

## 1. OBJETO

Esta especificación técnica tiene por objeto establecer las características y requisitos técnicos que deben cumplir y los ensayos a los cuales deben ser sometidos los postes de madera que se emplean para sostener líneas aéreas destinadas a la conducción de energía eléctrica y a los cuales se dará tratamiento preservativo como lo especifica este documento.

## 2. ALCANCE

Esta especificación técnica se aplicará en todos los postes de madera que se emplean para sostener líneas aéreas destinadas a la conducción de energía eléctrica que adquiera CODENSA S.A. ESP.

Los postes de madera de esta especificación deben ser de maderas cultivadas para tal fin (por ningún motivo se admiten maderas extraídas de bosques naturales).

## 3. CONDICIONES DE SERVICIO

Los postes de madera que se emplean para sostener líneas aéreas destinadas a la conducción de energía eléctrica son elementos mecánicos de madera que trabajan a tracción, flexión y compresión, cuya única función es suspender el cable en las líneas aéreas. Estos elementos serán empleados a la intemperie, siendo ésta generalmente en climas que van desde el cálido al frío y desde el húmedo hasta el seco.

Los postes son usados para la fijación de los diferentes elementos utilizados en los sistemas de distribución rural y lugares de difícil acceso en la parte urbana.

Los suelos donde son instalados podrán ser terrenos de relleno, arenosos, rocosos, arcillosos semiduros, con una capa de profundidad variable de humus, abarcando químicamente suelos desde ácidos a alcalinos y desde oxidantes a reductores con gran variedad en la cantidad y tipo de sales solubles.

Los postes estarán sometidos a todo tipo de contaminación ambiental desde polución de gran ciudad, hasta rural con alta contaminación fitosanitaria.

El ambiente donde serán instalados los postes de madera podrá tener las siguientes características:

CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES	
a. Altura sobre el nivel del mar	Desde 2900 a los 600 m.s.n.m.
b. Ambiente	Tropical
c. Humedad relativa	Desde 90% al 20%
d. Temperatura máxima y mínima	+45 °C y -5 °C respectivamente
e. Temperatura promedio	14 °C
f. Polución	Alta con productos de la combustión y altamente contaminada por otros agentes.

ELABORÓ DISEÑO DE LA RED	EMISIÓN 14-05-2002	REVISIÓN: 2 08-04-2013
-----------------------------	-----------------------	---------------------------

#### 4. DEFINICIONES

Se establecen las siguientes definiciones para efectos de esta especificación técnica:

- **Acebolladura.** Separación del leño, generalmente entre dos anillos consecutivos.
- **Anillo de Crecimiento.** Sección transversal de la capa de leño formada durante un periodo vegetativo. Se caracteriza por el contraste más o menos marcado entre el leño tardío de un período y el leño temprano del siguiente. Está constituida por una capa que contiene madera temprana y tardía. Los anillos de crecimiento no son fáciles de distinguir en algunas especies de madera.
- **Apanalamiento.** Grietas muchas veces no visibles en la superficie, que ocurren en el interior de una pieza, generalmente siguiendo los radios medulares.
- **Área de Empotramiento.** Es la porción del poste entre 300 mm por encima y 600 mm por debajo de la sección de empotramiento.
- **Ataque de Insectos.** Daño causado por el taladrado del poste por insectos o larvas. Los rastros de insectos o el acanalamiento de la superficie del poste no se consideran como ataque de insectos.
- **Cara del Poste.** El lado cóncavo de mayor curvatura en los postes con curvatura en un plano y una dirección, o el lado con mayor curvatura entre la sección de empotramiento y la cima en los postes con curvatura.
- **Carga Nominal.** La carga nominal que podrá ser aplicada al poste en sentido transversal a 300 mm de la cima sin que se presenten deformaciones permanentes.
- **Carga Última.** La carga máxima experimental que se aplica a un poste antes que se produzca el colapso.
- **Colapso.** Es la condición que se presenta cuando el poste sometido al ensayo de carga última muestra bajo la acción de la carga aplicada, grietas y rajaduras, que lo inutilizan.
- **Corazón Hueco.** Un vacío en el duramen causado por pudrición o ataque de insectos.
- **Curvatura.** Desviación del eje de un poste.
- **Curvatura Corta.** Una desviación localizada en el eje del poste, que en una longitud de 1 500 mm o menos, tiene una flecha mayor que la mitad del diámetro promedio de la sección curva.
- **Curvatura Doble o Contracurva.** Desviación del eje de un poste de dos planos en dos direcciones del mismo plano.
- **Deformación Permanente.** Flecha permanente registrada después que ha cesado de actuar una carga sobre el poste.

- **Fractura Transversal.** Una separación de las células de la madera a través del grano. Tales roturas pueden ser debidas a movimientos internos que resultan de encogimiento longitudinal disperejos ó de esfuerzos externos.
- **Franja Muerta.** Un área sin corteza que resulta de la destrucción progresiva de las células de crecimiento de la madera y la corteza en los bordes de la franja. En un poste, franja muerta se caracteriza por una apariencia descolorida, degradada por la intemperie y por la falta de evidencia de crecimiento encubridor en los bordes de la superficie afectada.
- **Grieta.** Separación de los elementos en la dirección de los radios leñosos y cuyo desarrollo no alcanza a afectar los dos puntos opuestos de la superficie del poste.
- **Grano Espiralado.** Grano en el cual las fibras están dispuestas formando hélices con su eje en dirección del eje del árbol, en vez de seguir la dirección del árbol.
- **Herida Cicatrizada.** Escoriación infligida durante el crecimiento del árbol, la cual ha curado y cerrado sin restablecer la sección normal del poste.
- **Línea de Tierra.** Sección del poste que se halla en el plano de la superficie del terreno cuando el poste se encuentra colocado en sus condiciones de trabajo.
- **Longitud de la Sección de Empotramiento.** La longitud de empotramiento para los postes de 10 metros es de 1,6 metros, para los postes de 12 metros es de 1,8 metros y para los postes de 14 metros es de 2,0 metros.
- **Madera de Reacción.** Madera normal con propiedades diferentes a la del resto del leño, formada típicamente en algunas partes del mismo, debido a esfuerzos mecánicos de tracción y compresión en el árbol en pie. En las maderas coníferas se considera defecto causado por compresión (madera roja) y en las latifoliadas defecto causado por tracción (madera blanca). Tanto la madera de compresión como la madera de tracción se encogen excesivamente longitudinalmente comparadas con la madera normal y los esfuerzos altos de tracción que se imponen durante el secado pueden causar la rotura de las fibras de la madera.
- **Mancha.** Decoloración de la albura producida por hongos que no altera la estructura leñosa y no se acompaña de ablandamiento o desintegración de la madera.
- **Médula Hueca.** Un hueco pequeño en el centro del fuste ó un nudo, causado por la desintegración de la médula.
- **Nudo, Diámetro.** El diámetro de un nudo en la superficie del poste medido en una dirección en ángulo recto con el eje longitudinal del poste. Se incluye la porción de albura con el duramen en esta medición.
- **Nudos en Racimo.** Dos ó más nudos agrupados como unidad, envueltos por las fibras de la madera; diferente a nudos en grupo donde cada uno es una unidad. Se considera a la unidad de nudos en racimo como un solo nudo.
- **Nudo Podrido.** Un nudo que contiene pudrición. Se reconocen dos tipos de nudos podridos.

