

FACULTAD DE  
CIENCIAS AGRICOLAS  
30.10.73  
I

## NOTAS CIENTIFICAS

INFORME SOBRE ENSAYO DE FLEXION ESTATICA EN  
POSTES DE CIPRES (*Cupressus lusitanica* Miller).  
PARA INSTALACIONES ELECTRICAS Y TELEFONICAS.

Por:

Hannes Hoheisel\*

Luis Carlos Mejía M.\*\*

### 1. INTRODUCCION

Los postes de madera utilizados para tendido de líneas eléctricas y telefónicas están sometidos a dos tipos de esfuerzos:

- a) Esfuerzo de compresión axial, debido al peso del poste y de los hilos.
- b) Esfuerzo de flexión debido a la acción del viento o a una tensión accidental de los hilos.

Para efectos de cálculo, la compresión axial no se toma en cuenta por ser muy pequeña; pero la flexión tiene importancia y es el ensayo básico para el diseño de postes.

El ensayo de postes a la flexión se realiza en postes de tamaño natural (9-10 m.).

Se considera el presente informe como preliminar, debido a que no existe en este momento una clasificación de los postes en cuanto a la resistencia a la flexión.

El Laboratorio de Productos Forestales de la Universidad Nacional, Sede de Medellín, tiene en su plan de trabajo un estudio de clasificación de postes con base en la resistencia a la flexión y de acuerdo con el rango de diámetros que puedan utilizarse, para correlacionar datos de resistencia de postes de diferentes tamaños.

### 2. PROCEDIMIENTO

Para obtener el ensayo se coloca el poste horizontalmente dentro de un bloque de hormigón (ver Fig. 1), se calza en arena y se fija por medio de cuñas. Luego se aplica la carga a 30 cm. del extremo libre y se miden las deflexiones correspondientes a cada carga.

\* Experto FAO, Laboratorio de Productos Forestales, Departamento de Recursos Forestales. Universidad Nacional, Medellín;

\*\* Experto. Laboratorio de Productos Forestales, Departamento de Recursos Forestales. Universidad Nacional, Medellín.

