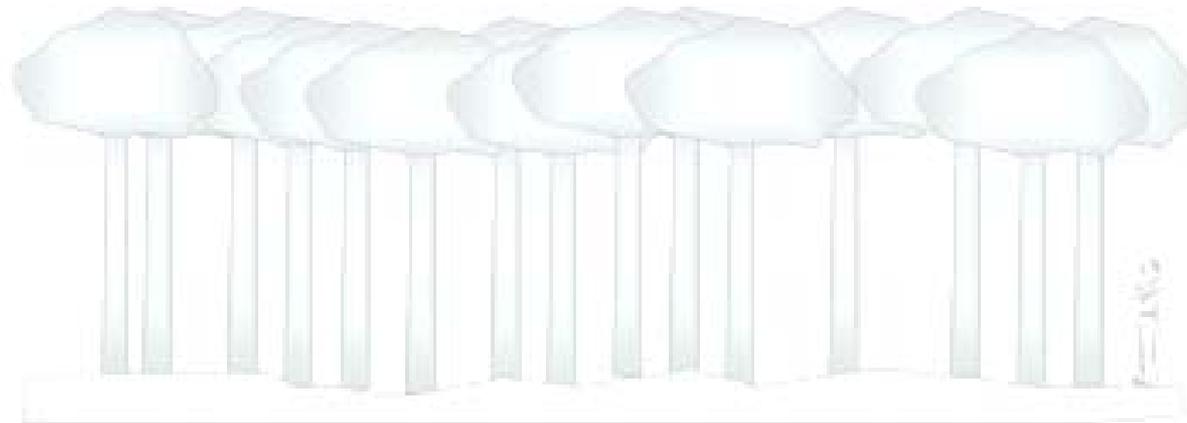




TEMA Nº 18: CUBICACIÓN DE MASAS FORESTALES (II). PROCEDIMIENTO DE “ÁRBOLES TIPO”, DEL “ÁRBOL MEDIO” O “VALORES MODULARES”.





Cubicación por "árboles tipo", "árbol medio" o "valores modulares"

Esta metodología fue la habitualmente utilizada en los Inventarios forestales "pie a pie" en Europa hasta los años 1950-60. (interesa conocerla). Hacemos a la vez una descripción del procedimiento de este tipo de inventarios.

INVENTARIOS PIE A PIE

Constan de dos fases:

1ª fase/ Se mide el "dn" de todos los árboles de la masa a inventariar y se agrupan en C.D. de 10 cm. de amplitud.

2ª fase/ Se buscan los valores que representen o resuman las características medias de cada c.d., (serán los "valores modulares"), a través de la selección de unos pocos árboles, "árboles tipo", a los que se les hacen mediciones muy completas.

Estos "valores modulares" serán los utilizados para la cubicación de la masa.



Primera fase

- Se fija como diámetro mínimo medible 10 cm. (*no como diámetro propiamente inventariable a efectos de su cubicación*)

Se realiza un inventario "pie a pie" denominado así porque se miden los "dn" de todos los árboles de $dn \geq 10$ cm. de la masa con apreciación de 0,5 cm., anotándose detalladamente los diámetros normales medidos en estadillos preparados al efecto, agrupados por C.D de 10 cm. de amplitud. Esto es lo que denominamos "*enumeración completa de todos los diámetros medidos*".

CD 40-50			
Arbol n°	dn	Arbol n°	dn
1		101	
2		102	
3		103	
4		104	
5		105	
6		106	
7		107	
8		108	
.....		

CD 50-60			
Arbol n°	dn	Arbol n°	dn
1		101	
2		102	
3		103	
4		104	
5		105	
6		106	
7		107	
8		108	
.....		

CD 60-70			
Arbol n°	dn	Arbol n°	dn
1		101	
2		102	
3		103	
4		104	
5		105	
6		106	
7		107	
8		108	
.....		



Con los datos de los "dn" agrupados en CD de 10 cm. de amplitud, obtenemos el diámetro medio, "Dg" o "Dm", de cada C.D. de los pies mayores.

$d_{mm} = 10 \text{ cm.}$

(diámetro
mínimo
medible)

C D (cm.)	Nº pies	Dg
10-20	N_{10-20}	
20-30	N_{20-30}	Dg_{20-30}
30-40	N_{30-40}	Dg_{30-40}
40-50	N_{40-50}	Dg_{40-50}
50-60	N_{50-60}	Dg_{50-60}
60-70	N_{60-70}	Dg_{60-70}
> 70	$N_{>70}$	$Dg_{>70}$

$d_{mi} = 20 \text{ cm.}$

(diámetro
mínimo
inventariable)

Finaliza aquí la Primera fase del Inventario pie a pie.