1. **Tipo I.** Nudos que contienen fibras blandas o sueltas (pudrición) que se pueden extender por todo el nudo al interior del poste y que son asociados con pudrición de corazón.
2. **Tipo II.** Nudos que contiene fibras blandas o sueltas (pudrición) que no son asociados con pudrición de corazón.

- **Pudrición.** Descomposición de la sustancia leñosa por acción de hongos xilófagos.
- **Pudrición Avanzada.** Etapa de descomposición en la cual la madera presenta cambios evidentes en su apariencia, peso específico, composición, dureza y otras características mecánicas. Se reconoce la descomposición por que la madera se ha vuelto blanda y esponjosa, muchas veces con descolorización marcada.
- **Pudrición Incipiente.** Etapa inicial de descomposición que no ha progresado lo suficiente para ablandar o disminuir la dureza de la madera. Esta acompañada usualmente por una ligera descolorización de la madera.
- **Rajadura.** Separación de la madera en dirección longitudinal que se extiende completamente a través de la pieza de una superficie a la otra.
- **Secado al Aire.** Secado mediante el uso de aire sin calefacción a la intemperie ó bajo cubierta.
- **Secado Artificial.** Secado utilizando aire caliente a no mayor a 65°C en un horno secador.
- **Sección de Empotramiento o Línea de Tierra.** Sección del poste que se halla en el plano de la superficie del terreno cuando el poste se encuentra colocado en sus condiciones de trabajo.

## 5. SISTEMA DE UNIDADES

Todos los documentos tanto de la propuesta como del contrato de suministro, deben expresar las cantidades numéricas en unidades del Sistema Internacional (SI). Si el OFERENTE utiliza en sus libros de instrucción, folletos o dibujos, unidades en sistemas diferentes, debe hacer las conversiones respectivas.

## 6. NORMAS DE FABRICACIÓN Y PRUEBAS

Los postes deben ser maquinados e inmunizados de acuerdo con lo establecido en esta especificación y en las normas:

NORMA	DESCRIPCIÓN
ICONTEC 172	MADERA ROLLIZA Y ASERRADA-GLOSARIO
ICONTEC 776	MADERAS. POSTES DE MADERA PARA LÍNEAS AEREAS DE ENERGÍA. DEFINICIONES. CLASIFICACIÓN Y MÉTODOS DE ENSAYO
ICONTEC 794	POSTES DE MADERA. EVALUACIÓN DE ENSAYOS DE PRESERVATIVOS
ICONTEC 824	MADERAS. GLOSARIO DE DEFECTOS

ELABORÓ DISEÑO DE LA RED	EMISIÓN 14-05-2002	REVISIÓN: 2 08-04-2013
-----------------------------	-----------------------	---------------------------

NORMA	DESCRIPCIÓN
ICONTEC 1056	POSTES DE EUCALIPTO PARA LÍNEAS AEREAS DE ENERGÍA Y TELECOMUNICACIONES
ICONTEC 1093	MADERAS. DETERMINACIÓN DE PENETRACIÓN DE PRESERVATIVOS
ICONTEC 1128	MADERAS. EVALUACIÓN DE PRESERVATIVOS POR MÉTODOS DE LABORATORIO
ICONTEC 1149	MADERAS. PRESERVACIÓN. TERMINOLOGÍA GENERAL
ICONTEC 1157	MADERAS. DETERMINACIÓN DE RETENCIÓN DE PRESERVATIVOS
ICONTEC 1164	MADERAS. PRESERVATIVOS PARA MADERA DEL TIPO CCA
ICONTEC 1822	MADERA. MADERA PRESERVADA. TOMA DE MUESTRAS
ICONTEC 2083	MADERA. MADERA PRESERVADA. CLASIFICACIÓN Y REQUISITOS
ICONTEC 2222	MADERAS. POSTES DE PINO PARA LÍNEAS AEREAS DE ENERGÍA Y TELECOMUNICACIONES
SC-M-016	MANUAL DE CONTROL DE CALIDAD PARA PLANTAS DE INMUNIZACIÓN DE MADERA
SC-M-017	MANUAL DE ACEPTACIÓN E INSPECCIÓN DE INSUMOS DE MADERA
AWPA A9-86	MÉTODO STANDARD PARA EL ANÁLISIS DE MADERA INMUNIZADA Y SOLUCIONES DE INMUNIZANTES POR ESPECTROSCOPIA DE EMISIÓN DE RAYOS-X
ANSI 05.1	NORMA DE LOS ESTADOS UNIDOS PARA POSTES DE MADERA, ESPECIFICACIONES Y MEDICIONES
ANSI DT-5C	ESPECIFICACIÓN DE LA ADMINISTRACIÓN DE ELECTRIFICACIÓN RURAL PARA POSTES, PIES DE AMIGO Y ANCLAJES DE MADERA
REA DT-19	ESPECIFICACIÓN DE LA ADMINISTRACIÓN DE ELECTRIFICACIÓN RURAL PARA CONTROL DE CALIDAD E INSPECCIÓN DE PRODUCTOS DE MADERA
SC-E-022	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE POSTES DE MADERA
AWPA	LIBRO DE NORMAS DE LA ASOCIACIÓN NORTEAMERICANA DE PRESERVADORES DE MADERA

Todas las normas serán última revisión. Pueden utilizarse otras normas siempre y cuando se ajusten a lo establecido en la presente norma.

## 7. REQUERIMIENTOS TÉCNICOS PARTICULARES

Los postes de madera son elementos de características geométricas, mecánicas y fitosanitarias tales que les permiten adaptarse a las limitaciones impuestas por otros elementos y por el medio ambiente.

Los postes de la presente especificación técnica deben ser de madera de eucalipto (tereticornis, globulus, eucaliptus sp), pino (oocarpa, tecunumanii, caribeño, ocote, pátula) ó moncoro, inmunizados con óxidos hidrosolubles y deben cumplir con la especificación descrita en este capítulo.

