

# ENSAYOS DE CAMPO CON ESTACAS DE MADERA

## PROLOGO

Desde hace tiempo se están llevando a cabo en numerosos países, ensayos comparativos de la duración natural de las distintas clases de madera y de la eficacia de sus protectores, contra hongos e insectos xilófagos, mediante estacas de madera que se clavan en el suelo, en parcelas de ensayo, hasta la mitad de su longitud. Las características de los métodos experimentales variaban de unos países a otros.

Al crearse en 1959, dentro de la Organización de Alimentación y Agricultura de las Naciones Unidas, un Grupo «ad hoc» de Conservación de Maderas, sus miembros decidieron unificar por unanimidad, a escala internacional, las normas de este tipo de ensayos. El método normalizado es de especial importancia para los países tropicales, cuyos representantes cooperan con el Grupo de Conservación de Maderas, por no necesitarse equipos costosos de laboratorio. El Sr. Lars Birkner, Estocolmo (Suecia), se ofreció amablemente para recopilar la metodología de los distintos países y preparar una propuesta que unificase estos ensayos.

Este Grupo de Trabajo, que en el futuro se denominará Grupo de Conservación de Maderas dependiente de IUFRO (Unión Internacional de Organizaciones de Investigación Forestal), y que ha continuado desde 1966 la labor del Grupo FAO, después de su disolución en 1963, estudió dicha propuesta, que fue publicada posteriormente por L. Birkner en la revista científica alemana «Materiales y Organismos», vol. 4 (1969) p. 1-6. En las sucesivas sesiones anuales del Grupo de Trabajo se continuó revisando la propuesta que se fue perfilando en sus detalles. Seguidamente la expone mos con las conclusiones adoptadas hasta la fecha.

Aunque numerosos expertos en conservación de maderas de todos los continentes han cooperado en su revisión, debemos hacer especial mención de la gran ayuda prestada por el Sr. M. Fougereuse, Nogent-sur-Marne (Francia); Dr. T. Hof, Delft (Países Bajos); Prof. Dr. C. Jacquot, Paris (Francia); Dr. M. P. Levi, Castleford (Inglaterra); Prof. Dr. W. Liese, Hamburgo-Lohbrügge (Alemania); Dr. A. J. McQuire, Rotorua (Nueva Zelanda); Dr. A. Purushotham, Dehra Dun (India); Sr. D. N. Smith, Princes Risborough (Inglaterra); y el Sr. N. Tamblyn,

Melburne del Sur (Australia). En nombre del Grupo de Trabajo de IUFRO quiero expresarles, una vez más, mi agradecimiento.

El método de ensayo que se recomienda es el resultado de numerosos reajustes y se considera que puede aplicarse a la determinación de la duración natural de la madera y a la determinación de la eficacia de sus protectores. Las dimensiones de las estacas de madera se han adaptado a la proporción de albura de las coníferas y de las frondosas tropicales. El sistema que se recomienda para su tratamiento y para conocer la retención se ha ajustado, a su vez, a varias condiciones. Se han considerado las diferencias climáticas y las experiencias que se tenían en los ensayos con estacas de madera. En la evaluación de los resultados se han combinado los puntos de vista de los

representantes de varios institutos. Es obvio, sin embargo, que el método puede perfeccionarse en sus detalles y que en la versión que publicamos no se han podido tener en cuenta todas las opiniones e ideas que nos han sido sugeridas. Hay que tener en cuenta además, que los acuerdos o conformidades de criterio llegan generalmente a través de concesiones y renunciaciones. Los miembros del Grupo consideran que el método que proponen para los Ensayos de Campo con Estacas de Madera es una base útil, para poder comparar los resultados de este tipo de ensayos y facilitar la colaboración internacional. Por ello lo estamos dando a conocer públicamente en las revistas científicas de numerosos países.

**Günther Becker, Presidente del Grupo de Conservación de Maderas dependiente de IUFRO**

Berlín, otoño de 1971.

## PREFACE

In many countries comparative tests of the natural durability of wood species and of the efficacy of wood preservatives against fungi and termites have long since been carried out by means of stakes which are buried to half of their length into the soil of a test plot. Particulars of the test procedure differ from country to country.

