

PRESERVACION Y SECADO DE POSTES, DE MADERA DE 5 ESPECIES FORESTALES DE LA ZONA DE PUCALLPA

Por: Raúl González F. ¹

RESUMEN

El estudio que se presenta en la investigación en Postes de Madera para Líneas Aéreas de Conducción de Energía, en la zona de Pucallpa, está referido a cinco especies de montaña bajo los aspectos de Secado en Horno y Preservación a presión en Autoclave en postes de diez metros de largo, comprendidos en la Clase 6 de la Clasificación de Postes ITINTEC.

Los resultados obtenidos, nos indican que las especies seleccionadas para postes de línea se comportan bien al secado en horno y que admiten el tratamiento preservador a presión por célula vacía (Lowry) sobrepasando los límites de absorción y penetración de sales recomen dados para garantizar una larga duración en servicio. La absorción mínima de sales, fue de 8.10 kg./ m³ y la registró la especie *Chimicua colorada*. La penetración mínima garantizó un anillo protector de 65 mm. y se registró en Copal.

SUMMARY

This study is referred to five forest species under the aspects of drying in oven and Pressure Preservation of posts of 10 meter long, comprised in class 6 of the ITINTEC's Post Classification.

*The obtained results shows that this 5 species have good behavior to the kiln drying and admit the Lowry's pressure preservation treatment (empty cell). The absorption and penetration of salts are better than the minimal required to guarantee a long life and service. The minimum salt absorption was 8.10 kg/m³ and was found in *Chimicua colorada*. The minimum penetration result in a protector ring of 65 mm. and was registered in the specie Copal.*

INTRODUCCION

El poste de madera ha demostrado ser uno de los más adecuados para soportar el tendido de las redes distribución eléctrica. Las ventajas del material madera, se basan en la relación peso-resistencia, menor fragilidad y mayor valor residual. Además existen tipos de madera que admiten tratamientos que los preservan contra la acción de los agentes destructores, prolongando su duración por muchos años y reduciendo en consecuencia, los costos anuales. Finalmente el poste de madera posee la ventaja de que puede producirse en cantidades ilimitadas en zonas de consumo, sin necesidad de instalar fábricas, recurriendo simplemente a la forestación de especies que reúnan condiciones técnicas y morfológicas que las hagan aptas para postes.

En el Perú existen numerosas especies cuyos troncos reúnen las condiciones exigidas para la preparación de postes de línea aérea. (Ver Norma Técnica ITINTEC N° 251.022). En su mayoría son abundantes, creciendo dispersas en amplias zonas en forma natural. Entre estas se seleccionaron para el presente trabajo 5 especies de la zona de Pucallpa que fueron estudiadas mediante una ampliación del estudio de investigación de Postes de Madera para líneas aéreas de conducción de energía, por Contrato - Convenio entre la Universidad Nacional Agraria y el Ministerio de Energía

¹ Profesor Principal en el Departamento de Industrias Forestales de la Universidad Nacional Agraria "La Molina".

y Minas. Los ensayos de preservación y secado de los postes se realizaron en Pucallpa, en donde se contó con la valiosa cooperación de la Empresa Comercial Industrial Maderera S. A. (CIMSA).

MATERIALES Y METODOS

Los ensayos de investigación se realizaron en las instalaciones de la empresa particular CIMSA, ubicada en el kilómetro 4 de la Carretera Federico Basadre de Pucallpa. Se contó para ello con el siguiente material:

*Postes de Montaña**

Se seleccionaron 5 especies forestales en base a las recomendaciones técnicas del Departamento de Industrias Forestales de la UNA (1). Estas especies fueron las siguientes:

Carahuasca (*Gutteria sp.*)
Chimicua colorada (*Pseudolmedia laevis*)
Capiroña de altura (*Capiroña sp.*)
Copal (*Dacryoides kukachkana*)
Bolaina negra (*Lucea sp.*)

Los postes para los ensayos fueron de 10 metros de largo y se encontraron comprendidos en la Clase 6, de la Clasificación de Postes ITINTEC (2).

Equipo de Secado

El secado de postes se realizó en un horno Osmose, tipo compartimento, con capacidad de 350 postes por carga. Además, se usaron placas metálicas anticuardeo en los extremos de cada poste.

Equipo de Preservación

La impregnación de postes se realizó en una planta de preservación Osmose, cuyo autoclave tiene 11 metros de longitud y diámetro útil de 1.20 metros. La sustancia preservadora empleada fue la sal cupro-cromo-arsenical Boliden K-33 (4).