A continuación, se muestra algunos postes de madera utilizados:

CODIGO SAP	MATERIAL
6762455	Poste Madera Inmunizada 12m tipo Pesado
6762456	Poste Madera Inmunizada 12m tipo Liviano
6762460	Poste Madera Inmunizada 10m tipo Pesado
6762459	Poste Madera Inmunizada 10m tipo Liviano
6763233	Poste Madera inmunizada 12 m tipo extra pesado

ELABORÓ DISEÑO DE LA RED	EMISIÓN 14-05-2002	REVISIÓN: 2 08-04-2013
-----------------------------	-----------------------	---------------------------

### 7.1. VELOCIDAD DE CRECIMIENTO.

Los árboles utilizados para poste presentaran todas las características de madera madura. Para pinos el número de anillos, medido sobre la base, en los 50 mm exteriores de los postes con circunferencias de 950 mm o menos a 2 000 mm de la base, ó en los 75 mm exteriores para los postes con circunferencias mayores a 950 mm a 2 000 mm de la base, no será menor a 2,5 anillos por centímetro.

*Excepción: Postes con 1,5 a 2,0 anillos por centímetro son permitidos si hay 50% o más de leño tardío.*

Como alternativa se puede hacer la medición de anillos y leño tardío en un tarugo de barreno de incremento tomado a 2 000 mm de la base, inmediatamente encima del punto en la base donde se observa la velocidad de crecimiento promedio.

*Nota: Un anillo de crecimiento consiste de dos capas concéntricas: una de leño temprano y otra de leño tardío.*

Para especies latifoliadas (eucalipto), no se especifica la velocidad de crecimiento. Se utilizarán árboles con una edad mínima de 12 años para postes.

### 7.2. QUÍMICOS

#### 7.2.1. Tratamiento

Todos los postes antes del proceso de inmunización deben someterse a un proceso de secado artificial. Este secado debe hacerse técnicamente evitando la creación de zonas de decadencia (secamiento no uniforme) por ciclos incorrectos, hasta que se llegue a un porcentaje de humedad uniforme máximo del 20% en la profundidad máxima de la albura cuando se realice la medición respectiva.

La inmunización de los postes debe efectuarse mediante la utilización de preservativos en forma de óxidos hidrosolubles CCA tipo C (Cromo- Cobre - Arsénico), formulación de óxidos, en pasta o concentrado líquido. No se permite la utilización de CCA tipo C con formulación de sales individuales y volátiles o en cualquier otra forma diferente a pasta o concentrado líquido.

La composición nominal de los ingredientes activos y los límites de su variación, sea en pasta, concentrado líquido, son las siguientes:

**TABLA 1**

DESCRIPCIÓN	MÍNIMO %	NOMINAL %	MÁXIMO %
Trióxido de Cromo, CrO <sub>3</sub>	44,5	47,5	50,5
Óxido Cúprico, CuO	17,0	18,5	21,0
Pentóxido de Arsénico, As <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	30,0	34,0	38,0

Los compuestos químicos para formular la pasta o concentrado líquido será cada uno en exceso de 95% puros en base anhídrica y el preservativo comercial será rotulado para indicar el contenido total de los ingredientes activos.

Las pruebas para establecer conformidad serán mediante análisis utilizando un analizador por fluorescencia de rayos-X y la norma AWPA A9 (última revisión).

<b>ELABORÓ</b> DISEÑO DE LA RED	<b>EMISIÓN</b> 14-05-2002	<b>REVISIÓN: 2</b> 08-04-2013
------------------------------------	------------------------------	----------------------------------

*Nota: Los preservativos CCA se formulan con óxidos que forman compuestos químicos en la madera que no se ionizan. Las formulaciones de CCA con sales son más corrosivas a los metales que las formulaciones con óxidos y pueden causar depósitos superficiales.*

El preservativo debe ser producido por un fabricante de reconocido prestigio.

El tratamiento a utilizarse será el del tipo célula llena; el material será sometido a un vacío de no menos de 560 mm Hg a nivel del mar (a cualquier otro nivel del mar se obtendrá la misma diferencia de vacío) durante no menos de 30 minutos antes de llenar el autoclave con preservativo, y debe estar de acuerdo a lo especificado en las normas AWPA C1 y C4 última revisión.

Para los resultados de la inmunización, la penetración y retención del preservativo serán comprobados con tarugos tomados de cualquier parte de la periferia del poste a 1,5 metros por encima de la línea de empotramiento.

Todos los agujeros serán taponados inmediatamente con tarugos inmunizados que entren bien apretados.

### 7.2.2. pH de Soluciones de Trabajo.

El pH de las soluciones de trabajo de CCA tipo C estará entre los límites 1,6 a 3,0 y de preferencia será determinado a una concentración de óxidos en la solución de 15-22 g/l y a una temperatura de 20°-30° C. Si una solución de trabajo tiene el pH fuera de los límites especificados, y se puede demostrar que con el ajuste de la concentración esté dentro de los límites, se considerará que la solución está conforme a los requisitos de esta especificación técnica.

## 7.3. MECÁNICOS

Los postes de madera que se emplean para sostener líneas aéreas destinadas a la conducción de energía eléctrica serán cultivados de una de las especies de la tabla 2, con la forma y dimensiones que se muestran en la figura 1, y la Tabla 2.

**TABLA 2**

LONG (m)	TIPO	POSTE DE EUCALIPTO	POSTE DE PINO	POSTE DE MONCORO	EUCALIPTO, PINO Y MONCORO
		Circunferencia Mínima a 2 m de la Base (mm)	Circunferencia Mínima a 2 m de la Base (mm)	Circunferencia Mínima a 2 m de la Base (mm)	Circunferencia Mínima en la Cima (mm)
10	Liviano	565	705	565	420
10	Pesado	645	805	645	460
10	Extrapesado	720	900	720	535
12	Liviano	610	760	610	420
12	Pesado	695	865	695	460
12	Extrapesado	775	970	775	535
14	Liviano	650	920	650	420
14	Pesado	735	1 005	735	460
14	Extrapesado	825	1 120	825	535

ELABORÓ DISEÑO DE LA RED	EMISIÓN 14-05-2002	REVISIÓN: 2 08-04-2013
-----------------------------	-----------------------	---------------------------

**Tolerancia en la Longitud** - Se acepta una tolerancia en la longitud de los postes de menos (–) 50 mm ó más (+) 150 mm .

**Tolerancia en la Longitud circunferencia** - Se acepta una tolerancia en la circunferencia de los postes de menos (–) 10 mm ó más (+) 80 mm .

#### 7.4. DETERMINACIÓN DEL TIPO DE POSTE

La determinación del tipo de poste se dará por la comprobación de las siguientes dimensiones:

1. La dimensión de la circunferencia a 2 000 mm de la base. Esta dimensión determinará el tipo de poste siempre y cuando su cima (medida en el punto del largo mínimo) sea de tamaño suficiente.
2. La dimensión de la circunferencia en la cima del poste, siempre y cuando la circunferencia a 2 000 mm de la base no exceda el mínimo especificado por más de 80 mm.

### 8. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO

Para este caso se considerará que existe un lote cuando:

- Los materiales de producción pertenecen a un mismo lote de materia prima.
- La solución de inmunización es la misma.

