

El Secado de la Madera, en Cámaras

(De la Sección de Asistencia Técnica de A. I. T. I. M.)

En primer lugar diremos que es más interesante, desde el punto de vista económico, secar la madera hasta el punto de saturación de las fibras (aproximadamente el 30 por 100), al aire. El agua que se elimina mediante este secado es el agua que se encuentra libre, y por tanto más fácil de extraer.

También es importante tener en cuenta que al aire no se puede secar más que al límite que las condiciones meteorológicas del lugar imponen, y que en el caso más favorable es alrededor del 12 por 100.

Es muy frecuente que secando en secaderos bien diseñados y comprobados, que suministran empresas importantes, no se obtengan buenos resultados.

En el secado es de suma importancia el secadero, pero es necesario llevar un buen secado para sacar provecho del secadero.

Es frecuente que si no se fijan bien las condiciones del secado (cédula de secado), en la madera se produzcan fendas, se endurezca su superficie quedando el interior húmedo, se colapse, etc., y sobre todo que una vez seca al trabajarla se doble. Todos los defectos primeros pueden solucionarse empleando una cédula de se-

cado apropiada, pero el último puede ocurrir aun empleando una cédula óptima. Por ello es necesario terminar el secado con dos fases: una de igualación, que tiene por objeto el que todas las piezas de madera a secar tengan la misma humedad; y el acondicionamiento, que consiste en que dentro de cada pieza húmeda se reparta lo más uniformemente. La repartición de la humedad, según el grueso de las piezas, sigue una curva parabólica (ver Fig. 1). El

acondicionamiento consiste en hacer que esta parábola sea lo más chata posible (ver Fig. 2), con lo cual en un futuro despiece de la madera la diferencia de humedades entre las caras de las piezas es lo suficientemente pequeña para que éstas no doblen.

Lo más importante del secado de la madera es su control. Para controlar el secado, el único medio consiste en determinar las distintas humedades de la madera que se va secando mediante un

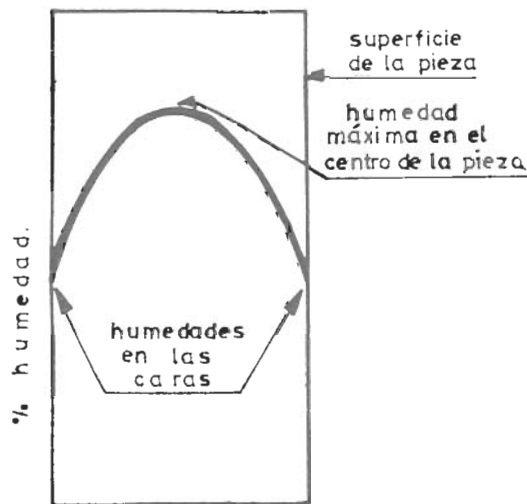


Fig. 1

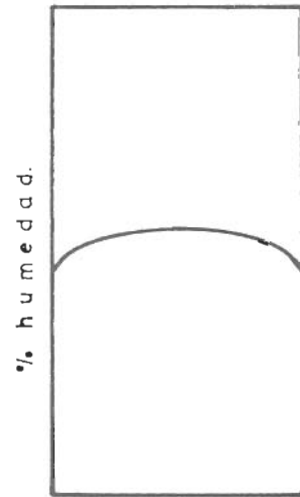


Fig. 2

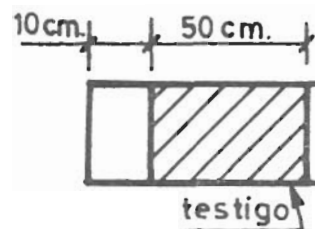


Fig. 3

tablón

testigo

muestreo. Por medio de unos testigos se va observando el proceso del secado, la sistemática que se debe seguir es la siguiente:

En un principio es aconsejable tomar un número de testigos alto (es aconsejable 5), posteriormente, cuando se tienen datos de anteriores secados de la misma especie y gruesos, se pueden tomar 3 testigos, nunca se deben tomar menos.

