b) Sifón
1) Pastillas		4,6 (30) 1,1	5,2 (24) 1,3
2) Astillas de ~ 1 500 mm ³		2,2 (6) 0,9	2,6 (6) 1,0
3) Astillas de 400 mm ³ a 600 mm ³		2,4 (6) 0,9	3,0 (6) 1,2
4) Astillas de 150 mm ³ a 300 mm ³		1,6 (6) 0,6	- -

TABLA II

COMPARACION DE METODOS DE TOMA DE MUESTRA

Valores tabulados:

R_t = retención en kg/m^3 de madera impregnada
determinado en tarugos del poste

R_a = Idem anterior en astillas tomadas de
tortas de poste

E. SALIGNA

R_t	100	115	127	146	132	174	117	116	129	138	127
R_a	141	165	149	143	165	174	134	120	141	126	102
R_t	108	136	186	173	85	80	84	222	162	173	
R_a	133	169	189	174	75	102	94	200	174	202	
R_t	141	147	144	84	88	115	249	259	218	238	216
R_a	195	201	197	104	107	120	266	254	280	285	257
R_t	249	149	194	148	254	212	213	126	132	167	
R_a	275	236	170	213	292	249	224	174	165	162	

E. VIMINALIS

R_t	255	237	202	213	219	202	247	207	211	217	214	185
R_a	270	234	212	220	252	240	252	247	258	256	223	191
R_t	169	162	167	160	144	149	186	232	200	239	224	235
R_a	222	244	190	181	194	171	224	218	214	263	220	247

descriptas en el párrafo 2.1. Los valores de retención por m^3 se obtuvieron por el algoritmo:

$$\frac{\text{Peso de creosota en muestra}}{\text{Peso de la muestra}} \times \text{densidad de la muestra}$$

La densidad de la muestra se determinó según el método ASTM D 2395-B-III sobre probetas de albura creosotada obtenidas de un disco de 4 a 6 cm de altura vecino al disco del cual se extrajo la muestra para determinar el peso de la creosota.

3.1.2 Ensayos sobre tarugos

De cada torta y de la zona vecina a la que se extrajo el disco para el ensayo anterior, se extrajeron 4 tarugos, de 3 a 3,5 cm de largo y ~15 mm de diámetro, en puntos ubicados ~72° uno del otro sobre la periferia. Para ello se utilizó un sacabocados de ~15 mm de diámetro interior accionado mediante una agujereadora eléctrica de banco.

Luego se subdividieron los 2 cm externos de cada tarugo en 4 ó 5 pastillas y con el conjunto de pastillas correspondientes a cada grupo de 4 tarugos se determinó el peso de creosota de la muestra con el método ASTM con la combinación i-b-1 de las variantes descriptas en el párrafo 2.1. Los valores de retención por m^3 se obtuvieron por el algoritmo:

$$\frac{\text{Peso de creosota en muestra}}{\frac{\pi}{4} \times (\text{diámetro})^2 \times (\text{N}^\circ \text{ de tarugos en la muestra}) \times 0,02}$$

Se midió el diámetro de 20 tarugos y se utilizó para el cálculo el valor medio de estas 20 determinaciones.

3.2 Resultados

En la tabla II se dan los valores de retención de cada una de las muestras obtenidas según lo descrito en el punto 3.1. Los valores correspondientes a cada forma de toma de muestra están apareados en columna. La diferencia en el valor medio de retención en muestras tomadas en astillas y el valor medio correspondiente a las muestras tomadas en tarugos es de ~16%, tanto para las muestras de e. viminalis, como para las de saligna. La desviación normal de esta diferencia relativa

es de $\sim 2\%$. La dispersión de diferencias alrededor de este valor medio es atribuible a las variaciones de retención que hay en el mismo poste.

4. REPRODUCIBILIDAD EN FUNCION DE TIEMPO DE ENVEJECIMIENTO

4.1 Parte experimental

Se determinó la retención media de conjuntos de muestras de tarugos tomados de postes de *e. viminalis* y postes de *e. saligna*, impregnados en autoclave. La toma de muestra se realizó primero en un período de hasta 3 meses de realizada la impregnación y luego al cabo de 5 meses desde la última toma de muestra, habiendo quedado los trozos de postes a la intemperie durante ese período. Los valores medios obtenidos fueron los siguientes (en kg/m^3):

	1º	2º
E. viminalis	198	198
E. saligna	140	137

Estos resultados muestran que no hay diferencia significativa de resultados por exposición de la madera a los agentes atmosféricos, durante 8 meses, verificándose así que no hay pérdida de creosota, ni disminución en la exactitud del método en ese período de tiempo.