#### 8.1. MUESTREO

A menos que se especifique otra condición, el muestreo se llevará a cabo tomando muestras para cada prueba de acuerdo a lo indicado en las Tablas 3 y 4, según la norma NTC –ISO 2859-1.

#### 8.2. ACEPTACIÓN O RECHAZO

Si el número de elementos defectuosos es menor o igual al correspondiente número de defectuosos (dado en la norma NTC-ISO 2859-1 en la tercera columna de las Tablas 3 y 4), se deberá considerar que el lote cumple con los requisitos relacionados esta Especificación; en caso contrario el lote se rechazará.

**TABLA 3. PLAN DE MUESTREO PARA INSPECCION VISUAL Y DIMENSIONAL  
(NIVEL DE INSPECCION II, NAC = 2,5%) (NORMA NTC-ISO 2859-1 TABLA 1 - TABLA 2A)**

TAMAÑO DEL LOTE	TAMAÑO DE LA MUESTRA	NUMERO PERMITIDO DE DEFECTUOSOS	NUMERO DEFECTUOSOS PARA RECHAZO
2 a 8	A = 2	0	1
9 a 15	B = 3	0	1
16 a 25	C = 5	0	1
26 a 50	D = 8	1	2
51 a 90	E = 13	1	2
91 a 150	F = 20	1	2
151 a 280	G = 32	2	3
281 a 500	H = 50	3	4
501 a 1200	J = 80	5	6
1201 a 3200	K = 125	7	8
3201 a 10000	L = 200	10	11

ELABORÓ DISEÑO DE LA RED	EMISIÓN 14-05-2002	REVISIÓN: 2 08-04-2013
-----------------------------	-----------------------	---------------------------

**TABLA 4. PLAN DE MUESTREO PARA LOS ENSAYOS MECANICOS (NIVEL DE INSPECCION ESPECIAL S-3, NAC = 2,5%) (NORMA NTC-ISO 2859-1 TABLA 1 - TABLA 2A)**

TAMAÑO DEL LOTE	TAMAÑO DE LA MUESTRA	NUMERO PERMITIDO DE DEFECTUOSOS	NUMERO DEFECTUOSOS PARA RECHAZO
2 a 8	A = 2	0	1
9 a 15	A = 2	0	1
16 a 25	B = 3	0	1
26 a 50	B = 3	0	1
51 a 90	C = 5	1	2
91 a 150	C = 5	1	2
151 a 280	D = 8	1	2
281 a 500	D = 8	1	2
501 a 1200	E = 13	1	2
1201 a 3200	E = 13	1	2
3201 a 10000	F = 20	1	2

## 9. PRUEBAS

### 9.1. PRUEBA DIMENSIONAL

La verificación de las dimensiones se hará con los instrumentos de medida que den la aproximación requerida (cinta metálica con divisiones de 1 mm) para longitudes y circunferencias. El tamaño de la muestra deberá estar de acuerdo con la Tabla 3.

Los postes de madera deben ser sometidos a las siguientes pruebas:

#### 9.1.1. Inspección visual

Se verificará:

#### Marcación

Los postes deben llevar, colocado a partir de 4000 mm de la base del poste, la siguiente inscripción colocada al fuego:

- La marcación de la leyenda "**CODENSA S.A. - ESP**".
- Logotipo o razón social del inmunizador.
- Año de Inmunización.
- N° de lote de inmunización.
- Longitud, tipo de poste y ET - 202.
- Tipo de madera y proceso de inmunización.
- Orden de Compra de CODENSA S.A.
- Código SAP (Este código puede ir pintado después del proceso de inmunización y debajo de línea de empotramiento)

*Nota: Para efectos de confrontar la sección de empotramiento durante la hincada del poste, estos se deben suministrar con una marca a fuego localizada sobre la altura de empotramiento.*

Dentro de las pruebas de inspección visual se corroborará que el proveedor tenga los permisos de movilización correspondientes expedidos por la autoridad ambiental de la zona correspondiente.

ELABORÓ DISEÑO DE LA RED	EMISIÓN 14-05-2002	REVISIÓN: 2 08-04-2013
-----------------------------	-----------------------	---------------------------

**Defectos Prohibidos**

- Agujeros, abiertos o taponados, excepto los especificados para fijar crucetas y herrajes y los de muestreo que serán taponados.
- Bases o cimas con huecos.
- Clavos, puntillas u otro metal que no ha sido expresamente autorizado por el comprador.
- Daños por perforadores marinas.
- Fracturas transversales.
- Franjas muertas.
- Pudrición

**Defectos permitidos**

- Mancha: Se permite la mancha que no esté acompañada por el ablandamiento u otra desintegración (pudrición) de la madera.
- Médula Hueca: Se permite médula hueca en las cimas, en las bases y en los nudos de los postes.

**Defectos Limitados.**

- Acebolladura: Se permiten acebolladuras en la superficie de la base que no estén a menos de 50 mm de la base de la superficie lateral y cuando no se extienden hasta la sección de empotramiento. Se permite acebolladuras o una combinación de acebolladuras conectadas a menos de 50 mm de la superficie lateral cuando no se extienden más de 600 mm de la superficie de la base y no tienen abertura mayor a 3 mm. Se permiten acebolladura en la superficie de la cima cuando el diámetro de la acebolladura no es mayor a la mitad del diámetro del poste en la cima.
- Base Defectuosa: Se permite una cavidad en la base del poste causado por el astillamiento al ser cortado el árbol, siempre y cuando el diámetro de la cavidad sea menor del 10% del área de la base.
- Corteza Inclusa: Las depresiones que contiene corteza inclusa no serán de más de 50 mm de profundidad medida desde la superficie del poste.
- Forma: No se permiten postes con curvatura corta.
  - Un poste podrá tener curvatura sujeta a las siguientes limitantes:
  - Cuando la curvatura es en un solo plano y una sola dirección:

- Un recto juntando la superficie del poste en la sección de empotramiento y el borde del poste en la cima, en 90% o más de un lote de inspección, no se apartará de la superficie del poste en más de 25 mm por cada 3 000 mm de largo entre esos puntos. En el resto del lote de inspección, (10%) los postes deben tener una desviación de 25 mm por cada 2 000 mm de largo cuando se miden en la misma dirección.
- o Donde hay una contracurva, curvatura en dos planos o en dos direcciones en el mismo plano, un recto entre el eje en la sección de empotramiento y el eje en la cima del poste, no podrá cruzar la superficie del poste en algún punto intermedio.
- Grano Espiralado: Cuando los postes presenten el fenómeno de grano espiralado este no podrá exceder en giro máximo de 90° por metro de longitud, en cualquier parte del poste, y un número no mayor del 10% de los postes de cada lote.
- Grieta y Rajadura

\* En la Cima

Una rajadura o una combinación de dos grietas sencillas (cada una terminando en la medula y separado por no menos de 1/6 de la circunferencia) con una o ambas perforaciones localizadas en un plano vertical dentro de 30° del agujero para tornillo superior, no podrán extenderse hacia abajo por el poste más de 150 mm. Toda otra combinación de grietas o una rajadura no podrán extenderse por el poste más de 300 mm.