2ª Fase : Selección de "árboles tipo" y determinación de valores modulares

- *Consiste en la selección con una cierta subjetividad de un número de árboles de cada C.D. que resuman sus características medias.*
- *Habitualmente se toman entre 10 y 20 árboles de cada C.D. En ocasiones alguno menos si C.D. con pocos árboles.*

Nota: No confundir el concepto de "árbol tipo" con el de "árbol muestra" que son los que en los inventarios forestales por muestreo se toman para medir parámetros complementarios al diámetro (h, Dcopa, crecimientos, corteza,...) y luego realizar ajustes de regresión.



Modos de selección de "árboles tipo"

Existen dos formas de proceder:

Procedimiento A

Ha sido el procedimiento habitual (hasta I.O.M.A. 1930).

En el monte se eligen árboles cuyo dn sea similar al Dg, de la C.D. correspondiente y cumplan las siguientes condiciones:

- Ser de una altura similar a la media de los de la C.D.
- Deben tener una "sección normal" lo más circular posible
- Ser de tronco recto
- Con la copa bien conformada



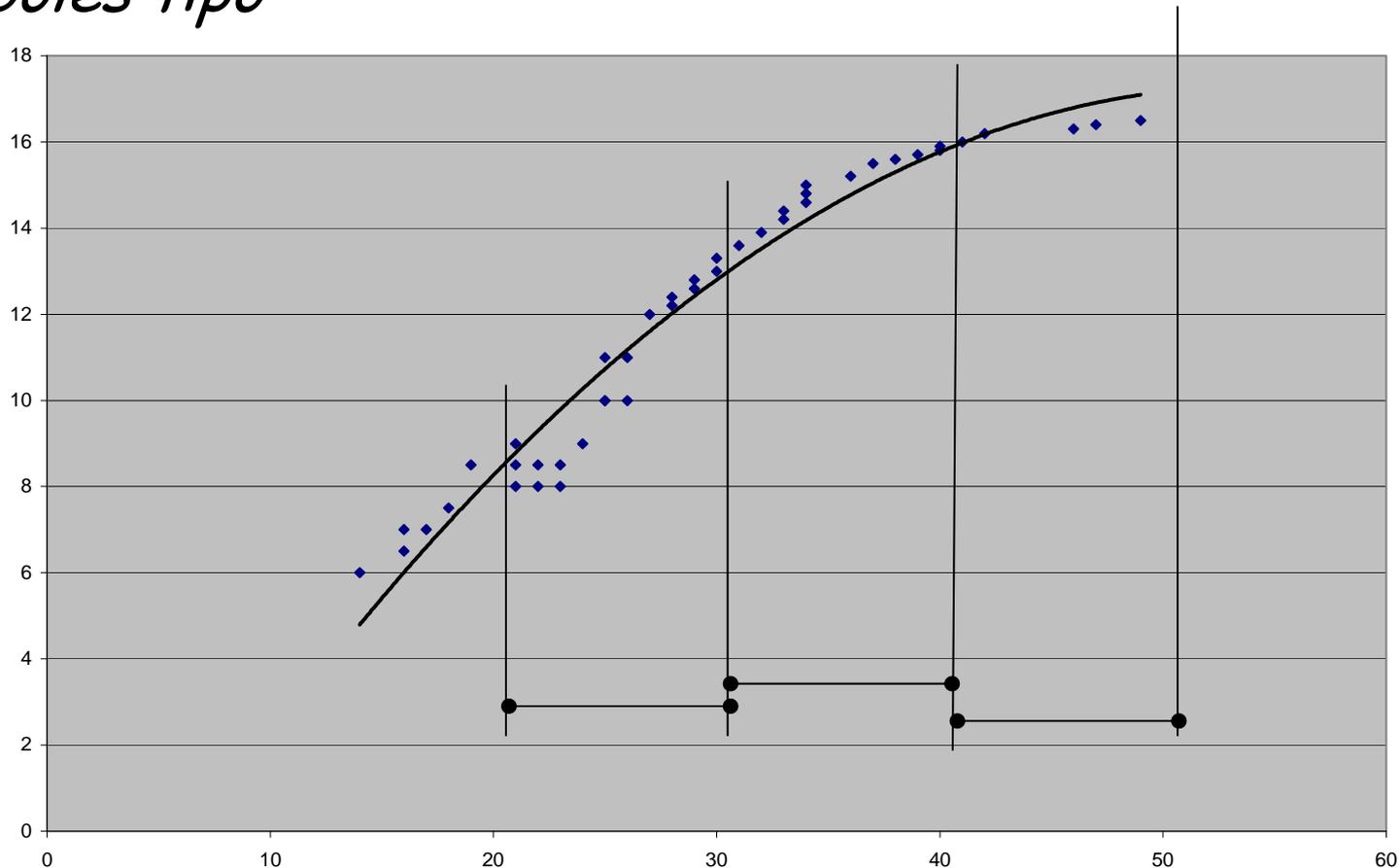
Dasometría / Celedonio López Peña

Procedimiento B



POLITÉCNICA

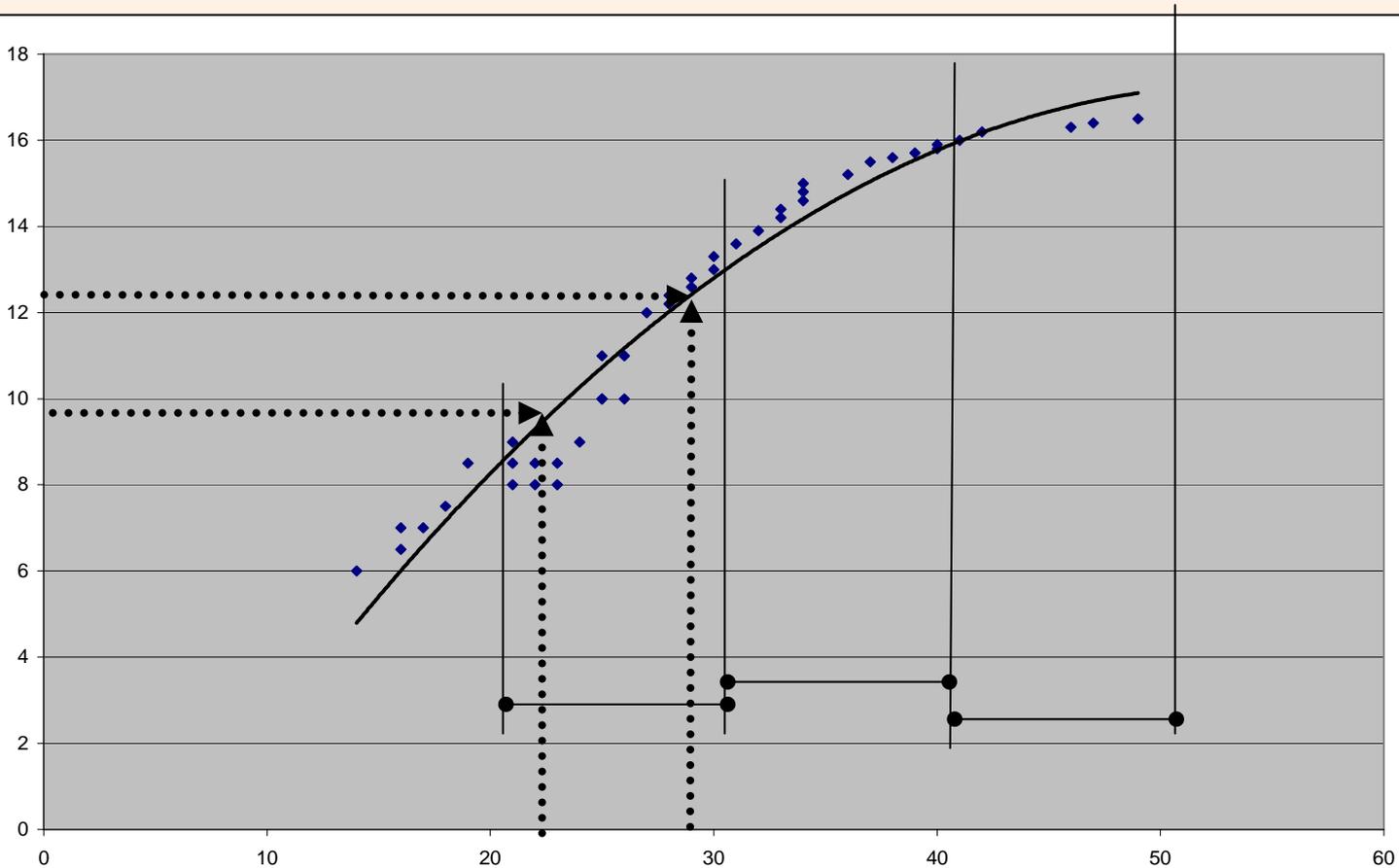
- En el monte se miden alturas (h) y "dn" de una muestra aleatoria de árboles de todas las CD.
- Con ella se realiza un ajuste de regresión h/dn .
- Apoyándose en esta relación de regresión se seleccionan los "árboles tipo"