Los testigos se han de elegir procurando que sean representativos de la totalidad de la madera, que se supone de la misma especie y del mismo grueso. Las dimensiones del testigo serían: el mismo ancho y grueso que el tablón o tabla, y una longitud de unos 50 cm. El testigo se saca de uno cualquiera de los tabloncillos que se van a introducir en el secadero, teniendo la precaución de eliminar los primeros 10 cm. de él, ya que puede ser anormal su humedad (Fig. 3).

De cada testigo se corta un trozo de unos 15 cm. de longitud, se pesa (Ph), se seca en estufa y se pesa de nuevo (Po); de esta forma se conoce la humedad del testigo

$$H = \frac{Ph - Po}{Po} \times 100$$

El resto del testigo, es decir, los 35 cm, aproximadamente, se pesan (esta pesada se efectúa nada más cortarle), con lo que se determina Ph' .

Para determinar Po' basta despejar ésta de la fórmula:

$$H = 100 \times \frac{Ph' - Po'}{Po'}$$

en la que se conoce H , que se determinó con el trozo de madera que se metió en la estufa.

$$(Po' = \frac{100 Ph'}{H + 100})$$

El trozo de madera que se desea en la estufa puede cortarse en varios trozos, pesarse éstos y desecarse; esto facilita la desecación, con lo que la determinación es más rápida.

Una vez al día se sacan los testigos y se pesan; sin embargo, es conveniente, cuando no se tienen datos posteriores, sacar los testigos dos veces al día.

Al pesar los testigos determinamos los sucesivos Ph' ; como Po' es el mismo en cada testigo, conoceremos la H de cada testigo, y

por tanto se controlan las dos condiciones de secado según la cédula que se emplea cuando la humedad media de los testigos lo indica. Es conveniente ir anotando el tiempo transcurrido entre cada cambio de condiciones del secado para en sucesivos secados tener datos aproximados de cómo debe controlarse.

Normalmente se emplean dos tipos de cédulas de secado: las llamadas inglesas, porque las ha confeccionado el Forest Products de Inglaterra; y las americanas, más energéticas y por tanto más rápidas.

Las condiciones de secado de pino silvestre de 50 mm., según una cédula americana, serían (partiendo de una humedad media de los testigos del 40 por 100), las que indica el recuadro inscrito en la parte superior de la página 5.