\* En la Base

Una rajadura o combinación de dos grietas sencillas, como se indica arriba, no podrán extenderse hacia arriba por el poste más de 600 mm.

De todas maneras, ninguna grieta en cualquier parte del poste podrá sobrepasar una de las siguientes condiciones: ancho máximo 2,0 cm, profundidad máxima 2,0 cm, longitud hasta 1,5 m, o cualquier longitud si presenta efectos sobre la resistencia mecánica.

- Herida Cicatrizada: Ningún poste tendrá una herida cicatrizada dentro de 600 mm del punto de empotramiento. Se permiten heridas cicatrizadas en otras partes de la superficie del poste cuando han sido desvanecidas y no interfieren con la colocación de crucetas y herrajes, y cuando:
  - La circunferencia del poste en cualquier punto de la superficie desvanecida entre la base y 600 mm por debajo de la línea de empotramiento no sea menos que 95% de la circunferencia especificada para el poste a 2 000 mm de la base.
  - La profundidad de la cicatriz desvanecida no sea mayor a 50 mm si el diámetro es de 250 mm ó menos, o 1/5 del diámetro del poste en el punto de la cicatriz si el diámetro es mayor a 250 mm.
- Madera de Reacción: Los 25 mm exteriores de todo poste serán libres de madera de reacción que sea visible en cualquiera de las puntas.

- Nudos: Cualquier hueco proveniente de un nudo no podrá tener una profundidad mayor del 10% del diámetro del poste en el sitio donde se encuentre y el diámetro máximo para cualquier nudo particular no podrá ser mayor de 50 mm.

Se admitirán hasta tres nudos aislados o hasta cinco nudos agrupados en una longitud de un metro, cuando la suma del promedio de sus diámetros no exceda 150 mm. Los postes que presenten nudos con podredumbre (blanda) que se extiende dentro del tronco más de 20 mm, serán rechazados.

## 9.2. ANÁLISIS QUÍMICO

Se verificarán la penetración y la retención

La penetración del preservativo no será menos de lo especificado en la siguiente Tabla 5.

**TABLA 5. INMUNIZACIÓN Y RESULTADOS DE INMUNIZACIÓN**

TIPO	Retención mínima kg/m <sup>3</sup> de CCA	Zona de análisis longitud del tarugo	Penetración mm o % de albura
Eucalipto	16,0	0 mm a 25 mm	25 mm o 100%
Pino	16,0	13 mm a 50 mm	90 mm ó 90%

La retención del preservativo no será menos que lo especificado en la tabla 5, y la composición química estará entre los límites de la tabla 1.

Las pruebas para establecer conformidad serán mediante análisis utilizando un analizador por fluorescencia de rayos-X y la norma AWWA A9 (última revisión).

## 9.3. PRUEBAS MECÁNICAS

Los postes deberán tener las siguientes resistencias mecánicas como mínimo:

- Eucalipto, módulo de esfuerzo de la fibra 70 Mpa.
- Pino, módulo de esfuerzo de la fibra 36 Mpa.
- Moncoro, módulo de esfuerzo de la fibra 70 Mpa.

### 9.3.1. Definiciones para pruebas mecánicas

Longitud total (Lt): Distancia entre los centros geométricos de la base y cima del poste.

Longitud útil (Lu): Distancia entre la sección de empotramiento y la cima.

Longitud inactiva (Li): Distancia entre la sección de carga y la cima del poste

Longitud de empotramiento (Le): Distancia entre la sección de empotramiento y la base del poste

ELABORÓ DISEÑO DE LA RED	EMISIÓN 14-05-2002	REVISIÓN: 2 08-04-2013
-----------------------------	-----------------------	---------------------------

### 9.3.2. Determinación de las dimensiones para las pruebas

#### Longitudes:

Longitud total: Debe medirse con una cinta graduada al centímetro, entre los centros geométricos de las secciones extremas enteras de los postes.

Longitud útil: Debe medirse con una cinta graduada al centímetro, entre los centros geométricos de la sección de empotramiento y la cima.

Longitud de la sección de empotramiento: Se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$Le = 0,1 Lt + 0,6$$

Donde:

Le = Longitud de empotramiento, en metros.

Lt = Longitud total del poste, en metros.

#### Diámetro:

Diámetro: Se determina midiendo su circunferencia con una cinta graduada en milímetros y calculando el diámetro con la siguiente ecuación

$$d. = \frac{Lc}{3,14}$$

Donde:

d. = Diámetro, en centímetros

Lc = Longitud de la circunferencia, en centímetros.

#### Conicidad:

Conicidad: La conicidad (K) de los postes se determina midiendo los diámetros de la base y de la cima. Se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$K = \frac{db - dc}{Lt}$$

Donde:

K = Conicidad expresada en centímetros por metro

db = Diámetro de la base, en centímetros

dc = Diámetro de la cima, en centímetros

Lt = Longitud total, en metros

### 9.3.3. Determinación del esfuerzo de flexión de postes y módulo de elasticidad.

9.3.3.1. Aparatos: Se debe disponer de una estructura o bloque de hormigón como se muestra en la figura 7 de la norma NTC 776. La estructura de hormigón presenta unas platinas o vigas en U, las cuales permiten el anclaje del poste por medio de cuñas y un tablón de madera.

**9.3.3.2. Procedimiento:**

1. Para efectuar el ensayo, se coloca horizontalmente el poste dentro de la estructura de hormigón (figura 4), se cubre en bloque de madera, evitando así que el poste entre en contacto con la estructura de hormigón.
2. Luego se llena con arena, la cual se compacta y por último se coloca el tablón de madera y las cuñas antes mencionadas. La función de estas cuñas y el tablón es mantener la arena en íntimo contacto con el poste y además mantener su anclaje en la estructura.
3. La longitud que se debe empotrar del poste se calcula mediante la ecuación indicada en el numeral 9.3.2.
4. Es posible que por la masa del poste se forme una catenaria la cual impide su libre desplazamiento al aplicarle la fuerza. En este caso se debe colocar un riel o tubo de apoyo, con el fin de facilitar dicho desplazamiento.
5. A una distancia de 15 m de la línea central del poste (eje longitudinal) y paralela a dicha línea, se coloca el anclaje para el malacate o templador del cable de acero mediante el cual se aplica la carga.
6. La distancia a la línea de tierra debe ser igual a la longitud libre del poste menos 1,5 m (ver figura 4)
7. El cable se ata a 0,30 m del extremo del poste. Entre el templador y el poste, unido al cable se coloca un dinamómetro el cual registrara la fuerza aplicada. La escala del dinamómetro debe registrar como mínimo fuerzas de 50 daN.
8. En el extremo libre del poste y paralela a la línea de tierra se coloca una regla graduada con el fin de medir las deformaciones que ocurran en el poste por acción de la fuerza.
9. La fuerza se debe aplicar en forma continua y a una velocidad constante, hasta que se presente la rotura del poste, registrando las fuerzas con sus respectivas deformaciones.
10. Después de la rotura, se determina la ubicación del plano de falla en compresión y se mide el diámetro donde ocurrió dicha falla. Las demás medidas y observaciones se registran con la siguiente información:

Lugar y fecha de la prueba  
Especificación del poste  
Especie de madera  
Tipo de inmunización  
Tipo de inmunizante  
Longitud total (Lt)  
Longitud útil (Lu)  
Longitud de empotramiento (Le)  
Diámetro de la cima  
Diámetro en la base  
Clase de poste

Contenido de humedad en el momento del ensayo  
Resultados del ensayo (Carga en Kgf vs. Deformación en cm)  
Observaciones

9.3.3.3. Cálculos. El esfuerzo de flexión y el módulo de elasticidad de un poste, se calcula mediante las siguientes ecuaciones:

a. Esfuerzo de flexión:

$$F = \frac{32 \cdot 10^{-4} Q \cdot L}{D_r^3 \Pi}$$

Donde:

F = Esfuerzo de flexión en la sección de rotura, en Pa (N/m<sup>2</sup>)

Q = Carga de rotura, en N.

L = Distancia del punto de carga a la sección de rotura, en m.

D<sub>r</sub> = Diámetro de la sección de rotura, en m.

b. Módulo de elasticidad.

$$E = \frac{64 \cdot 10^{-4} Q L^3}{3D^3 d \Delta \pi}$$

Donde:

E = Módulo de elasticidad, en Pa (N/m<sup>2</sup>)

Q = Fuerza de rotura, en N.

L = Distancia de la línea de tierra al punto de aplicación de la carga, en m.

D = Diámetro en la sección de empotramiento, en m.

d. = Diámetro en la sección de carga, en m.

Δ = Deformación en el extremo libre, en m.

De todas maneras, se deberá garantizar una resistencia de rotura así:

- Poste liviano 500 kg.
- Poste pesado 800 kg.
- Poste extra pesado 1400 kg.

## 10. MARCACIÓN, EMPAQUE Y ROTULADO

### 10.1. MARCACIÓN

Se deben marcar los postes según el numeral 9.1.1

## 11. REQUISITOS DE LAS OFERTAS

El oferente adjuntará con su propuesta, para el fabricante de los bienes cotizados, el “Sistema de calidad” de acuerdo con cualquier norma NTC-ISO serie 9001:2000 o norma equivalente en el país de origen, expedida por una entidad idónea del mismo país de origen, adicionalmente debe anexarse, el certificado de “Conformidad de producto” expedido por la autoridad competente debidamente autorizada por la Superintendencia de Industria y Comercio ó su equivalente; se debe tener en cuenta

ELABORÓ DISEÑO DE LA RED	EMISIÓN 14-05-2002	REVISIÓN: 2 08-04-2013
-----------------------------	-----------------------	---------------------------

que las pruebas de recepción de esta Especificación Técnica, no reemplazan el Certificado de Conformidad de Producto, ni viceversa.

La oferta técnica deberá entregarse en copias duras y por lo menos una copia en medio magnético, diligenciando los formatos de las planillas de características técnicas garantizadas.

El oferente deberá adjuntar catálogos que contengan características técnicas principales, así mismo las fotocopias de los certificados de laboratorios internacionales cuando las pruebas deban ser hechas fuera del país.

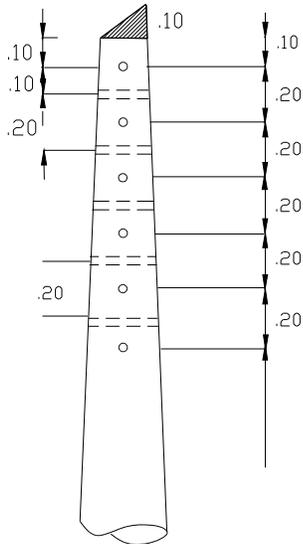
Los oferentes deberán ofrecer una garantía absoluta de sus productos de por lo menos dos (2) años.

Estos documentos tienen derechos de autor. PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN LA AUTORIZACIÓN EXPRESA DE ENEL - CODENSA. Artículo 29 del Decreto 460 de 1995.