5. REPRODUCIBILIDAD ENTRE LABORATORIOS

5.1 Parte experimental

En el LEMIT se determinaron las retenciones de un conjunto de muestras tomadas de postes de *e. saligna* impregnados en autoclave, por el método de astillas y por el método de tarugos según lo descrito en los párrafos 3.1.1 y 3.1.2.

TABLA III

REPRODUCIBILIDAD DEL METODO CON TARUGOS

Valores tabulados: R en kg/m^3 de madera
impregnada

	LEMIT	IRAM	COMUNICACIONES
PROMEDIO			
7 muestras de e. saligna	147	147	148
PROMEDIO			
4 muestras de e. viminalis	218	-	218

Luego se enviaron tortas y tarugos tomados de zonas vecinas de los mismos postes al IRAM y al Laboratorio de Maderas de la Secretaría de Comunicaciones.

5.2 Resultados

En la tabla III se dan los valores de retención en kg/m³ obtenidos en el LEMIT, en el IRAM y en la Secretaría de Comunicaciones. Las diferencias entre los valores obtenidos para el mismo poste en los tres laboratorios es atribuible a la variación de retención en distintas zonas del poste.

REFERENCIAS

1. Stasse, H. L.- Proc. AWPA, 62 (1966), 265-283.
2. Colley, R. H.- Proc. AWPA, 66 (1970), 1-20.
3. Norma SAA 364.
4. Becka, L., Borlando, L. A. y Arcelús, D.- LEMIT-ANALES, 3/1973, 161/90 (Serie II, nº 246).

NOTA

Este trabajo fué realizado por Convenio entre Investigación y Desarrollo de SEGBA y el LEMIT. Los autores agradecen a los técnicos del LEMIT Daniel Arcelús y José Di Gerónimo su valiosa colaboración. Asimismo agradecen a la Industrial Maderera S. A. (LIMSA) de San Isidro y a IMPRECO S.A. de Junín la donación de postes y demás facilidades brindadas.

APENDICE I

BASES PARA LA REDACCION DE UNA NORMA DE CONTROL DE RETENCION DE CREOSOTA EN POSTES DE E. VIMINALIS Y E. SALIGNA

I. DATOS

1) Los estudios de Stasse (1) y de Colley (2) sobre durabilidad de postes de pino del sur de EE UU versus retención de creosota, indican que en la zona externa del poste debe ser de por lo menos 190 kg/m^3 de albura.

2) La norma Australiana (3) fija una retención mínima promedio por carga que debe ser de 190 kg/m^3 de albura y la mínima por poste de 127 kg/m^3 .

3) La desviación normal relativa de retenciones por m^3 de madera total de postes adecuadamente tratados es de 15 % y la desviación normal relativa de la media de una muestra de "n" postes será aproximadamente $15\%/\sqrt{n}$, para valores medidos por el método de pesada (ver ref.4).

4) La desviación normal relativa de retenciones por m^3 de albura de postes adecuadamente tratados es de 17 % y la desviación normal relativa de la media de una muestra de n postes será aproximadamente $17\%/\sqrt{n}$, para valores medidos por el método de pesada (ver ref.4).

5) El valor de retención obtenido por ensayo sobre los 20 mm exteriores de albura será 10 % menor que el determinado por pesada, si la muestra consiste de tarugos y 6 % mayor que el determinado por pesada, si la muestra consiste de astillas obtenidas de tortas (ver 3.2).

6) La desviación normal relativa del valor medio de valores de retención en los 2 cm externos de albura, determinado por el método ASTM, será aproximadamente igual a $18\%/\sqrt{n}$ para postes impregnados adecuadamente (ver ref.4).

7) El espesor medio de albura encontrado en una muestra de 10 postes de e. viminalis fue de 3,5 cm, el encontrado en una muestra de 19 postes de e. saligna fue de 2,5 cm, siendo las relaciones de volumen albura/volumen madera total iguales

a 0,59 y 0,52 respectivamente (ver ref.4).