FASE DE IGUALACION

Se empieza cuando el testigo que está más seco tiene una humedad

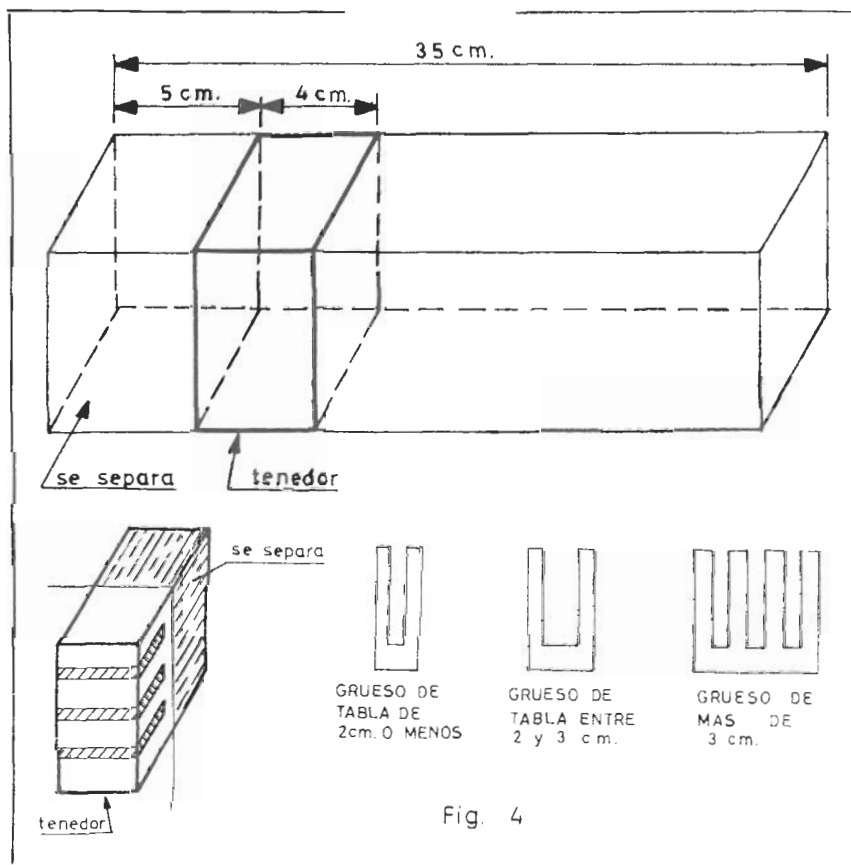


Fig. 4

TABLA I

Diferencia en Grados entre los Termómetros Seco y Húmedo

Termómetro Seco	Diferencia en Grados entre los Termómetros Seco y Húmedo																																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35		
1	63	65	48	31	14	0																															
2	83	67	50	34	19	3	0																														
3	84	69	53	37	23	8	0																														
4	85	70	55	41	26	13	0																														
5	86	71	58	43	31	17	4	0																													
6	86	72	59	46	33	21	8	0																													
7	87	74	60	48	36	24	14	3	0																												
8	87	74	62	50	39	27	18	5	0																												
9	88	75	63	52	41	30	19	9	0																												
10	88	77	64	53	43	32	22	13	3	0																											
11	88	79	65	59	45	35	23	16	7	0																											
12	89	79	87	57	47	37	27	19	10	1																											
13	89	79	88	58	49	39	30	21	13	5	0																										
14	89	79	69	59	50	41	32	24	15	8	0																										
15	90	80	70	81	51	43	34	28	18	11	4	0																									
16	90	80	70	61	53	45	37	30	21	14	6	0																									
17	90	80	71	62	55	47	40	31	23	17	10	8	0																								
18	90	80	72	53	55	48	41	33	25	19	13	6	0																								
19	91	81	72	34	57	50	41	35	29	21	15	9	2	0																							
20	91	81	73	65	58	50	42	37	30	24	17	12	5	0																							
21	91	82	74	66	58	50	44	39	31	25	19	14	7	1																							
22	91	82	74	66	58	51	45	40	32	27	21	17	10	3																							
23	91	83	75	67	59	52	46	41	33	28	23	19	12	6	0																						
24	91	83	75	67	59	53	47	41	34	29	24	10	14	9	3	0																					
25	92	84	76	68	60	54	48	42	36	30	25	20	16	11	6	1																					
26	92	84	76	69	62	55	50	44	39	33	28	28	18	13	9	4	0																				
27	92	84	77	69	62	56	51	46	41	35	30	24	20	15	11	6	1																				
28	92	84	77	70	64	57	52	48	42	37	32	26	22	17	13	8	3	0																			
29	92	85	78	71	65	58	53	49	43	39	34	28	24	18	15	10	5	1																			
30	92	85	79	72	66	59	53	50	45	40	36	30	25	19	16	11	7	2																			
31	92	85	79	72	66	60	54	51	46	41	37	30	26	20	17	13	9	5	1	0																	
32	93	85	80	73	67	61	57	52	47	42	38	32	27	22	19	15	11	9	5	0																	
33	93	86	80	73	67	63	58	53	48	43	39	34	30	24	20	17	13	10	6	2	0																
34	93	86	80	73	68	64	59	54	49	44	40	36	33	26	22	18	14	11	8	4	0																
35	93	86	80	74	68	65	60	55	50	45	41	38	35	28	24	20	16	12	10	6	3	0															
36	93	86	81	74	69	65	61	56	50	45	42	38	35	30	25	22	18	13	11	7	3	1	0														
37	93	86	81	75	69	65	62	56	50	46	42	39	35	31	26	23	19	14	12	9	5	3	2														
38	93	86	81	75	70	66	63	57	51	47	43	40	35	32	27	24	20	15	13	11	7	4	3	2	0												
39	93	87	81	76	70	66	63	57	52	47	43	40	36	33	28	25	22	16	15	12	9	5	4	2	0												
40	93	87	81	76	71	67	64	58	53	48	44	41	37	34	29	26	24	17	16	13	10	7	5	3	0												
41	94	87	82	77	71	67	64	58	53	49	44	41	37	34	29	27	24	18	17	14	11	8	6	4	0												
42	94	87	82	77	72	67	65	59	53	49	45	42	38	35	30	28	25	19	18	15	12	9	7	5	2	0											
43	94	88	82	77	72	68	65	59	53	50	46	43	38	35	31	29	26	20	19	16	12	10	8	6	3	0											
44	94	88	83	78	73	68	65	60	54	50	47	43	39	36	31	30	27	22	20	18	14	12	10	8	5	2	0										
45	94	88	83	78	73	68	66	60	54	51	47	44	39	36	32	30	28	23	21	19	16	13	11	9	6	3	1										
46	94	88	83	78	73	69	66	60	55	51	48	44	40	37	33	31	29	24	22	20	17	14	12	10	7	5	3	0									
47	94	89	84	79	74	69	66	61	56	52	48	45	41	38	34	32	29	25	23	20	18	15	13	11	9	7	5	3	0								
48	94	89	84	79	74	69	67	61	57	53	49	46	42	39	35	33	30	26	24	21	19	16	14	12	10	8	6	4	2	0							
49	95	89	84	79	74	70	67	61	57	53	49	46	43	39	36	34	31	27	25	22	20	17	15	13	11	9	7	5	3	2							
50	95	90	85	80	75	70	67	62	58	54	50	47	44	40	37	35	31	28	26	23	21	18	16	14	12	10	8	6	4	2	0						
52	95	90	86	80	76	71	68	63	59	55	51	48	45	42	39	37	33	31	28	25	23	20	19	17	15	13	11	8	7	6	4	2	0				
54	95	90	87	82	77	73	68	65	60	57	53	49	46	43	40	38	35	32	29	27	24	21	19	17	15	13	11	9	8	6	4	3	2	1	0		
56	95	90	87	82	77	73	69	65	61	57	54	50	47	44	41	39	36	33	30	28	25	23	20	19	17	14	13	11	9	8	6	5	4	2	0		
58	95	90	87	82	77	73	69	65	62	58	55	51	48	45	42	40	37	34	32	29	26	25	22	21	19	16	15	13	10	9	7	6	5	3	2	0	
60	95	90	87	83	77	74	70	66	63	58	55	52	49	46	43	41	38	35	33	30	27	26	24	22	20	18	16	14	12	11	9	8	7	5	4	0	
62	95	90	87	83	78	74	70	66	63	59	56	53	50	47	44	42	39	36	34	32	29	27	25	23	22	19	17	16	14	12	11	10	8	6	5	0	
64	95	90	87	83	78																																