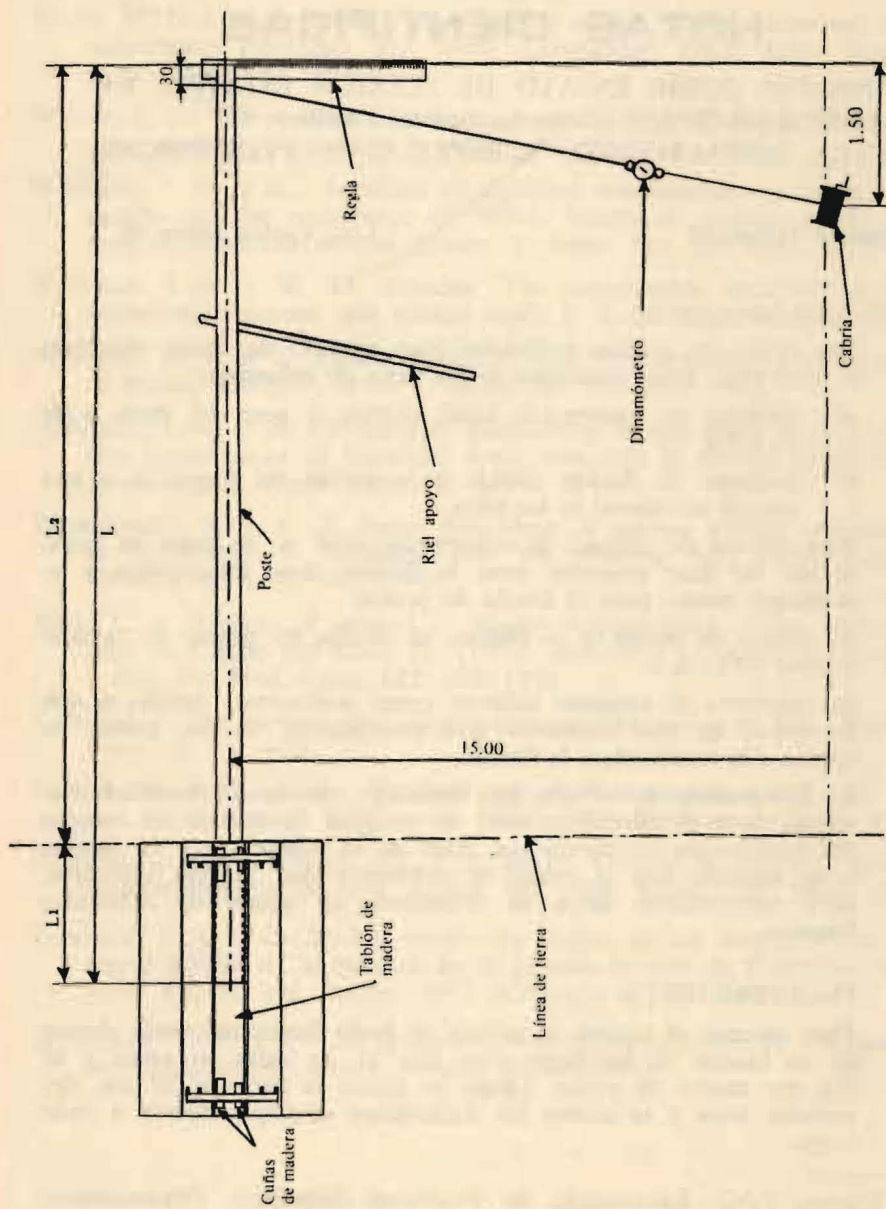


Fig. 1. Instalación y colocación de los postes para los ensayos de resistencia a la flexión

La carga se aplica por medio de un "winche" y se lee en un dinamómetro.

### 3. METODO DE ENSAYO

Antes de realizar el ensayo es necesario conocer la longitud del poste que debe empotrar en el bloque de hormigón. Se calcula con la siguiente fórmula:

$$L_1 = 1,00 + \frac{L}{20} \quad (1)$$

$L_1$  = longitud del poste a empotrar (Fig. 1)

$L$  = longitud total del poste en m.

después de conocer  $L_1$  se fija el poste en el bloque de hormigón, se aplica la carga con el "winche" y se mide con un dinamómetro. El "winche" debe colocarse a 15 m. y en la línea paralela al eje del poste; su distancia a la línea de tierra debe ser igual a la longitud libre del poste menos 1,5 m.

En el extremo libre del poste y en forma paralela a la línea de tierra se coloca una regla graduada para medir las deflexiones. La carga debe aplicarse continuamente hasta la ruptura y deben hacerse como mínimo 10 lecturas durante el ensayo de cada poste y anotando las cargas con sus respectivas deflexiones.

Después de la ruptura se determina la ubicación del plano de falla en compresión y el diámetro donde ocurrió.

La fórmula para determinar la fatiga máxima de un poste es:

$$\text{MOR} = \frac{\pi^2 \times 32 \times 10^{-4} \times Pr \times L_3}{C r^3} \quad (2)$$

donde: MOR = Fatiga máxima en la sección de ruptura

$Pr$  = Carga de ruptura en Kg.

$L_3$  = Distancia del punto de carga a la sección de ruptura

$D$  = Diámetro de la sección de ruptura

$Cr$  = Circunferencia

Inmediatamente después de la ruptura de cada poste, se debe tomar una muestra de 1 m. de longitud para determinar: densidad, contenido de humedad y flexión estática en la madera.

Los datos de los postes ensayados pueden observarse en las tablas adjuntas.

### 4. RESULTADOS

En cada uno de los seis postes ensayados se calcula la fatiga máxima a la ruptura, de acuerdo con la fórmula N° 2.

Los datos se resumen en la tabla N° 1.

Los postes se ensayaron en condición verde ( $CH > 30\%$ ), se ajustaron a un  $CH = 20\%$ , contenido de humedad que se toma como el que presentan los postes en servicio.

Para el ajuste se aumentó en un  $10\%$  de la resistencia a la ruptura en condición verde (7).

TABLA N° 1  
DATOS DE LOS POSTES ENSAYADOS

Circunferencias (cm)	Poste N°					
	1	2	3	4	5	6
Apoyo	75	64	66	75	66	78.5
Extremo	57	—	—	—	—	—
Línea de falla	75	64	66	75	66	78.5

Longitudes (m)	Poste N°					
	1	2	3	4	5	6
Apoyo ( $L_1$ )	1.50	1.60	1.50	1.60	1.50	1.60
Total (L)	9	10	9	10	9	10
Pto. Carga a Ruptura ( $L_3$ )	7.20	8.10	7.20	8.10	7.20	8.10

Carga (Kg).	Deflexión (cm.)					
	1	2	3	4	5	6
0	0	0	0	0	0	0
50		32	20	20	30	28
100		81	33	34	50	
150	25		44	49	69	55
200		105	60	66	85	73
250	38		71	82	107	96
300		148	79	98	125	110
350	60			116	163	130
400	60		92	132	180	148
450	73		116	156		170
500				173		194
550	85		129			224
650	106		143			
750	124					
850	155					
950	180					
1.000	203					

TABLA N° 1 (cont.)  
RESULTADOS DE FATIGA MAXIMA A LA RUPTURA

MOR *) (CH > 30%)	Kg/cm <sup>2</sup>	MOR	Kg/cm <sup>2</sup>
		(Ajustados al 20%) **	
Poste N°		Poste N°	
1 —	538	1 —	592
2 —	316	2 —	347
3 —	514	3 —	565
4 —	302	4 —	332
5 —	316	5 —	347
6 —	290	6 —	319
Prom =		Prom =	
	379		417

\* MOR = Módulo de Ruptura.