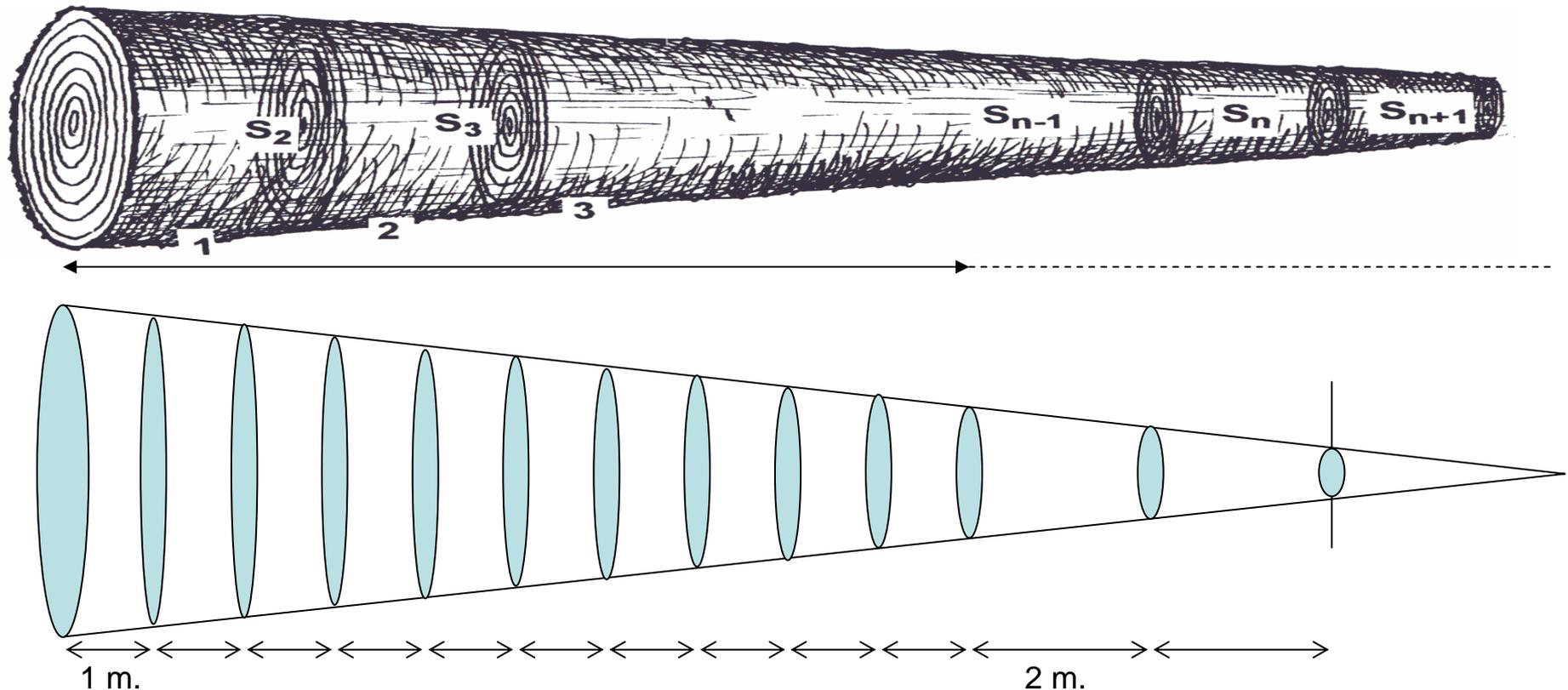


Procedimiento B

De cada C.D., se eligen árboles que cumplan las condiciones señaladas por la curva de ajuste, de tal manera que los árboles seleccionados tengan una relación dn/h similar al que refleja la curva.



De una u otra manera, los árboles elegidos como "tipo" son apeados, desramados y medidos en el suelo por secciones o trozas a intervalos de uno o de dos metros.



Lo habitual es, que los diez primeros metros del fuste resultante, se dividan en trozas de un metro y el resto, hasta el rabeón en trozas de dos metros.