por lo menos del 2 por 100 más seca que la humedad final deseada.

Es necesario realizar esta fase cuando la diferencia de humedad entre los testigos más secos y más húmedos es mayor del 3 por 100.

Las condiciones durante la fase de igualación han de ser tales que sean las correspondientes a una humedad de equilibrio en la madera un 2 por 100 menos que la humedad final deseada.

Por ejemplo:

La humedad final deseada es del 8 por 100.

Los testigos tienen unas humedades del 10, 10, 7, 8, 7 y 6 por 100. La media coincide con la humedad final. Como la diferencia de humedad entre los testigos más secos (6 por 100) y más húmedos (10 por 100) es mayor del 3 por 100, hay que hacer igualación.

Como el testigo más seco (6 por

CEDULA AMERICANA PARA PINO SILVESTRE DE 50 MM.

Temperatura del termómetro seco.	65,5	65,6	71	71	78	82
Temperatura del termómetro húmedo	62,5	61,5	65	62,5	66	68
H % humedad de la madera	40	35	30	25	20	15

(Se ponen las condiciones 65,5 y 62,5 hasta que la media de los testigos alcance el 35 % de humedad, en cuyo momento se ponen las condiciones 65,6 y 61,5 hasta que la media alcance el 30 % y así sucesivamente.)

100) tiene una humedad del 2 por 100 más seca que la media, se puede comenzar la igualación.

Las condiciones de igualación se pondrán las que correspondan, en este caso al 6 por 100 (que es el 8 por 100 menos el 2 por 100).

Se termina la igualación cuando el testigo más húmedo alcanza la humedad final deseada, en el caso del ejemplo, el 8 por 100.

Para el caso del pino silvestre de 50 mm. pueden ponerse las condiciones:

T. termómetro húmedo = 63° C.
T. termómetro seco = 82° C.

ACONDICIONAMIENTO

Se comienza cuando el testigo más húmedo alcanza la humedad final deseada.