\*\* MOR (CH > 30%) + 0,1 x MOR (CH > 30%)

## 5. DISCUSION DE LOS RESULTADOS

No teniendo al momento una base para evaluar los resultados de los ensayos de postes, se comparan los resultados obtenidos en Australia por the Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization of Australia (4) en postes de *Pinus radiata* de 15 años de edad.

El resultado promedio del módulo de ruptura para *Pinus radiata* en Australia es de 394 Kg/cm<sup>2</sup> en condición verde (CH > 30%), dato que es un poco inferior al promedio obtenido en condición verde en ciprés, 379 Kg/cm<sup>2</sup>.

En la figura 2 puede observarse la curva carga deflexión de algunos de los postes ensayados.

Cuando en construcción de madera se aplican cargas permanentes mayores del 90% de la carga máxima se deben tener en cuenta los factores de seguridad indicados por la tabla N° 2 o la figura N° 3, según normas de la American Institute of Timber Construction (1).

En el caso de postes de líneas eléctricas o telefónicas, solamente los esfuerzos de compresión axial son permanentes, pero estos esfuerzos no alcanzan un 90% de la resistencia máxima, por lo que no se tiene en cuenta Factor de Seguridad.

Una de las principales ventajas de los postes de madera en líneas eléctricas es su alta resistencia al impacto (ver figura 3), que puede alcanzar hasta 200% de la carga máxima para duraciones de un minuto.

En los postes Nos. 1 y 6 se toman muestras para determinar la flexión en la madera y los resultados, un poco mayores, son comparables con los obtenidos en los postes; la razón de variación de estos resultados estriba en el hecho de que la flexión en la madera se tomó en muestras sin defectos.