8) Las desviaciones normales relativas de los espesores de albura para las 2 muestras antes mencionadas son de 68 y 65 % respectivamente y un 80 % de estos valores para las relaciones (volumen albura/volumen madera total) (ver ref.4).

9) La retención media en tanque es menor que la real a la salida del autoclave, pero puede haber exudación de creosota de tal magnitud que la retención en los postes después de la exudación inicial sea inferior a la retención medida en tanque (ver ref.4).

10) Con procesos de impregnación adecuados el valor mínimo por poste de la carga será del orden de los $\frac{2}{3}$ de la retención media y la penetración promedio es un 90 % del espesor de la albura.

II. ESPECIFICACIONES RESPECTO A LA RETENCION

1) Dado que la protección del poste está dada por la creosota que hay en la albura, desde el punto de vista técnico la especificación debería darse en retención por volumen de albura (R_p).

2) Esto sería equivalente a una especificación de retención por volumen de madera total (R'_p) si no hubiera variaciones significativas en el promedio de la relación (volumen albura/volumen total) de postes de cada carga para una especie dada. De otro modo habría que medir el volumen de albura de la carga y asegurarse que la creosota retenida será

$$R_p \cdot V_{\text{albura de la carga}}$$

en lugar de

$$R'_p \cdot V_{\text{madera total de la carga}}$$

3) Sobre la base de los estudios citados en I.1, y hasta tanto se realice un control de durabilidad con estacas de las especies locales de eucaliptus, es conveniente fijar el valor mínimo de la media de R_p por carga en 190 kg/m^3 y un valor mínimo por poste de cada carga en $\frac{3}{4}$ de este valor, es decir en 142 kg/m^3 ; y una penetración del 100 % de la albura para espesores de hasta 2 cm y del 90 % para espesores

mayores.

III. APLICACION DE LA ESPECIFICACION DESDE EL PUNTO DE VISTA DEL PRODUCTOR

1) Para poder asegurar el cumplimiento de la especificación II.3), el productor debería:

- a) impregnar cargas con postes de la misma especie y cuyos espesores de albura tengan un rango menor que 100 %.
- b) medir el volumen de albura de los postes de la carga.
- c) controlar que la humedad del poste no exceda el 20 % en la parte interior de la albura.
- d) realizar la impregnación con una retención de
$$190 \cdot V_{\text{albura de la carga}}$$
- e) controlar que la creosota utilizada cumpla con la norma IRAM o AWPA.

2) En la práctica, con los postes de la especie saligna correctamente estacionados y utilizando el proceso LOWRY o el BETHELL se lograría el cumplimiento de la especificación con una retención de $(100 \cdot V_{\text{madera total de la carga}})$ cuando el espesor medio de albura es $\leq 2,5$ cm y el perímetro medio es ≥ 50 cm. Con los postes de la especie viminalis correctamente estacionados y utilizando el proceso BETHELL se logra el cumplimiento de la especificación con una retención de $(100 \cdot V_{\text{madera total}})$ cuando el espesor medio de albura es $\leq 3,5$ cm y el perímetro medio ≥ 57 cm. En ambos casos los valores de retención de creosota serían para toda la carga y medidas en el tanque.

IV. CONTROL DE CALIDAD POR PARTE DEL COMPRADOR

1) Control en planta

a) Se deben extraer muestras de creosota del autoclave, en un cierto número de cargas, por ej. una de cada 5, verificando en laboratorio si se cumple la norma. Si el análisis de alguna de estas muestras no cumple con la norma se podrá rechazar la producción.

b) Se debe estimar el volumen de albura de la carga. Para ello se miden las longitudes, los perímetros, y los espesores de albura de cima y base, para una muestra representativa de los postes de cada carga y se calcula:

$$V_{\text{albura de la carga}} = \sum_{i=1}^g N_i \bar{V}_{a,i}$$

donde los índices "i" se refieren al grupo de postes de la misma longitud,

N_i es el número de postes del grupo de longitud "i"

$\bar{V}_{a,i}$ es el volumen medio de albura de los postes del grupo "i"

siendo:

$$V_{a,i} = \sum_{j=1}^{n_i} V_{a,i(j)} / n_i$$

donde $V_{a,i(j)}$ es el volumen de albura del poste "j" de los n_i postes de longitud "i" de la muestra. Dicho volumen se calcula usando la expresión:

$$V_{\text{albura}} = L \bar{e} (2 \bar{R} - \bar{e}) \Pi$$

donde:

L longitud del poste

\bar{R} (perímetro base + perímetro cima)/4 Π

\bar{e} (espesor de la albura en base + espesor albura en cima)/2

El valor n_i se podría fijar como igual al 20 % del número de postes de longitud i de la carga, es decir:

$$n_i \simeq N_i / 5$$

c) Los postes tomados para determinar el volumen de albura se deben marcar y pesar antes de la impregnación. Al día siguiente de finalizada la misma se volverán a pesar los postes si no parecen mojados con creosota cuando se pasa la mano por ellos. Si todavía están mojados de creosota se deberá de-

jar transcurrir el tiempo necesario hasta que estén secos y recién entonces pesarlos.

d) Se estimará la retención media de la carga calculando el promedio de retenciones por metro cúbico de albura de los postes muestreados, usando la siguiente expresión para el cálculo de la retención por poste:

$$R_p = \frac{\text{Peso final} - \text{Peso inicial}}{V . \text{albura}}$$

y

$$\bar{R}_p = \frac{\sum R_p}{n}$$

donde n es el número de postes de la muestra.

Si $\bar{R}_p \leq 190 \cdot 0,9$ se deberá volver a impregnar la carga, repetir la pesada de los postes una vez secos y calcular el nuevo valor de \bar{R}_p . Este criterio implica una probabilidad de 5 % de obligar a reimpregnar cargas con \bar{R}_p reales ≥ 190 y una probabilidad de 10 % de aceptar cargas con $\bar{R}_p = 190 \cdot 0,85$.

Una vez verificado el cumplimiento del requisito anterior se extraen tarugos de la parte media de los 5 postes de mayor espesor de albura de los muestrados. Los tarugos deben ser perfectamente cilíndricos y de una longitud tal que por lo menos lleguen al duramen. Sobre estos tarugos se medirá la penetración y el espesor de albura. Si el promedio de penetraciones de la muestra es menor que 90 % del espesor de albura o si es menor que 100 % para los tarugos de menos de 2 cm de albura, se deberá volver a impregnar la carga y repetir la extracción de tarugos hasta que se verifique el requisito de penetración.

2) Control en laboratorio

a) El comprador extraerá periódicamente (por ej. cada mes) muestras de creosota de los autoclaves de los proveedores para verificar que utilizan creosota que cumple con las normas IRAM o AWWA. Si alguna muestra no cumple, rechazarán las partidas de dicho proveedor.

b) Se verificará que los postes de cada partida a entregar no están mojados de creosota en su superficie.

c) Se extraerán tarugos de una muestra de postes agrupados en lotes de 200 a 2000 especímenes. La muestra consistirá del 5 % de los postes del lote, si el lote es mayor de 400, o de 20 postes si el lote es menor. Los tarugos se extraerán de la parte media del poste, a razón de un tarugo por cada espécimen de la muestra. La parte de la cual se extrae el tarugo no deberá tener imperfecciones (nudos, rajaduras, etc.). El tarugo deberá ser perfectamente cilíndrico y con un diámetro de ~ 15 mm y de una longitud tal que por lo menos llegue al duramen.

Se deberá cerrar o tapar el agujero dejado por la extracción del tarugo para permitir la utilización del poste. Se medirá el perímetro del poste en la zona donde se extrajo el tarugo.

d) El comprador guardará los tarugos en frascos cerrados reservándose 8 tarugos y enviando el resto a ser ensayados a uno o más laboratorios.

f) El ensayo se realizará con el método ASTM, usando tolueno como solvente y con un régimen de destilación que de un reflujo de 1 a 2 gotas por segundo en el condensador. El período de extracción será de 5 horas y el de secado de 18 hs en estufa a $125 \text{ }^\circ\text{C} \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$. Cada ensayo consistirá en la determinación de creosota sobre los 2 cm externos de albura de 4 tarugos cortados en pastillas de ~ 4 mm de altura. Si un tarugo tiene menos de 2 cm de albura se usará sólo la parte de la albura, en dicho tarugo. Además, se determinará el espesor de albura y la penetración de creosota para cada ensayo.

g) Para cada determinación se informará:

esp(j) espesor de albura de cada uno de los "j" tarugos.
 ptn(j) penetración de creosota en cada uno de los "j" tarugos.

$$C_{(j)} : \frac{\text{Volumen madera total}}{\text{Volumen albura}} = \frac{V_T}{V_A} \text{ para cada uno de los "j" postes}$$

D diámetro medio de los tarugos de la muestra.
 r número de determinaciones.
 q número de tarugos.
 L_i suma de las longitudes de tarugo usados en la determinación "i" (en cm).