Las condiciones corresponden a una humedad de equilibrio en la madera ligeramente más húmeda que la humedad final deseada (3 por 100 en el caso de las resinosas y 4 por 100 en el caso de las frondosas).

Para el caso del pino silvestre

TABLA II

Diferencia en Grados entre los Termómetros Seco y Húmedo

°C	1	1½	2	2½	3	3½	4	4½	5	5½	6	6½	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	25	28
0	16,7	14,0	12,0	10,3	8,8	7,4	6,2	4,7	3,0	1,2																				
5	18,2	15,5	13,8	12,1	10,9	9,5	8,6	7,6	6,5	5,3	4,2	2,9	1,5																	
10	19,4	16,9	15,2	13,5	12,2	11,1	10,5	9,3	8,5	7,6	6,8	5,9	5,2	3,5	1,2															
15	20,2	17,9	16,3	14,6	13,3	12,2	11,3	10,5	9,8	9,0	8,4	7,6	7,0	5,8	4,5	2,9	1,1													
20	20,9	18,6	16,9	15,5	14,1	13,1	12,1	11,4	10,7	10,0	9,4	8,8	8,3	7,2	6,2	5,1	3,9	2,6	1,2											
25	21,3	19,1	17,6	16,1	14,8	13,7	12,8	12,0	11,3	10,7	10,1	9,6	9,1	8,2	7,3	6,5	5,5	4,6	3,7	2,8	1,6									
30	21,5	19,4	18,0	16,5	15,3	14,1	13,3	12,5	11,8	11,2	10,7	10,2	9,8	8,9	8,1	7,3	6,5	5,8	5,1	4,4	3,6	2,6	1,8	1,0						
35	21,6	19,5	18,1	16,7	15,6	14,5	13,7	12,9	12,3	11,8	11,1	10,6	10,2	9,3	8,7	7,9	7,2	6,5	6,0	5,4	4,7	4,0	3,5	3,0	2,4	1,7	0,8			
40	21,7	19,6	18,2	16,9	15,8	14,6	13,9	13,2	12,5	11,9	11,4	10,9	10,5	9,6	9,0	8,3	7,6	7,0	6,5	6,0	5,4	4,9	4,4	4,0	3,5	3,0	2,4	1,9		
45	21,7	19,5	18,2	16,9	15,8	14,7	13,9	13,3	12,7	12,1	11,6	11,1	10,6	9,8	9,2	8,5	7,9	7,3	6,9	6,4	5,9	5,3	5,0	4,6	4,2	3,8	3,3	2,9	1,6	
50	21,5	19,4	18,1	16,7	15,7	14,7	13,9	13,4	12,7	12,1	11,6	11,1	10,7	9,9	9,3	8,7	8,0	7,5	7,1	6,6	6,2	5,7	5,3	5,0	4,6	4,3	3,9	3,5	2,5	1,3
55	21,3	19,3	17,9	16,6	15,6	14,6	13,8	13,3	12,6	12,0	11,6	11,1	10,7	9,9	9,3	8,7	8,1	7,6	7,2	6,8	6,3	5,9	5,5	5,2	4,9	4,6	4,3	3,9	3,1	2,1
60	21,0	19,0	17,6	16,3	15,4	14,4	13,7	13,2	12,5	11,9	11,5	11,0	10,6	9,8	9,3	8,7	8,1	7,6	7,3	6,9	6,4	6,0	5,7	5,3	5,1	4,7	4,5	4,2	3,4	2,6
65	20,6	18,8	17,4	16,1	15,1	14,2	13,5	13,0	12,3	11,8	11,3	10,9	10,5	9,7	9,2	8,6	8,1	7,6	7,2	6,9	6,5	6,0	5,7	5,4	5,1	4,9	4,6	4,3	3,6	2,9
70	20,2	18,5	17,1	15,8	14,8	13,9	13,3	12,7	12,1	11,6	11,1	10,7	10,3	9,6	9,1	8,5	8,0	7,5	7,2	6,8	6,4	6,0	5,8	5,5	5,2	4,9	4,7	4,4	3,8	3,1
75	19,7	18,1	16,7	15,4	14,5	13,7	13,1	12,5	11,8	11,3	10,9	10,5	10,1	9,5	9,0	8,4	7,9	7,4	7,1	6,7	6,4	6,0	5,7	5,4	5,2	4,9	4,7	4,5	3,8	3,2
80	19,4	17,7	16,4	15,1	14,3	13,4	12,8	12,2	11,6	11,1	10,7	10,3	9,9	9,3	8,8	8,2	7,7	7,3	6,9	6,6	6,3	5,9	5,7	5,4	5,2	4,9	4,7	4,5	3,9	3,3
85	19,0	17,3	16,0	14,8	14,0	13,2	12,6	12,0	11,4	10,9	10,5	10,1	9,8	9,1	8,6	8,0	7,5	7,1	6,8	6,5	6,1	5,9	5,6	5,3	5,1	4,9	4,7	4,5	3,9	3,3
90	18,6	17,0	15,7	14,6	13,9	13,0	12,4	11,9	11,3	10,8	10,4	10,0	9,6	9,0	8,5	7,8	7,3	7,0	6,6	6,3	6,0	5,7	5,5	5,2	5,0	4,8	4,6	4,4	3,8	3,3
95	18,3	16,6	15,4	14,4	13,6	12,8	12,3	11,7	11,2	10,7	10,3	9,9	9,5	8,9	8,3	7,7	7,2	6,9	6,5	6,1	5,8	5,6	5,4	5,1	4,9	4,7	4,5	4,3	3,8	3,2
100	18,0	16,3	15,2	14,2	13,4	12,7	12,1	11,6	11,1	10,6	10,2	9,8	9,4	8,8	8,2	7,6	7,1	6,8	6,4	6,0	5,7	5,4	5,2	5,0	4,7	4,5	4,4	4,2	3,7	3,2