Mediciones en cada árbol tipo

En cada árbol seleccionado, se hacen las siguientes mediciones:

- a) El diámetro normal con corteza.
- b) Los diámetros de los centros o en los extremos de las trozas resultantes por doble medida en cruz aproximada al mm.
- c) La altura total y la altura maderable (fuste).
- d) El espesor diametral de corteza en la sección normal y en las secciones centrales o extremas de las trozas.
- e) Los crecimientos diametrales en los 10 o 5 últimos años de todas las secciones resultantes de la división en trozas.
- f) La edad por conteo de los anillos del tocón o sección inferior de la troza base.
- g) El volumen de leñas en m^3 , estéreos, o su peso en Kg.



Variables obtenidas de cada "árbol tipo" con los datos medidos

- a) El volumen del fuste con corteza, V_{cc} , por aplicación de la fórmula de HUBER (diámetro al centro) o Smalian (diámetro en los extremos) a la cubicación de las trozas.
- b) El volumen del fuste sin corteza, V_{sc} actual y hace 10 ó 5 años.
- c) Los coeficientes mórficos (f) del fuste con corteza y sin corteza referidos a la altura de fuste, o a la altura total.
- d) Las alturas mórficas o reducidas (hf o hr), con corteza y sin corteza resultantes de dividir los respectivos volúmenes por su sección normal.
- e) El crecimiento relativo anual en volumen sin corteza en los n (5 ó 10) últimos años por la fórmula de PRESSLER y de BREYMANN.
- g) La proporción en % de volumen de leñas respecto al volumen del fuste con corteza.



Definición de Valores Modulares para cada C.D.

Se obtiene para cada C.D., la media aritmética de los distintos parámetros medidos y de los distintos valores obtenidos en los "árboles tipos".

Tenemos así para cada C.D. unos "valores modulares", que se supone son los que mejor representan las características medias de la C.D. en cuestión.

Estos valores modulares son los que nos servirán como referencia para cuantificar las existencias en los inventarios pie a pie.

Por ejemplo si el valor modular del Vcc de la C.D. 30-40 es de $0,896 \text{ m}^3$, y tenemos $135,2 \text{ pies/Ha.}$ de dicha C.D., el Vcc total /Ha. que corresponde a los árboles de la misma será:

$$\text{Vcc total/Ha.}_{30-40} = 135,2 \text{ pies/Ha.} \cdot 0,896 \text{ m}^3 / \text{pie} = 121,1 \text{ m}^3 / \text{Ha.}$$

Resumiendo: *Dasometría / Celedonio López Peña*

Con los datos de la fase Fase 1ª en un Cantón de 42 Has. reflejamos la Función de distribución Diamétrica y del Área Basimétrica.



POLITECNICA

Distribución del N° de pies y del Area Basimétrica				
C.D. (cm.)	N° pies/Ha.	N° pies/ Cantón	Diámetro medio C.D.	A.B. m ² /Ha.
Pies menores	73,4	3.082		
20-29	99,4	4.174	23,7	3,24
30-39	135,2	5.678	35,9	13,68
40-49	64,8	2.721	44,1	9,90
50-59	2,6	109	56,5	0,37
60-69	1,5	63	62,8	0,46
totales	376,9	15.829		27,65



Luego se seleccionan entre 10-20 árboles tipo por C.D. y se les mide a cada uno, lo que se refleja en el estadillo siguiente:

Monte:... Cuartel.... Cantón.... Rodal.... Arbol nº
Especie... Edad ... Altura total (dm.)... Altura de fuste (dm.)...
dn c.c (mm.)..... Espesor diametral de corteza (mm.).... Leñas (Kgs.)....

Troza nº	Diametro al centro (mm.)	Espesor corteza(mm.)	Crecimiento 10 años (mm.)	Longitud troza (dm.)



Luego se seleccionan entre 10-20 árboles tipo por C.D. y se les mide a cada uno, lo que se refleja en el estadillo siguiente:

Monte: Los Haidíos - Cuartel: A - Cantón: 7 - Rodal: 3 - Arbol n° 14

Especie: 71 - Altura total (dm.): 180 - Altura de fuste (dm.): 158

Edad :84 - dn c.c (mm.): 570 - corteza (mm.): 12 - Leñas (Kgs.):1.640

Troza n°	Diametro al centro (mm.)	Espesor corteza(mm.)	Crecimiento 10 años (mm.)	Longitud troza (dm.)
1	580	12	25	10
2	550	10	22	10
3	510	9	21	10
4	485	8	23	10
5	470	8	20	10
6	420	8	22	20



Con las medidas realizadas calculamos valores de las siguientes variables de cada "árbol tipo"