When in 1959 an ad hoc-Group on Wood Preservation of the Food and Agriculture Organization of the UN had been established, its members agreed unanimously to a proposal to unify the stake test method on an international scale. The stake test method is of special importance to tropical countries representatives of which have cooperated in the Group because it requires no expensive laboratory equipment. Mr. Lars Birkner, at the time in Stockholm, was so kind as to compile test data of individual countries and to prepare a draft proposal as a basis for unification of the method.

The Working Group (in the future called Subject Group) on Wood Protection of the International Union of Forestry Research Organizations (IUFRO) which since 1966 has continued the work of the FAO-Group after its dissolution in 1963 discussed the draft proposal that was published thereafter by L. Birk-

ner in 'Materials and Organism' vol. 4 (1969) p. 1-6. At meetings of the Working Group in the following years, the draft proposal was further discussed and complemented in details. The version agreed to is being published on the following pages.

Numerous wood protection experts of all continents have cooperated in the revisions of the draft proposal. Mention should be made of the efforts by Mr. M. Fougereuse, Nogent-sur-Marne (France), Dr. T. Hof, Delft (The Netherlands), Prof. Dr. C. Jacquot, Paris (France), Dr. M. P. Levi, at the time Castleford (England), Prof. Dr. W. Liese, Hamburg - Lohbrügge (Germany), Dr. A. J. McQuire, Rotorua (New Zealand), Dr. A. Purushotham, Dehra Dun (India), Mr. D. N. Smith, Princes Risborough (England) and Mr. N. Tamblyn, South Melbourne (Australia). On behalf of the IUFRO Working Group, I want to thank them once more.

The jointly recommended test method has resulted from several compromises. It has been meant to be applicable for the determination of natural durability as well as of the efficacy of wood preservatives. For this aim, the size of the specimens has been conceived corresponding to the sapwood portions of

# METODO ESTANDAR PROPUESTO PARA LOS ENSAYOS DE CAMPO CON ESTACAS DE MADERA

*conifers as well as of tropical deciduous trees. The procedure prescribed for treatment and determination of retention has been adjusted to various conditions. Differences in climate and previous experience in testing specimens have been considered. The method of evaluation combines viewpoints of representatives of several institutes. This enumeration could be continued. It may be obvious that not all aspects and conceptions could be considered in the final version. However, an agreement or unification usually comes to pass owing to concession and renunciation. The members of the Group feel that the Suggested Standard Method for Field Tests with Wooden Stakes submitted by them is a useful basis for internationally comparable tests and easier cooperation. It therefore is made public by them through scientific journals in various countries.*

**Günther Becker, Chairman  
Subject Group on  
Wood Protection of IUFRO**

**Berlin, in the Autumn of 1971**

## 1. Clases de madera

Para los ensayos de campo hay que elegir de una a tres clases de maderas locales, de las más comunes, no duraderas y en las que penetren fácilmente sus protectores. Las clases de madera deben ser las de uso local más frecuente. Para que se puedan hacer comparaciones internacionales hay que utilizar la madera de albura de una resinosa, preferentemente de pino (*Pinus* sp.), que se impregna fácilmente, y de una frondosa.

## 2. Dimensiones de las estacas

Las estacas deben ser de 2,5 centímetros  $\times$  5 cm.  $\times$  50 cm. (1"  $\times$  2"  $\times$  20"), con la última dimensión paralela a la fibra de la madera. Al elegirse estas dimensiones se han tenido en cuenta las distintas finalidades del ensayo. Con estacas más pequeñas los resultados se obtienen más rápidamente, pero dependen más de las irregularidades de la madera, lo que conduce a su mayor variabilidad.

## 3. Descripción de las estacas

La madera de las estacas debe ser

uniforme y carecer de nudos, fendas, azulado, pudriciones, daños de insectos u otros defectos que puedan afectar desfavorablemente la uniformidad del tratamiento. La madera debe tener además su fibra recta y sus anillos anuales lo más paralelos posibles a la dimensión de 5 cm. Pueden ser completamente de albura o de duramen, pero no pueden utilizarse estacas con una parte de albura y otra de duramen. Para el ensayo de los protectores es indispensable su penetración completa en la madera, utilizando los sistemas de impregnación a presión.

## 4. Secado

Las estacas deben secarse hasta el porcentaje de humedad que permita la mejor penetración del protector. Dicho porcentaje puede variar para las distintas clases de madera, pero debe estar comprendido normalmente entre el 15% y el 25%.