Temperatura del Termómetro Seco

de 50 mm. pueden ponerse las condiciones de:

T. termómetro húmedo = $76,5^{\circ}$ C.
T. termómetro seco = 82° C.

Se termina cuando lo indiquen unos testigos denominados tenedores. Los tenedores se sacan de la siguiente forma: De cada uno de los testigos que tenemos (que tienen unos 35 cm. de longitud) se corta un trozo de madera transversalmente de una longitud de unos 4 cm., dejando al extremo del testigo otros 5 cm. (ver fig. 4).

Transcurrido un cierto tiempo de la fase de acondicionamiento se sacan los testigos y se hacen los tenedores, introduciendo de nuevo los testigos en el secadero.

Si los tenedores doblan sus puntas exteriores hacia adentro, es decir, pinzan la sierra al cortarlos, el acondicionamiento debe prolongarse unas horas más. Si las puntas exteriores permanecen derechas o bien doblan hacia fuera una distancia igual o menor que el grueso de las puntas, se puede

La Feria Internacional de Hannover de 1971

Del 22 al 30 de abril próximo se celebrará esta Feria, de prestigio mundial, que incluye este año maquinaria para trabajar la madera y equipos para explotaciones madereras, como todos los años impares.

Como de costumbre, informaremos de aquellos avances técnicos que se ofrezcan al público.

dar por terminado el secado. Si las puntas doblaran hacia fuera demasiado, es señal de que el acondicionamiento se ha pasado y habría que poner el secadero en unas condiciones de más sequedad, es decir, disminuyendo la temperatura del termómetro húmedo (puede ponerse a las condiciones de la fase de igualación), teniendo la

precaución de controlar al poco tiempo para no pasarse de nuevo en el otro sentido. Si hubiera que continuar el acondicionamiento al cabo de unas horas, debe cortarse otro tenedor de los testigos que quedan en el secadero.

Una vez libre de tensiones la madera, se saca la carga del secadero y se deja enfriar antes de su utilización.

Cuando los aparatos de registro del secadero indican las temperaturas del termómetro seco y la humedad relativa del aire, para determinar la temperatura del termómetro húmedo, necesaria para poder aplicar las cédulas de secado, hay que recurrir a la tabla I. Así, si el termómetro seco marca 60° C. y la humedad relativa del aire es del 43 por 100, la diferencia en grados entre los termómetros seco y húmedo es de 15, luego el termómetro húmedo marcaría 45° C.

En estas condiciones, la humedad de equilibrio en la madera sería recurriendo a la tabla II, del 6,4 por 100.