- $P_i(i)$ peso inicial del cesto más pastillas del grupo "i" de tarugos.
 $P_q(i)$ peso final del cesto más pastillas del grupo "i" de tarugos.
 $W(i)$ volumen de agua extraída del grupo "i" de tarugos.
 $R_t(i)$ retención en kg/m^3 de albura en los 2 cm externos determinados por ensayo.
 \bar{R}_t retención media en kg/m^3 de albura en los 2 cm externos.

con
$$R_t(i) = \frac{P_i(i) - P_q(i) - W(i)}{\pi D^2 L_i} \cdot 4 \cdot 1000$$

$$\bar{R}_t = \sum_{i=1}^r R_t(i) / r$$

y $\sigma(e) \%$, $\sigma(\text{ptn}) \%$, $\sigma(R_t) \%$.

h) Se rechazará el lote si

$$\bar{R}_t < 190 \cdot 0,90 \cdot f_1$$

donde $f_1 \simeq 0,90$, es el factor de corrección que relaciona la retención real en la muestra con la retención obtenida en el ensayo (ver ref.4).

Con este criterio, el riesgo de rechazar lotes con una retención real de $\geq 190 \text{ kg/m}^3$ es de 5 %, con un riesgo de $\sim 10 \%$ de aceptar lotes con una retención media real de $(190 \cdot 0,80) \text{ kg/m}^3$ de albura.

i) Se rechazará el lote si el promedio de las relaciones (penetración/espesor de albura), para la muestra, es menor que 90 % o si en alguno de los tarugos de menos de 2 cm de espesor de albura la penetración es menor que el 100 %.

APENDICE II

BASES PARA LA REDACCION DE UNA NORMA DE CONTROL DE RETENCION DE PENTACLOROFENOL EN POSTES DE E. VIMINALIS Y E. SALIGNA

1) El uso de pentaclorofenol (PCIF) como preservador de postes está ampliamente difundido en muchos países, como por ej. EE UU, Australia, Canadá, etc.

2) Con la impregnación de postes con soluciones de pentaclorofenol en solventes derivados del petróleo se puede lograr una retención de preservador tal que la durabilidad del poste llegue a ser comparable a la que tienen postes impregnados con creosota, con la ventaja de que la exudación de los postes impregnados con pentaclorofenol es menos molesta que la de creosota.

3) Las normas de EE.UU., Australia, Gran Bretaña, etc., fijan retenciones de pentaclorofenol iguales al 5 % de las fijadas para creosota, es decir que para igual volumen de albura se debe usar la misma cantidad de solución al 5 % de pentaclorofenol que de creosota.

4) Hasta tanto se obtengan datos de un estudio similar al efectuado sobre impregnación de postes de e. viminalis y e. saligna con creosota, se puede postular que la distribución de retenciones de la solución de pentaclorofenol en cada poste y entre postes de una carga será similar a la que se observa cuando se usa creosota. Esta hipótesis se basa en suponer que la distribución en el poste de la solución de solvente derivado del petróleo será similar a la de la creosota, por ser ambas sustancias oleosas.

5) Teniendo en cuenta los puntos 3 y 4 anteriores, se puede formular una norma provisoria para el control de retención y penetración de postes de e. viminalis e. saligna impregnados con soluciones de pentaclorofenol que tenga esenciales las mismas exigencias que la recomendada para postes creosotados, con las siguientes modificaciones:

a) El control de preservador se hará verificando en el laboratorio que el contenido del tanque del autoclave con-

siste de una solución al 5 % de pentaclorofenol en gasoil.

b) En el control por ensayo de laboratorio se verificará el contenido de pentaclorofenol, por alguno de los métodos normalizados por la AWWA, exigiéndose que la retención de pentaclorofenol en los 2 cm externos de la albura sea:

$$R_t \text{ (PCIF)} \geq 9,5 \cdot 0,90$$

expresado en kilogramos de pentaclorofenol por metro cúbico de porción ensayada de albura, cuando se realiza la determinación a partir de muestras tomadas de tarugos.