Procedimientos de Ensayo

Los postes se colectaron siguiendo las indicaciones generales para postes de madera dadas en la Norma ITINTEC N° 251.022 (2). Se colectaron 150 postes de 10 metros de largo y de 0.66 a 0.80 metros de circunferencia en la línea de tierra, correspondiendo por estas características a la Clase 6 de la Clasificación de Postes ITINTEC, Tabla III de la Norma 251.022 (2).

Los postes colectados, a razón de 30 por especie, procedieron del bosque natural de la zona de Pucallpa, que según el sistema de Clasificación de Formaciones Vegetales del Mundo, de Leslie R. Holdridge (5) corresponde al "Bosque Seco Tropical".

Ensayo de Secado

El secado se llevó a cabo utilizando el programa que se indica en el Cuadro 1.

* Postes de la Región Selva Oriental de la zona de Pucallpa.

CUADRO 1. Programa de Secado en Función del tiempo, para los Postes de Madera de 10 metros de largo

Tiempo de secado (hs.)	Temperatura del bulbo seco		Depresión del bulbo húmedo		Temperatura del bulbo húmedo		Humedad relativa aproximada (%)
	° F	° C	° F	° C	° F	° C	
0 - 24	110	43.3	5	2.7	105	40.6	84
24 - 48	115	46.1	8	4.4	107	41.7	76
48 - 72	120	48.9	10	5.6	110	43.3	72
72 - 96	125	51.6	13	7.2	112	44.4	65
96 - 120	130	54.4	15	8.3	115	46.1	62
120 - 144	135	57.2	20	11.1	115	46.1	53
144 - 168	140	60	25	13.9	115	46.1	46
168 - 192	145	62.8	30	16.7	115	46.1	38
192 - 216	150	65.5	35	19.4	115	46.1	34
216 - 240	155	68.3	40	22.2	115	46.1	30

Las temperaturas bajas al comienzo del proceso de secado, se utilizaron para evitar las rajaduras interiores de la madera en cada poste. En las etapas intermedias de secado, compensaron la temperatura y humedad del interior del horno para no someter a la madera a tensiones o compresiones para evitar el peligro de rajaduras. Al final del proceso se combinó la temperatura alta con la baja humedad relativa en el interior del horno para que el secado se realizara sin defectos. Sin embargo, para asegurarse de que no se presentaran defectos por grietas y rajaduras, se colocó a los postes, en sus extremos, placas metálicas de dientes sobresalientes (placas anticuarteo).

El control del programa de secado se hizo automáticamente, modificándose las condiciones de temperatura y humedad mediante tarjetas perforadas, El control de la humedad en los postes de madera, se hizo con ayuda de un detector de pines largos, (de 5 centímetros cada uno) Los postes se secaron a 28 por ciento de humedad, es decir, por debajo del punto de saturación de las fibras.

Los valores de Humedad Relativa del interior del horno secador, se calcularon en función de las temperaturas del bulbo seco, en grados centígrados, y las depresiones del bulbo húmedo, para lo cual se emplearon los valores que se dan en el Cuadro 2.

CUADRO 2. Humedad Relativa del Horno Secador para temperaturas del Bulbo Seco y depreciones del Bulbo Húmedo.

Temperatura del bulbo seco (°C)	Humedad relativa	DEPRECIONES DEL BULBO HUMEDO (°C)																											
		1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20	22	25	28						
5	H.R	86	79	72	65	58	52	45	39	33	20	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15	H.R	90	85	80	75	71	66	61	57	53	44	36	27	20	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
25	H.R	92	88	84	81	77	74	70	67	63	57	50	44	39	33	22	12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
35	H.R	94	90	87	84	81	78	75	72	69	64	59	54	49	44	36	28	20	13	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—
40	H.R	94	91	88	85	82	80	77	74	72	67	62	57	53	48	40	33	26	20	14	6	—	—	—	—	—	—	—	—
45	H.R	94	91	88	85	83	80	78	75	73	69	64	60	56	52	44	37	30	25	19	14	—	—	—	—	—	—	—	—
50	H.R	95	92	89	86	83	81	79	76	74	70	65	61	58	54	46	40	34	29	24	18	12	5	—	—	—	—	—	—
55	H.R	95	92	90	87	84	82	80	78	76	72	67	63	60	56	50	43	37	32	27	22	16	10	—	—	—	—	—	—
60	H.R	95	92	90	88	85	83	81	79	77	73	69	65	61	58	52	45	40	35	30	25	20	14	—	—	—	—	—	—
65	H.R	95	93	91	88	86	84	82	80	78	74	70	66	63	60	53	47	42	37	32	28	22	17	—	—	—	—	—	—
70	H.R	96	93	91	88	86	84	83	81	79	75	71	68	65	61	55	50	44	40	35	31	25	20	—	—	—	—	—	—
75	H.R	96	93	91	89	87	85	83	82	80	76	72	69	66	63	57	51	46	41	38	33	28	22	—	—	—	—	—	—
80	H.R	97	93	91	89	87	86	84	82	81	77	74	70	67	64	59	53	48	43	40	36	30	25	—	—	—	—	—	—
85	H.R	97	93	91	90	88	86	84	82	81	78	74	71	68	65	60	54	49	45	41	38	32	27	—	—	—	—	—	—