Monte: Los Haidíos - Cuartel: A - Cantón: 7 - Rodal: 3 - Arbol n° 14

Especie: 71 - Altura total (dm.): 180 - Altura de fuste (dm.): 158

Edad :84 - dn c.c (mm.): 570 - corteza (mm.): 12 - Leñas (Kgs.):1.640

troza n°	dnm	es cor	crec 10	long troza	vcc	vsc	vsc -10	crec period (10)
1	580	12	25	10	264,21	242,8	221,45	21,34
2	550	10	22	10	237,58	220,6	202,7	17,94
3	510	9	21	10	204,28	190,1	174,2	15,88
4	485	8	23	10	184,75	172,8	156,2	16,53
5	470	8	20	10	173,49	161,9	147,9	13,95
6	420	8	22	20	277,09	256,4	229,2	27,16
7	385	7	18	20	232,83	216,2	195,7	20,47
8	330	6	22	20	171,06	158,9	137,6	21,22
9	260	5	20	20	106,19	98,2	83,1	15,08
10	190	5	20	20	56,71	50,9	40,2	10,68
11	150	4	18	8	14,14	12,7	9,7	3,01



Monte: Los Haidíos - Cuartel: A - Cantón: 7 - Rodal: 3 - Arbol nº 14

Con las medidas realizadas calculamos valores de las siguientes variables de cada "árbol tipo"

Especie: 71 - Altura total (dm.): 180 - Altura de justie (dm.): 158

Edad :84 - dn c.c (mm.): 570 - corteza (mm.): 12 - Leñas (Kgs.):1.640

Diametro al centro (mm.)	Espesor corteza (mm.)	Crecimiento - 10 años (mm.)	Longitud troza (dm.)	Volumen troza c.c (dm ³ .)	Volumen troza s.c (dm ³ .)	Volumen troza s.c (dm ³ .) - 10 años	Crecimiento periódico en - diez años (dm ³ .)
580	12	25	10	264,2	242,8	221,45	21,34
550	10	22	10	237,6	220,6	202,7	17,94
510	9	21	10	204,3	190,1	174,2	15,88
485	8	23	10	184,8	172,8	156,2	16,53
470	8	20	10	173,49	161,9	147,9	13,95
420	8	22	20	277,1	256,4	229,2	27,16

TOTALES	Longitud troza (dm.)	Volumen troza c.c (dm ³ .)	Volumen troza s.c (dm ³ .)	Volumen troza s.c (dm ³ .) - 10 años	Crecimiento periódico en - diez años (dm ³ .)
	158	1.922	1.781	1.598	183,26



Monte: Los Haidíos - Cuartel: A - Cantón: 7 - Rodal: 3 - Arbol n° 14

Especie: 71 - Altura total (dm.): 180 - Altura de fuste (dm.): 158

Edad :84 - dn c.c (mm.): 570 - corteza (mm.): 12 - Leñas (Kgs.):1.640



POLITÉCNICA

TOTALES	Longitud troza (dm.)	Volumen troza c.c (dm ³ .)	Volumen troza s.c (dm ³ .)	Volumen troza s.c (dm ³ .) - 10 años	Crecimiento periódico en - diez años (dm ³ .)
		158	1.922	1.781	1.598

	Con corteza	Sin corteza
Diámetro normal (cm.)	57	54,6
Coeficiente mórfico (f)	0,41	0,38
Altura reducida(m.) (hr)	7, 33	6,79
Volumen (dm ³)	1.922	1.781

Leñas gruesas		
(Kgs.)	(estereos)	% Vfuste
1000	1	52

Crecimiento en volumen en % en los últimos 10 años.	1,085 % anual
$P_V \% = \frac{200}{10} \frac{V - V_{-10}}{V + V_{-10}}$	



Con los valores de las variables significativas obtenidas en cada "árbol tipo", agrupándolos por C.D. y calculando la media aritmética de las mismas, obtenemos los "valores modulares" de cada C.D.



Relación de “árboles tipo” y “valores modulares”, obtenidos en un inventario para su cubicación. Los “árboles tipo” se han seleccionado por el procedimiento “B”.