## 5. Número, peso específico aparente y selección de las estacas

En cada parcela de ensayo hay que colocar diez estacas para cada protector y retención. Hay que pesar las estacas una vez acondicionadas a humedad constante y debe determinarse el peso específico aparente de cada una de ellas. Si el peso específico aparente medio de las distintas clases de madera utilizadas no es conocido, hay que calcular el peso específico aparente medio de todas las estacas. Las que lo tengan un 15% superior o inferior al peso específico aparente medio, deben rechazarse en esta fase del ensayo, pues de lo contrario no cumplirían las especificaciones del punto 8. En cada tratamiento (para protectores y retenciones) hay que utilizar estacas de pesos específicos aparentes comparables, cuyo número sea por lo menos superior en un 50% al mínimo requerido, para poder colocarlas al azar en cada parcela de ensayo, para poder eliminar las que no cumplan lo especificado en el punto 8 y para poder disponer además del número suficiente de estacas para los análisis químicos y para la determinación de la retención y distribución del protector, antes de su colocación en la parcela y a lo largo del ensayo.

## 6. Identificación de las estacas

Cada estaca debe ser marcada convenientemente con un número de identificación, utilizando etiquetas de cobre, acero inoxidable u otro material que resista los efectos de su colocación al aire libre.

## 7. Sistema de impregnación

El sistema de impregnación debe elegirse en relación con el protector utilizado, pero generalmente se recomiendan los de impregnación a presión. Con la técnica Bethell el vacío debe exceder del 90% por lo menos durante 30 minutos y la presión, mantenida durante 90 minutos, no debe ser inferior a los 8 Kp/cm<sup>2</sup> (115 psi), aunque es preferible la de 14 Kp/cm<sup>2</sup> (200 psi); (8 Kp/cm<sup>2</sup> = 7,85 Bar, 14 Kp/cm<sup>2</sup> = 13,75 Bar). Deben archivarse las referencias completas del tratamiento y tomarse y conservarse, para posibles controles futuros, muestras selladas de las soluciones de tratamiento, antes y después de la impregnación. Hay que tener en cuenta, sin embargo, que algunas soluciones alteran su composición química al cabo de poco tiempo. Si es posible, hay que comprobar además la densidad y composición de las soluciones antes y después del tratamiento. (El análisis de las estacas tratadas permite comprobar también la calidad del tratamiento).

## 8. Determinación de la retención.

Las estacas secas deben ajustarse a las dimensiones indicadas. Para conocer su volumen y peso antes del tratamiento, hay que medirlas y pesarlas individualmente. En el momento de determinar su volumen hay que determinar además sus porcentajes de humedad. Una vez impregnadas, puede secarse con un paño el exceso de solución superficial o pueden pesarse una vez transcurridos 30 minutos después de haber sido colocadas de forma apropiada. La retención se calcula en kilogramos de protector por m<sup>3</sup> (lb/cu.ft) de madera, a partir de la absorción, la concentración de la solución de tratamiento y el volumen de la estaca. Cuando los protectores lleven sales disueltas la retención debe referirse a los compuestos químicos correspondientes. En un apéndice del apartado dedicado a los resultados obtenidos,

debe hacerse referencia, si es posible, a la composición del protector. Deben rechazarse las estacas, cuyas absorciones varíen en un 10 % por encima o por debajo de la absorción requerida.

### 9. Variación de la retención

Cada protector debe ser ensayado a la concentración y retención normalmente recomendada para su utilización práctica en contacto con el suelo. Hay que utilizar además, una retención más alta y dos más bajas. Es aconsejable que las concentraciones, y en consecuencia las retenciones, se adapten a los términos de una progresión geométrica, cuya razón sea aproximadamente 1,4. En el caso de que la retención recomendada fuese de 8 Kg/m<sup>3</sup> (0,5 lb/cu. ft) los valores a ensayar serían 11, 8, 6 y 4 Kg/m<sup>3</sup> (0,70; 0,50; 0,35 y 0,25 lb/cu. ft). En los ensayos de las retenciones de algunas maderas de frondosas, puede ser conveniente multiplicar los valores anteriores por 1,5 (17, 12, 9 y 6 Kg/m<sup>3</sup>).

En la práctica de la impregnación, la madera contiene normalmente partes de albura y de duramen y puesto que sólo la primera es penetrable, el protector es retenido casi exclusivamente por ella. Ello debe ser tenido en cuenta al planificar los ensayos de campo, de forma que las estacas de albura sean impregnadas con retenciones similares a las obtenidas en las impregnaciones comerciales.