ENSAYOS DE PRESERVACION

La preservación de los postes se realizó por el método a presión de Lowry, siendo las condiciones del tratamiento, las siguientes (Ver figura 1).

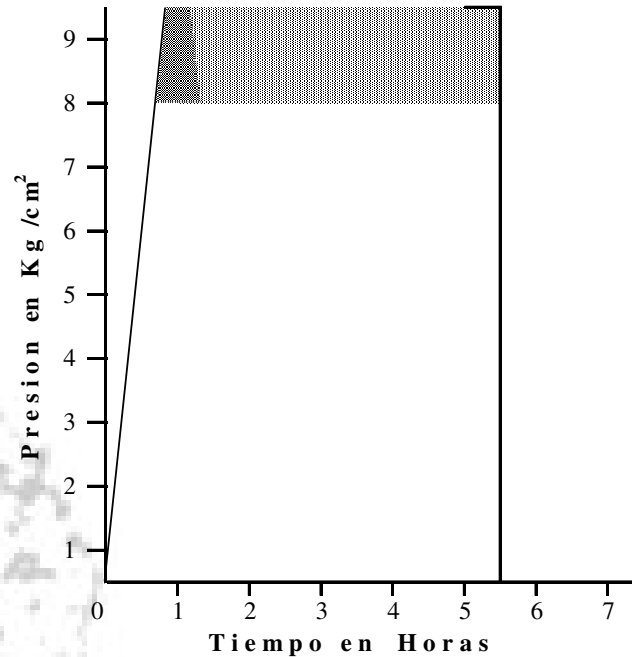


Fig. 1.- Gráfico del tratamiento a Presión por el sistema Lowry, cuyas características fueron:

- Presión de trabajo: 8-97 12 g/cm²
- Concentraciones-Jales K. 33: 2%
- Tiempo de duración: Variable
- Sales preservadoras: Boliden K-33
- Concentración: 2 por ciento
- Tratamiento: hasta el rechazo
- Presión: 8 a 9.7 kg/cm²
- Tiempo total: variable por especie.

Se trataron 15 postes de cada una de las especies: Copal, Capirona, Bolaina, Carahuasca y Chimuca.

La determinación de absorción se hizo por carga de tratamiento (15 postes.), expresando los resultados por la diferencia de lectura en el nivel indicador del tanque de tratamiento (método volumétrico).

Las determinaciones de penetración se hicieron por extracción de probetas en la parte media longitudinal de los postes aplicando luego el reactivo de coloración para el cobre "Cromo Azurolo S", de acuerdo a la Norma Técnica ITINTEC N° 251.026 (3).

RESULTADOS

Secado de Postes en Horno

El descenso de humedad en el secado de los postes se ilustra en la Fig. 2, donde sólo se han marcado los puntos que corresponden a la humedad promedio de la madera tomado desde el inicio del proceso con 48 horas de intervalo.