C.D.	nº	dn (cm.)	Vcc (dm ³)	% Vcorteza	f	hr (m.)	Pv %	% leñas fuste	Valores modulares
20-30	1	23	242	17	0,52	5,8	4,3	24	Vcc=386,3 dm³ P% corteza =15,3 % f= 0,53 hr= 7,5 m. Pv(%)^{anual} = 3,8 Leñas(%)fuste= 27,7%
	2	22,5	374	18	0,55	7,3	4,5	28	
	3	24,5	387	16	0,55	8,2	4,1	30	
	4	25,5	430	13	0,51	8,4	3,9	28	
	5	28,5	463	13,5	0,52	7,3	3,1	33	
	6	28,5	425	14	0,56	6,7	2,9	35	
	7	26,5	320	17	0,54	5,8	3,5	30	
	8	27	446	16	0,50	7,8	3,6	26	
	9	25	327	14	0,51	6,7	3,9	25	
	10	21	244	14	0,56	7,0	4,6	24	
	11	22	374	16	0,52	9,8	4,6	24	
	12	29	604	15	0,49	9,1	2,9	25	
30-40	1	30,5	840	13	0,51	11,5	2,4	35	Vcc=872,4 dm³ P% corteza =13,2 % f= 0,51 hr= 9,4 m. Pv(%)^{anual} = 2,1 Leñas(%)fuste= 39 %
	2	39	820	12	0,49	6,7	1,8	39	
	3	36	788	11	0,51	7,7	1,9	45	
	4	35,5	1080	13	0,50	10,9	2,0	40	
	5	32	850	12	0,53	10,6	2,3	38	
	6	33	1037	14	0,52	12,1	2,4	39	
	7	34,5	802	15	0,51	8,6	2,1	36	
	8	37,5	904	11	0,48	8,2	1,9	40	
	9	31	829	15	0,51	11,0	2,5	35	
	10	38,5	874	13,5	0,49	7,5	1,7	42	
	11	34	750	16	0,52	8,3	2,1	40	
	12	34,5	895	13	0,51	9,6	2,0	39	
40-50	1	43	1550	12	0,49	10,7	1,6	40	Vcc=1.440 dm³ P% corteza =10,82 % f= 0,49 hr= 9,5 m. Pv(%)^{anual} = 1,6 Leñas(%)fuste= 43 %
	2	47,5	1751	9,5	0,47	9,9	1,4	45	
	3	41,5	1290	10	0,50	9,54	1,7	43	
	4	49	1600	8,5	0,44	8,5	1,3	42	
	5	46	1545	9,5	0,48	9,3	1,5	45	
	6	42	1300	11	0,51	9,4	1,8	42	
	7	41	1350	12	0,50	10,2	1,7	44	
	8	43,5	1430	11,5	0,49	9,7	1,6	46	
	9	42	1152	14	0,51	8,3	1,8	40	
50-60	1	57	2015	9,5	0,44	7,9	1,1	55	Vcc=1.871 dm³ P% corteza =8,8 % f= 0,47 hr= 8,3 m. Pv(%)^{anual} = 1,1 Leñas(%)fuste= 52 %
	2	51	1850	10	0,49	9,1	1,2	49	
	3	52,5	1745	8	0,49	8,1	1,1	50	
	4	54	1842	8,5	0,46	8,0	1,1	52	
	5	53	1904	8	0,48	8,6	1,2	54	



Relación de “árboles tipo” y “valores modulares”, obtenidos en un inventario para su cubicación. Los “árboles tipo” se han seleccionado por el procedimiento “B”.

C.D.	nº	dn (cm.)	Vcc (dm ³ .)	% Vcorteza	f	hr (m.)	Pv %	% leñas /fuste	Valores modulares
20-30	1	23	242	17	0,52	5,8	4,3	24	$V_{cc}=386,3 \text{ dm}^3$ $P\%_{\text{ corteza}}=15,3 \%$ $f= 0,53$ $hr= 7,5 \text{ m.}$ $Pv(\%)_{\text{ anual}} = 3,8$ $Leñas(\%)/\text{fuste}= 27,7\%$
	2	22,5	374	18	0,55	7,3	4,5	28	
	3	24,5	387	16	0,55	8,2	4,1	30	
	4	25,5	430	13	0,51	8,4	3,9	28	
	5	28,5	463	13,5	0,52	7,3	3,1	33	
	6	28,5	425	14	0,56	6,7	2,9	35	
	7	26,5	320	17	0,54	5,8	3,5	30	
	8	27	446	16	0,50	7,8	3,6	26	
	9	25	327	14	0,51	6,7	3,9	25	
	10	21	244	14	0,56	7,0	4,6	24	
	11	22	374	16	0,52	9,8	4,6	24	
	12	29	604	15	0,49	9,1	2,9	25	
30-40	1	30,5	840	13	0,51	11,5	2,4	35	$V_{cc}=872,4 \text{ dm}^3$ $P\%_{\text{ corteza}}=13,2 \%$ $f= 0,51$ $hr= 9,4 \text{ m.}$ $Pv(\%)_{\text{ aual}} = 2,1$ $Leñas(\%)/\text{fuste}= 39 \%$
	2	39	820	12	0,49	6,7	1,8	39	
	3	36	788	11	0,51	7,7	1,9	45	
	4	35,5	1080	13	0,50	10,9	2,0	40	
	5	32	850	12	0,53	10,6	2,3	38	
	6	33	1037	14	0,52	12,1	2,4	39	
	7	34,5	802	15	0,51	8,6	2,1	36	
	8	37,5	904	11	0,48	8,2	1,9	40	
	9	31	829	15	0,51	11,0	2,5	35	
	10	38,5	874	13,5	0,49	7,5	1,7	42	