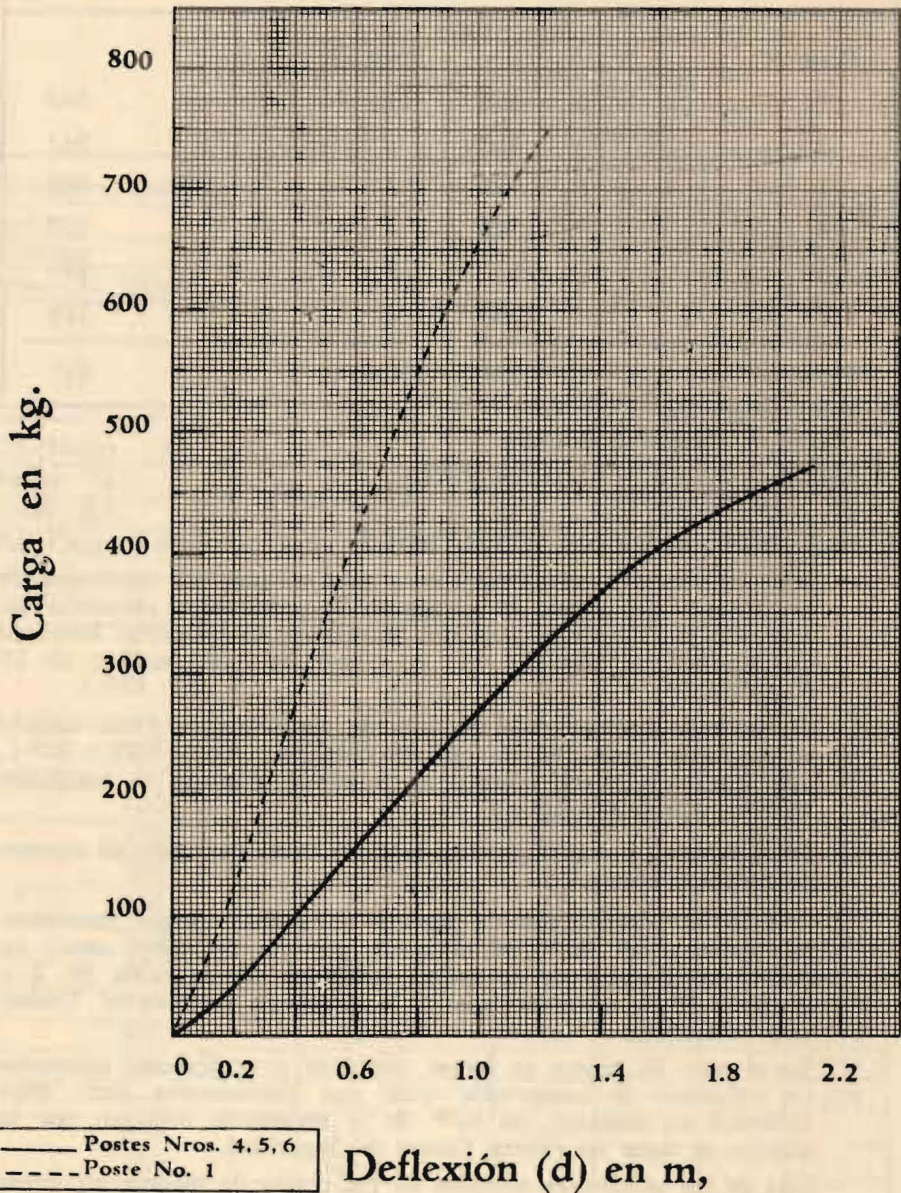


Fig. 2 Gráfica que representa la carga - deflexión de algunos de los postes ensayados.

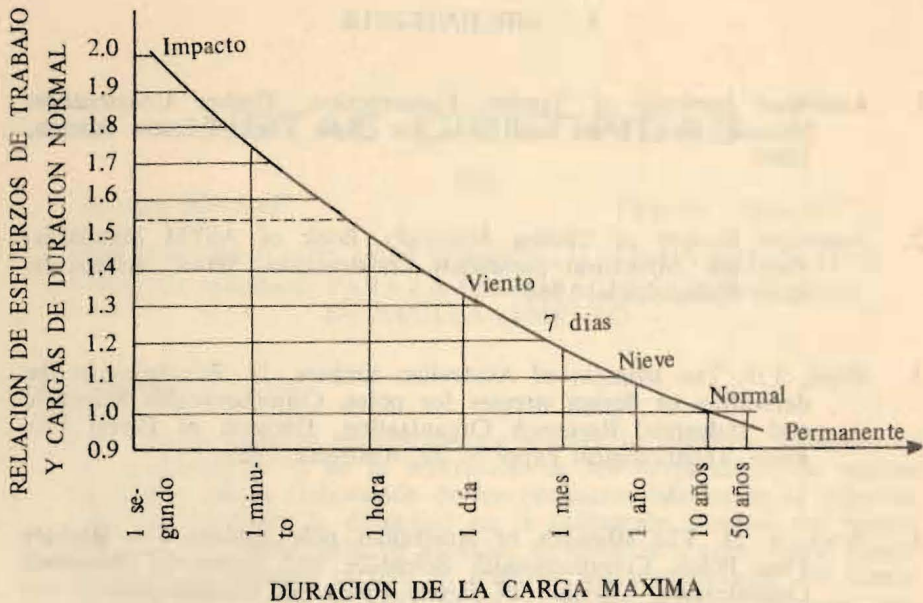


Fig. 3 Influencia de la duración de la carga en la madera sometida a esfuerzos. (Tomado de American Institute of Timber Construction. Timber Construction Manual, 1966).

TABLA N° 2

Factores de seguridad de la carga para madera sometida a esfuerzos (Tomado de American Institute of Timber Construction. Timber Construction Manual, 1966).

DURACION DE LA CARGA	FACTOR
Permanente	0.90
Normal	1.00
2 Meses	1.15
7 Días	1.25
Viento	1.33
Impacto	2.00

## 6. BIBLIOGRAFIA

1. American Institute of Timber Construction. Timber Construction Manual. John Wiley and Sons, Inc. New York. Primera edición. 1966.
2. American Society of Testing Materials. Book of ASTM Standards. Part 16: Structural Sandwich Construction. Wood. Adhesives. Astm Philadelphia. 1969.
3. Boyd, S.D. The strenght of Australian timbers, II. Principles in the derivation of design stresses for poles. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, Division of Forest Products. Technological Paper N° 22, Australia. 1962.
4. Boyd, S. D. The sthrength of Australian pole timbers IV. Radiata Pine Poles. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, División of Forest Products. Technological Paper N° 32, Australia. 1964.
5. Boyd, B. J. The strength of Australian pole timbers I. Messmate stringy bark poles. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, División of Forest Products Technological Paper N° 15, Australia. 1961.
6. Laboratorio Nacional de Productos Forestales. Mérida - Venezuela. Proyecto de Norma para Ensayo de Postes. (mimeografiado), 12 pp. sin fecha.
7. U.S. Department of Agriculture. Wood Handbook N° 72, p. 84-85. Forest Products Laboratory. 1955.