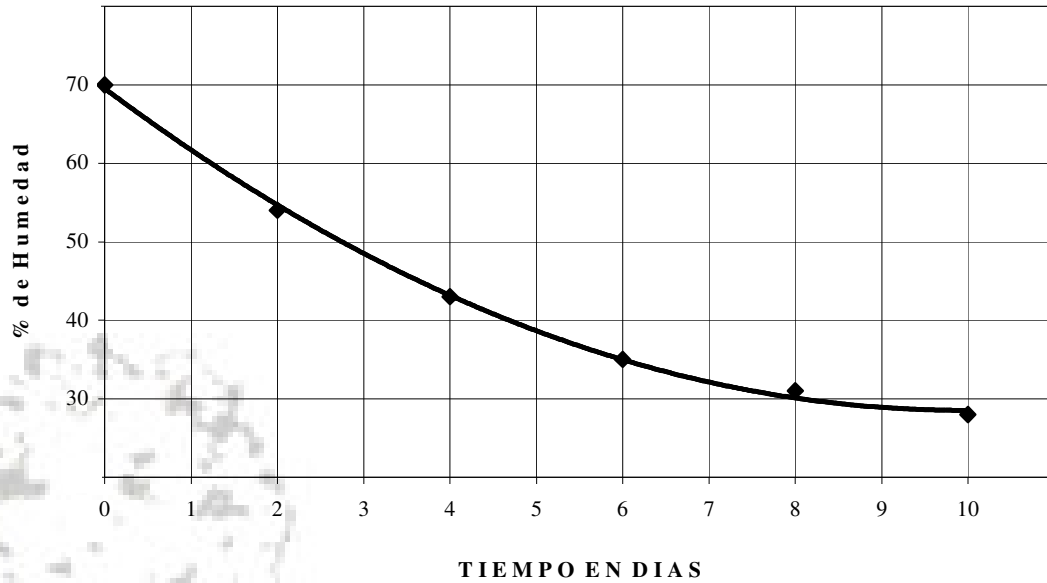
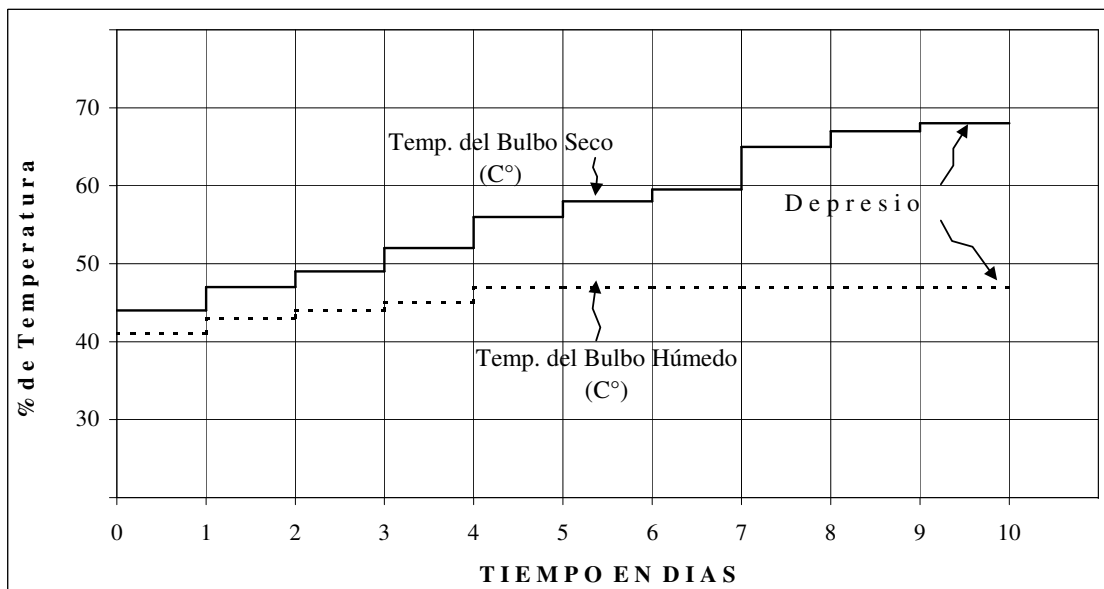


Fig. 2 . – Curva promedio del contenido de humedad de los postes de madera durante el proceso de secado en horno.

La programación, realizada en base a la diferencia psicrométrica de los bulbos secos y húmedo, la presentamos en la Fig. 3, indicando con línea continua el aumento de temperatura que tuvo el bulbo seco y con línea punteada, el aumento de temperatura del bulbo húmedo. La diferencia psicrométrica o de presión, llegó al final del proceso de secado a 22.2 °C.



Los resultados del tratamiento preservador en los postes de maderas de las 5 especies de montaña se presentan en el Cuadro 3.

CUADRO 3. Preservación de postes de madera de 10 metros de largo en 5 especies de montaña tratados con sales K - 33 por el proceso Lowry

Especies	Dosis de Tratamiento		Tiempo (hs.)	Absorción		Penetración radial. (mm.)
	lbs/pie ²	kg/cm ²		lbs/pie ³	kg/cm ³	
Capirona	120 - 145	8.0 - 9.7	3.30	0.55	8.91	95
Chimicua	120 - 145	8.0 - 9.7	6.45	0.50	8.10	70
Carahuasca	120 - 145	8.0 - 9.7	2.50	0.59	9.56	120
Bolaina	120 - 145	8.0 - 9.7	5.30	0.57	9.23	105
Copal	120 - 145	8.0 - 9.7	6.45	0.51	8.27	65

DISCUSION

El programa de secado empleado fue en función del tiempo, dado que ya se conocían las características de las especies y debido a la magnitud del Horno Secador que fue de carácter industrial.