30-40	4	35,5	1080	13	0,50	10,9	2,0	40	<p>$V_{cc}=872,4 \text{ dm}^3$</p> <p>$P\%_{\text{ corteza}}=13,2 \%$</p> <p>$f= 0,51$</p> <p>$hr= 9,4 \text{ m.}$</p> <p>$Pv(\%)_{\text{ anual}}= 2,1$</p> <p>$Leñas(\%)/fuste= 39 \%$</p>
	5	32	850	12	0,53	10,6	2,3	38	
	6	33	1037	14	0,52	12,1	2,4	39	
	7	34,5	802	15	0,51	8,6	2,1	36	
	8	37,5	904	11	0,48	8,2	1,9	40	
	9	31	829	15	0,51	11,0	2,5	35	
	10	38,5	874	13,5	0,49	7,5	1,7	42	
	11	34	750	16	0,52	8,3	2,1	40	
	12	34,5	895	13	0,51	9,6	2,0	39	
40-50	1	43	1550	12	0,49	10,7	1,6	40	<p>$V_{cc}=1.440 \text{ dm}^3$</p> <p>$P\%_{\text{ corteza}}=10,82 \%$</p> <p>$f= 0,49$</p> <p>$hr= 9,5 \text{ m.}$</p> <p>$Pv(\%)_{\text{ anual}}= 1,6$</p> <p>$Leñas(\%)/fuste= 43 \%$</p>
	2	47,5	1751	9,5	0,47	9,9	1,4	45	
	3	41,5	1290	10	0,50	9,54	1,7	43	
	4	49	1600	8,5	0,44	8,5	1,3	42	
	5	46	1545	9,5	0,48	9,3	1,5	45	
	6	42	1300	11	0,51	9,4	1,8	42	
	7	41	1350	12	0,50	10,2	1,7	44	
	8	43,5	1430	11,5	0,49	9,7	1,6	46	
	9	42	1152	14	0,51	8,3	1,8	40	
50-60	1	57	2015	9,5	0,44	7,9	1,1	55	<p>$V_{cc}=1.871 \text{ dm}^3$</p> <p>$P\%_{\text{ corteza}}=8,8 \%$</p> <p>$f= 0,47$</p> <p>$hr= 8,3 \text{ m.}$</p> <p>$Pv(\%)_{\text{ anual}}= 1,1$</p> <p>$Leñas(\%)/fuste= 52 \%$</p>
	2	51	1850	10	0,49	9,1	1,2	49	
	3	52,5	1745	8	0,49	8,1	1,1	50	
	4	54	1842	8,5	0,46	8,0	1,1	52	
	5	53	1904	8	0,48	8,6	1,2	54	



Estos "valores modulares", son los que en la segunda fase del inventario pie a pie", nos permitirán cubicar la masa y obtener otra información de la misma sobre crecimientos, cantidad de leñas,...etc.

Con los datos de la fase 2^a en un Cantón de 42 Has.

C.D. (cm.)	Nº pies/Ha.	Nº pies/ Cantón	Valor modular volumen (m ³)	Volumen (m ³ /Ha.)	Volumen (m ³ /Cantón)
Pies menores	73,4	3.082			
20-29	99,4	4.174	0,3863	38,4	1.612,8
30-39	135,2	5.678	0,8724	117,95	4.954,0
40-49	64,8	2.721	1,440	93,31	3.919,0
50-59	2,6	109	1,871	4,86	204,1
60-69	1,5	63	1,871	2,81	118,0
totales	376,9	15.829		257,33	10.808



Consideraciones

En la actualidad los inventarios-cubicación pie a pie apenas se realizan

Solo en superficies muy pequeñas en las que no sea aconsejable el muestreo o donde se requiera mucha precisión.

Interesa conocer su dinámica y la manera de interpretar y utilizar los valores modulares. Muchos montes ordenados de antiguo fueron inventariados por este procedimiento y se continúan utilizando los valores modulares.

Experimentalmente se ha comprobado que metodología precisa.

Estadísticamente no podemos reflejar la fiabilidad de los resultados obtenidos.