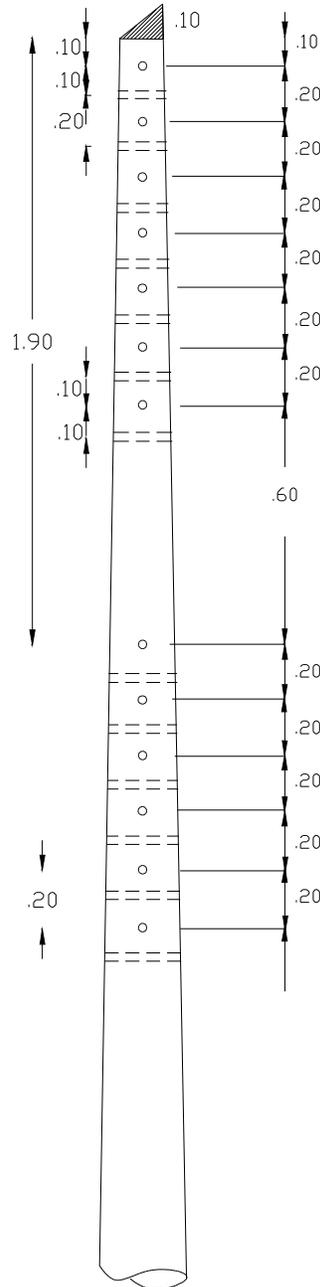
ANEXO 1

Figura 1 – Dimensiones de los postes

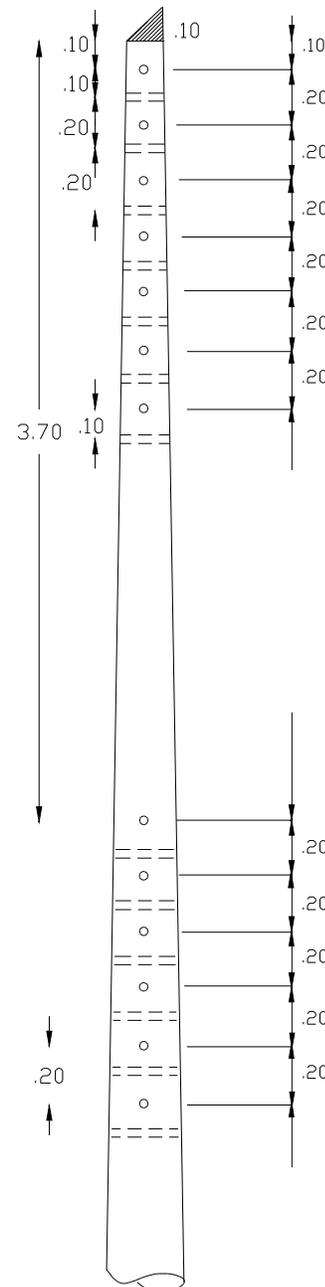
CIMA POSTE 8m



CIMA POSTE 12m



CIMA POSTE 14m



CIMA POSTE 10m

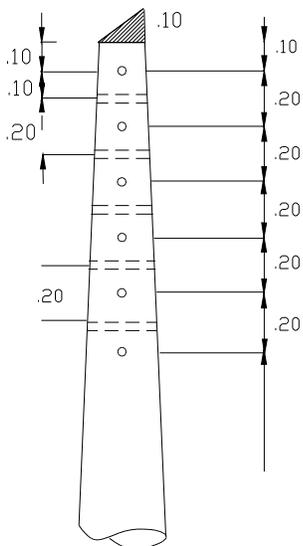
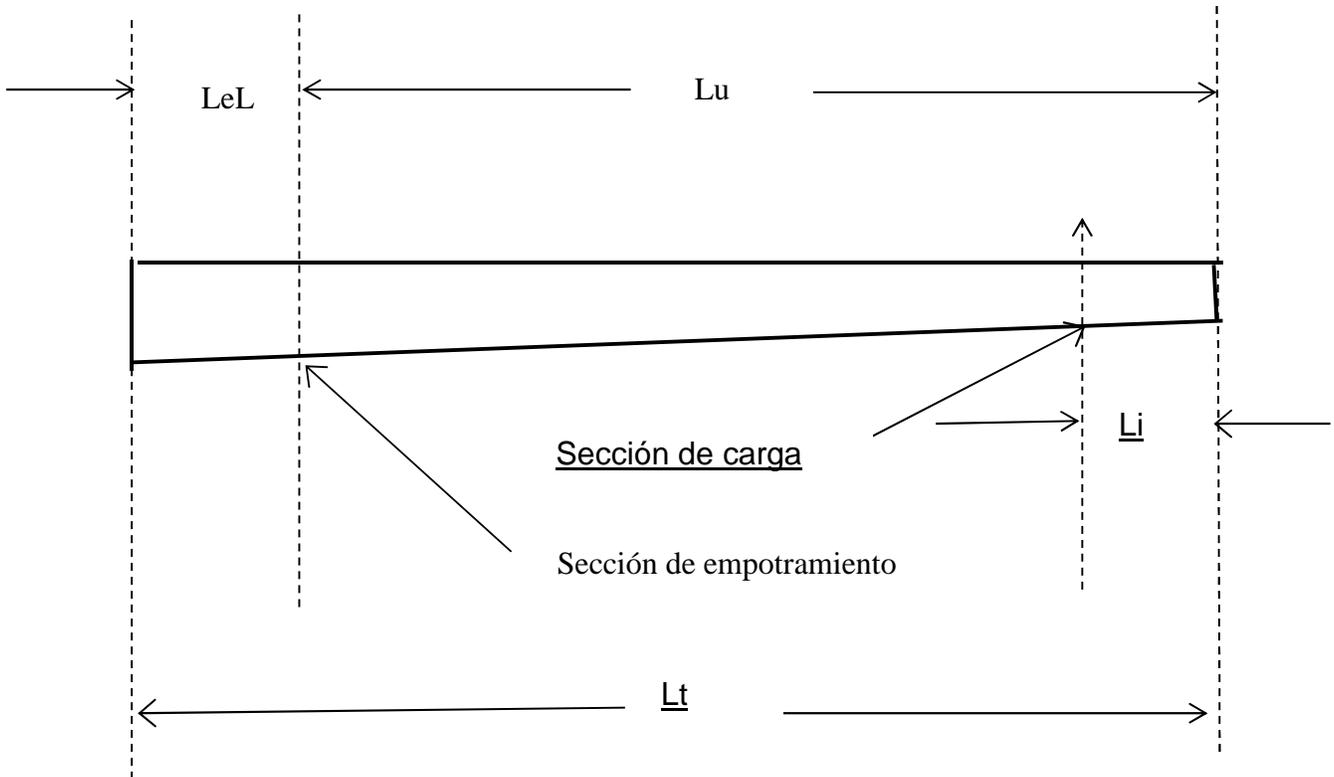


Figura 2 - Longitudes principales del poste de madera



Estos documentos tienen derechos de autor. PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN LA AUTORIZACIÓN EXPRESA DE ENEL - CODENSA. Artículo 29 del Decreto 460 de 1995.

<p>ELABORÓ DISEÑO DE LA RED</p>	<p>EMISIÓN 14-05-2002</p>	<p>REVISIÓN: 2 08-04-2013</p>
-------------------------------------	-------------------------------	-----------------------------------