Observando la Fig. 2, Vemos que el contenido inicial promedio de humedad de los postes fue de 70 por ciento, llegando al final del secado a 28 por ciento. Este secado fue suave para asegurar el mejor comportamiento de los postes, evitando la aparición de grietas y rajaduras en los extremos y a lo largo de ellos. Sin embargo, cabe indicar que debido al buen comportamiento de las especies el tiempo de secado podría reducirse hasta un 30 por ciento si fuera necesario.

Haciendo un análisis de la Fig. 3 en donde se muestran las condiciones de secado, de acuerdo a la programación ya indicada, se nota que al cambiar la temperatura del bulbo seco (línea continua), aumenta la diferencia psicrométrica reduciéndose la humedad relativa por el mantenimiento casi constante de la temperatura del bulbo húmedo (línea punteada) y en consecuencia, el secado se produce en forma suave.

La circulación del aire en el interior del horno fue reversible, para asegurar un secado uniforme en los postes. La diferencia de temperatura en el bulbo seco, al iniciar el programa (43.3° C) y al finalizar (68.3° C) fue baja y más aún en el bulbo húmedo (40.6 a 46.1°C) debiéndose prolongar el secado por un período de 10 días (240 hs.) para evitar que postes comerciales se fueran a deteriorar por rajaduras, pero en realidad a los 7 días del proceso se podrían lograr resultados similares causando una mayor depresión en los bulbos.

En el caso de preservación de los postes, las especies tratadas por el sistema Lowry se comportaron muy bien, lográndose absorciones altas a pesar de la baja concentración del preservador (2%). La penetración fue profunda en todos los casos, asegurando un anillo protector mínimo de 65 mm. de espesor.

Las especies que se comportaron mejor, por haber absorbido más sales y permitido mejores penetraciones fueron: Carahuasca, Bolaina y Capirona, resultando Chimicua y Copal las más bajas en absorción y penetración, pero aún así, cumplen con los requisitos mínimos recomendados para la retención y penetración de sales arsenicales (4).

CONCLUSIONES

En base al análisis de los resultados obtenidos en la investigación realizada en Pucallpa, se presentan las siguientes conclusiones:

1. El secado de los postes de madera resultó lento, empleándose una duración de 240 horas (10 días) para reducir la humedad de 70 a 28 por ciento.
2. Las especies seleccionadas para postes de línea no presentan ninguna dificultad al secado en horno, ya que secaron bien, es decir, sin la aparición de defectos como grietas y rajaduras.
3. La aplicación de placas metálicas de dientes sobresalientes (anticuardeo) dan una protección eficaz a los extremos del poste y garantizan el comportamiento de los mismos, en el proceso de secado.
4. En la preservación de los postes por el sistema a presión de Lowry, se obtuvieron absorciones altas (más de 8 kg/m^3) a pesar de la baja concentración (2%) en que se empleó la sal Boliden K-33.
5. La penetración de la solución preservadora en la madera de las 5 especies de montaña fue profunda, asegurando en todos los casos, un anillo protector de más de 65 milímetros de espesor.
6. Los postes de Carahuasca, Bolaina y Capirona, fueron los que mejor se comportaron al tratamiento preservador. Chemicua y Copal mostraron las más bajas absorciones y retenciones, encontrándose aún así, sobre los límites recomendados en absorción y penetración.

BIBLIOGRAFIA

1. Bueno Z., J 1972. Postes de Madera para Líneas Aéreas de Conducción de Energía. Convenio UNA-MEN-ITINTEC. 218 p. La Molina. Lima-Perú.
2. ITINTEC. 1973. Postes de Madera para Líneas Aéreas de Conducción de Energía. Requisitos Generales. Norma Técnica N° 251.022. Lima-Perú.
3. ---- 1973. Penetración y Retención de los Preservadores de la Madera. Norma Técnica N° 251.026. Lima-Perú.
4. González, V. R. 1974. Preservación de la Madera. Contrato-Convenio UNA-MEM. 100 p. La Molina Lima-Perú.
5. Tosi, J. A. 1960. Zonas de Vida Natural en el Perú. Memoria Explicativa sobre el Mapa Ecológico del Perú . pp. 235-238. IICA de la OEA. Zona Andina –Lima-Perú.