### 10. Muestras para análisis

Una o dos de las estacas sobrantes que no fueron seleccionadas para su colocación en la parcela de ensayo, deben utilizarse para la determinación de la penetración de la solución de tratamiento y de la retención, mediante los correspondientes análisis.

### 11. Acondicionamiento de las estacas

Después de su impregnación hay que secar las estacas al aire, bajo cubiertas o tejados protectores, en pilas en las que se mantengan separadas mediante rastreles, por lo menos durante un mes antes de su instalación en la parcela de ensayo. Ello permite la fijación del protector a la madera y la evaporación del disolvente. Si la temperatura es baja, el acondicionamiento de las estacas no debe hacerse al aire libre, para no retrasar excesivamente la fijación del protector. Un secado demasiado rápido puede conducir a una redistribución del protector antes de su fijación. Para evitarla hay que secar las estacas apilándolas sin separación entre sí e incluso, si fuese necesario, envol-

viéndolas en bolsas de plástico, después de su impregnación y antes de su secado, durante una o dos semanas, en cuyo caso hay que contar con su posible enmohecimiento.

### 12. Selección y número de parcelas

Para cada ensayo deben seleccionarse por lo menos dos o tres parcelas diferentes. Deben elegirse con la finalidad de que sus diferentes condiciones de clima, tipos de suelo y humedad, plantas, raíces, hojas, etcétera, influyan en la presencia de los distintos organismos xilófagos.

### 13. Condiciones de las parcelas

El terreno elegido para una parcela de ensayo debe ser uniforme en su aspecto edáfico y sin contenido excesivo de humedad. De ser posible, deben seleccionarse terrenos virgenes no roturados o, si se han dedicado a cultivos agrícolas, que no hayan sido labrados en varios años. En algunas regiones hay que considerar además muy seriamente la posibilidad de los incendios veraniegos, para tomar las medidas más adecuadas.

La presencia de hierbas en las parcelas no influye desfavorablemente en los ensayos, sin embargo, hay que evitar su vegetación excesiva. Dado que el empleo de herbicidas, para controlar su crecimiento, puede afectar la intensidad de ataque de los hongos xilófagos, el exceso de vegetación herbácea debe ser controlado con medios mecánicos, teniendo la precaución de no mover las estacas clavadas en las parcelas.

En los países donde existan termes, es aconsejable colocar en las parcelas, varios meses antes de iniciarse el ensayo, estacas sin impregnar convenientemente distribuidas para asegurar la posibilidad de que su ataque sea razonablemente uniforme en toda la parcela. A veces da mejor resultado la selección previa de dos o tres parcelas para elegir aquella en la que los daños de los termes en las estacas de madera sin impregnar estén más uniformemente repartidos. Si existen varias especies de termes que produzcan daños de consideración, es aconsejable instalar más de una parcela de ensayo para termes, salvo que se conozca la especie más resistente a los protectores que se vayan a ensayar. Cuando sean necesarias varias parcelas, representativas de características diferentes, el número de estacas impregnadas en las mismas condiciones que vayan a ser colocadas en ellas puede reducirse a 5. Es mejor, por ejemplo, utilizar 5 estacas igualmente impregnadas en cada una de 4 parcelas de ensayo, que 10 estacas igualmente im-

pregnadas en cada una de 2 parcelas, puesto que los métodos estadísticos demuestran que la variabilidad de los resultados entre dos parcelas diferentes es generalmente mayor que dentro de las mismas parcelas.

### 14. Distribución de las estacas en las parcelas

Las estacas de las diferentes series de ensayos deben distribuirse en la parcela tan uniformemente como sea posible, lo cual puede lograrse dividiendo las parcelas en diez partes iguales, en cada una de las cuales debe clavarse una estaca de cada impregnación que se investigue. Hay que clavar las estacas en filas. Dentro de cada fila las estacas deben estar separadas entre sí por lo menos 30 cm (1'), de ser posible hay que separarlas como mínimo 50 cm., y las filas contiguas deben tener una separación mínima de 1 m. (3').

Una vez señaladas las posiciones en que van a situarse las estacas y una vez preparadas, se van clavando en ellas, eligiéndolas al azar, de forma que sus etiquetas queden igualmente orientadas y puedan colocarse en la misma posición después de cada inspección.