Figura 3 - Forma de determinar la flecha en un poste de madera curvado

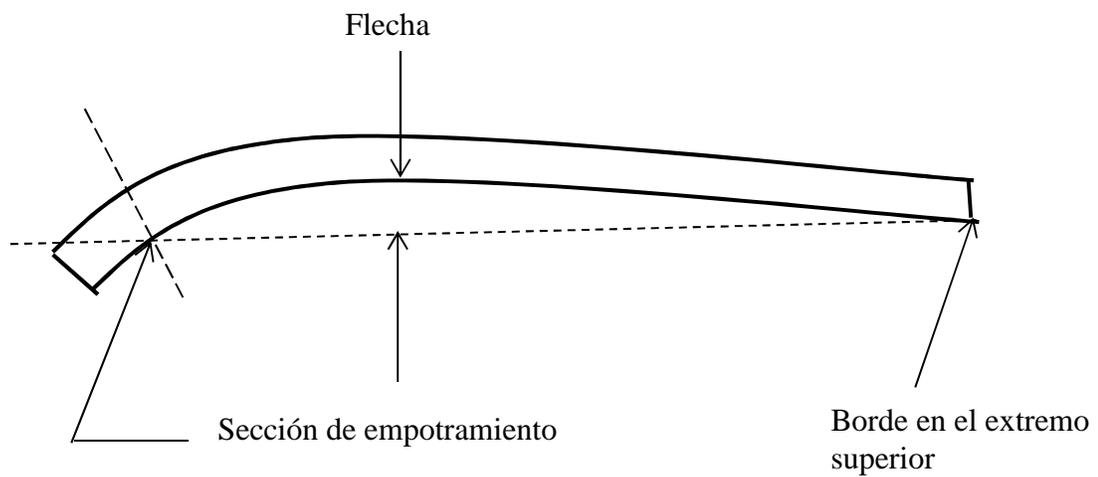
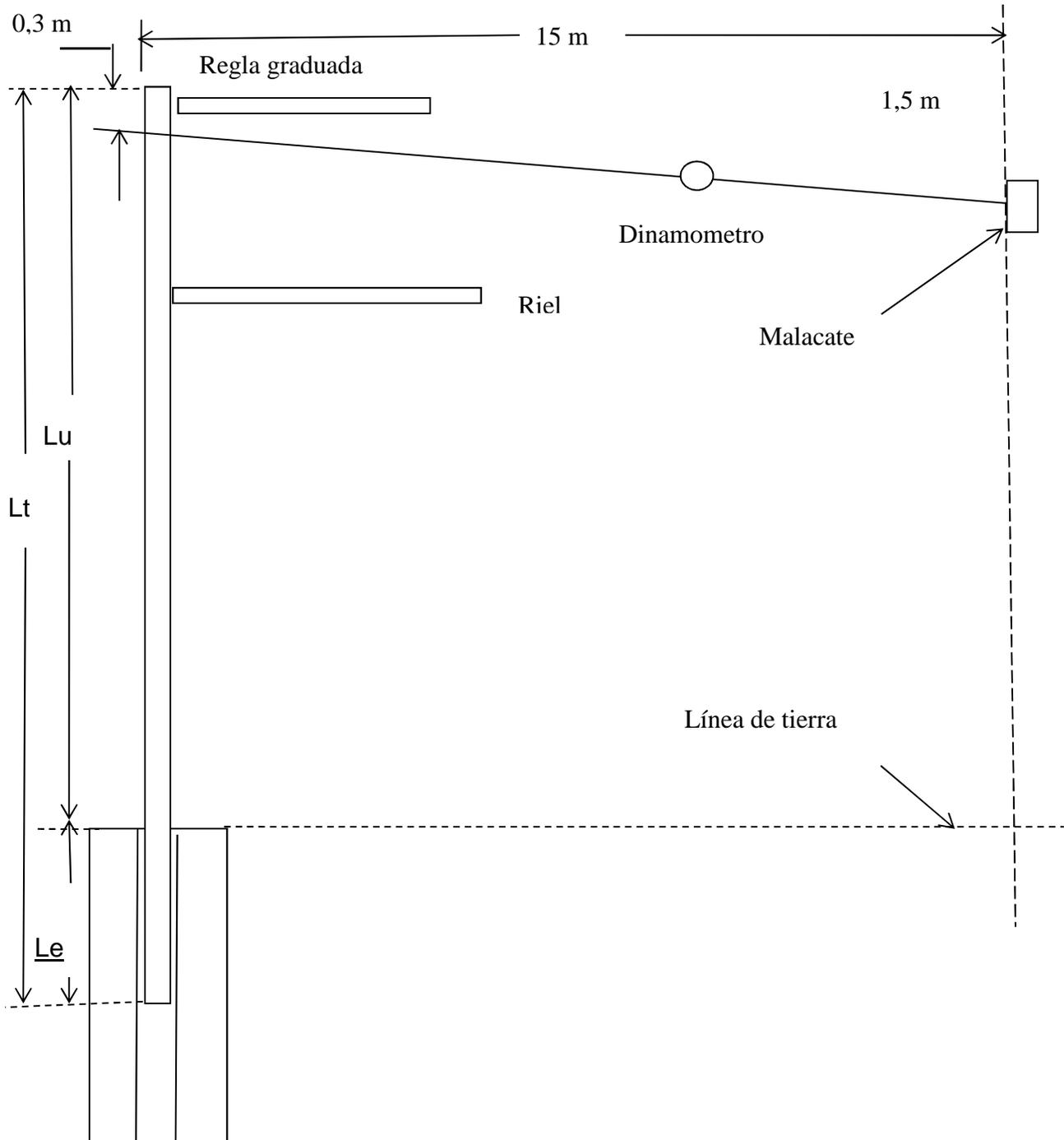


Figura 4 - Poste de madera dentro de la estructura de hormigón para prueba de flexión



**ANEXO 2. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS GARANTIZADAS  
POSTES DE MADERA ET 202**

N°	CARACTERÍSTICAS	OFRECIDA	
1	Inmunizador		
2	Especie ofrecida		
3	Normas de fabricación y pruebas		
4	Tipo (Liviano, pesado, extrapesado)		
5	Longitud 10 m ( ), 12 m ( ), 14 m ( )		
6	Edad mínima de los arboles al corte		
7	Humedad de la madera antes del proceso de inmunizado		
8	Método para determinar el contenido de humedad		
9	Método de secado		
10	Tiempo máximo de secado		
<b>INMUNIZANTE</b>			
11	Fabricante		
	CrO3 (mínimo y máximo)		
	CuO (mínimo y máximo)		
	As <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mínimo y máximo)		
12	Concentración mínima de sal en el inmunizante		
13	Proceso de inmunización	Presión de vacío	
		Temp. Máx de vacío	
		Tiempo máx en vacío	
		Tiempo mín en vacío	
		Temp prom de mpregnación	
		Tiempo min de impregnación	
14	Retención mínima (kg/m <sup>3</sup> )		
15	Penetración mínima (mm)		
16	Método para probar retención		
17	Método para determinar la penetración		
18	Duración garantizada en años del tratamiento de inmunización, dentro del cual el suministrador se obliga a reparar o cambiar los materiales que resulten defectuosos.		
19	Posee los equipos para realizar los ensayos		
20	Dichos equipos están calibrados por autoridad competente		
<b>PRUEBAS</b>			
21	Prueba dimensional		
22	Prueba de inspección visual		
23	Verificación de marcación		
24	Defectos prohibidos		
25	Defectos limitados		
26	Prueba de penetración		
27	Prueba de retención		
28	Prueba mecánica		
<b>EXIGENCIAS AMBIENTALES</b>			
29	Permiso de aprovechamiento forestal de procedencia de la madera expedido por la autoridad competente		
30	Certificado de movilización de la madera		
31	Características de peligrosidad de las sustancias utilizadas para el tratamiento de la madera. Adjuntar ficha técnica y de seguridad del producto.		

ELABORÓ DISEÑO DE LA RED	EMISIÓN 14-05-2002	REVISIÓN: 2 08-04-2013
-----------------------------	-----------------------	---------------------------

N°	CARACTERÍSTICAS	OFRECIDA
32	Recomendaciones para el manejo ambiental una vez termine su vida útil.	
33	Compromisos post consumo de los residuos generados. Que destino deben tener los materiales residuales cuando termine la vida útil del producto.	
34	Disposición final del producto. Describir el método	
35	Observaciones	
36	Certificación del sistema de calidad (ISO 9001)	Ente acreditador
		Número de acreditación
		Fecha de expedición
		Vigencia
		Adjunta el certificado (si/no)
37	Certificación de producto con norma técnica	Ente acreditador
		Número de acreditación
		Fecha de expedición
		Vigencia
		Adjunta el certificado (si/no)
38	Certificación RETIE	Ente acreditador
		Número de acreditación
		Fecha de expedición
		Vigencia
		Adjunta el certificado (si/no)