Las estacas deben ser clavadas en el suelo hasta aproximadamente la mitad de su longitud, es decir 25 centímetros (10"). Hay que tener la precaución de no clavar estacas nuevas en los mismos hoyos que las antiguas que se retiren definitivamente de la parcela.

### 15. Estacas testigo

A fin de conocer la intensidad de la actividad destructora de la madera en las parcelas de ensayo, hay que colocar en ellas estacas sin impregnar que sirvan de testigos. Dichas estacas testigo deben ser secadas y almacenadas de la misma forma que las estacas impregnadas, antes de su colocación en las parcelas.

Es conveniente ir reponiendo las estacas testigo a medida que vayan siendo destruidas. Con ello se evita la reducción de la intensidad de la actividad destructora de la madera. La vida media de las estacas testigo sirve de base para la comparación de la eficacia del protector ensayado. En el caso de ensayarse protectores orgánicos es conveniente además, la utilización de otras estacas testigo complementarias, impregnadas únicamente con los disolventes empleados para la preparación de las soluciones de tratamiento.

### 16. Inspecciones

Las estacas deben ser inspeccionadas por lo menos una vez al año.

En los países tropicales es preferible inspeccionarlas dos veces por año. Las inspecciones deben hacerse en las mismas estaciones, preferentemente en otoño o después de la estación lluviosa. Deben llevarse a cabo cuando la superficie de las estacas esté seca y debe procurarse que cooperen en ella dos personas.

Si es posible, para evitar la disparidad de criterio, las mismas personas deben responsabilizarse de los resultados de las inspecciones anuales de las estacas en relación con cada protector ensayado.

Las inspecciones se inician presionando ligeramente las estacas sin desclavarlas del suelo para comprobar la posibilidad de su rotura. Si ello no ocurre, la estaca se saca cuidadosamente del suelo para exami-

nar su estado. Para conocer su blandura superficial, puede emplearse una uña o algún instrumento de punta embotada, a fin de no mutilar la estaca, ni quitar sus zonas de madera blanda, lo cual alteraría su superficie y las condiciones del ensayo. Una vez inspeccionadas, las estacas se vuelven a colocar cuidadosamente en los mismos hoyos de procedencia apretando ligeramente el suelo contra ellas y procurando clavarlas hasta la misma profundidad a que estaban enterradas antes de su inspección, dado que los ataques más intensos se producen precisamente en sus zonas de empotramiento. Cuando los termes son los organismos xilófagos más importantes, algunos investigadores prefieren realizar los reconocimientos de las estacas sin sacarlas del suelo, otros, sin embargo, prefieren reconocerlas una vez arrancadas.

## 17. Evaluación de los resultados

Para facilitar la evaluación de los resultados de las inspecciones, pueden utilizarse los sistemas de clasificación del estado de conservación de las estacas contenidos en el cuadro que cierra este texto.

El índice medio del estado de conservación del grupo de estacas correspondientes a cada protector y retención, se obtiene sumando los índices de los estados de conservación de cada una de las estacas inspeccionadas y dividiendo la suma por el número de estacas.

Cuando todas las estacas de un grupo se rompan, es decir, cuando pierdan completamente su resistencia mecánica, puede determinarse la duración media del grupo. Al finalizar el ensayo es posible comparar la eficacia de un protector a una retención determinada, con la de otros protectores a la misma o distinta retención.

Estado de conservación (*)	Clasificación	Índice del estado de conservación (**)
Indemne	0	100
Indicios de pudrición superficial o daños de termes (***)	1	90
Pudrición evidente, pero moderada, o daños de termes	2	70
Pudrición intensa o daños de termes	3	40
Rotura (pérdida casi completa de la resistencia mecánica)	4	0

(\*) *Deben ser determinados y mencionados los tipos de pudrición y las especies o géneros de los termes causantes de los daños. Las estacas desaparecidas por causas distintas a los ataques de organismos xilófagos, no de-*

*ben ser tenidas en cuenta al evaluarse los resultados del ensayo.*

(\*\*) *Algunos investigadores consideran que el índice del estado de conservación es una base útil para la determinación del estado de conserva-*

*ción de todas las estacas de un grupo. Sin embargo, su uso no permite establecer comparaciones.*

(\*\*\*) *Es preferible clasificar separadamente la intensidad de los daños producidos por los termes.*