

II. ENSAYOS INSTRUMENTALES DENDROEPIDOMÉTRICOS. BOSQUEJO DE “ESTACIÓN TOTAL”.

DIODORO SOTO

DOCTOR INGENIERO FORESTAL. ROMERO ROBLEDO, 13, 4^oC. 28008 MADRID.

RESUMEN

Se ensaya la calidad técnica, el rendimiento y el coste de los dendrómetros en uso y se bosqueja una “estación total”.

SUMMARY

The technical quality, efficiency and cost of the dendrometers in use are tested, and a “total station” is outlined.

INTRODUCCION

El dendrómetro que mide diámetros a diferentes alturas del árbol sigue siendo necesario para la creación de modelos geométricos asimilables a los dendrotipos en cualquier grado de aproximación. Las técnicas electrónicas e informáticas no han sido aplicadas todavía a la medición forestal mediante un dendrómetro manual computarizado (*DC*) con toda su cadena de medida sensorizada, compatible con *G.P.S.* y *G.I.S.* y con los programas de Dendrometría, Epidimetría y Ordenación, *estación total*. Tampoco existe un estudio integral sistematizado de errores dendrométricos. Este trabajo es complementario del denominado “I. Análisis y algoritmo dendrométrico, teoría de errores” y aborda varios ensayos sobre errores instrumentales y su repercusión en el error probable total y diseña un dendrómetro “estación total”.

MATERIALES Y MÉTODOS

La Dendrometría debe su implantación al desarrollo industrial del siglo XVIII que convirtió a la madera en un bien escaso, a proteger con técnicas dasocráticas y selvícolas y, desde entonces, sus instrumentos más notables han sido: forcípula curva de Varenne de Fenille en 1790; escuadra de Arbois de Jubainville en 1820; forcípula recta hacia 1825; teodolito topográfico hacia 1830; dendrómetro de Sanlaille en 1842; hipsómetro de Burckhardt en 1866; regla de Christen en 1891; aplicación fotográfica de Kerville en 1895; forcípula óptica de Fiedrich en 1920; forcípula findandesa en 1950; relascopio (*R*) de Bitterlich en 1951; teledendrómetro (*TD*) de Barr and Stroud en 1953; forcípula óptica de Wheeler (*W*) en 1962; hipsómetros Blume Leis: Suunto y Silva en 1965; telerrelascopio (*TD*) de Bitterlich en 1972 y dendrómetro Criterion (*C*) en 1994, cuyas iniciales entre paréntesis, servirán de identificación en lo sucesivo. El desarrollo del muestreo estadístico y de la fotografía aérea aplicados en la II G.M. favoreció, al fin de esta, su introducción en numerosas técnicas civiles, entre ellas las forestales, y se desecharon los inventarios pie a pie con la adopción definitiva del muestreo aleatorio estratificado, basado en la aerofotografía de buena escala y en los primeros dendrómetros manuales capaces de medir alturas de árboles y diámetros a cualquier altura.

La luminosidad en la medición forestal. Cuando se proyecta parcialmente un tronco de un árbol a medir situado a l metros del operador y traslapado sobre otro a L metros a su fondo, puede surgir la dificultad de no ver con nitidez el perfil del primero y aún su total confusión que se puede calcular según las leyes fotométricas para un índice λ de luminosidad cualquiera y una sensibilidad n del ojo en la apreciación diferencial del albedo a igualdad de iluminación en los dos troncos, según la ecuación: $\lambda(1/l^2) - \lambda \cdot 1/L^2 \geq n \cdot \lambda$ (1) y cuando λ es igual en los dos troncos, ambos al sol o a la sombra: $L^2 - l^2 / (L^2 \cdot l^2) \geq n$; $L = (1 / [(1/l^2) - n])^{1/2}$ (2); $l = (1 / [(1/L^2) + n])^{1/2}$ (3). El valor de n para ojos emétopes (normales) o amétopes corregidos, en condiciones luminosas mínimas de 350 lux. dentro de masas arboladas, varía según las personas, entre 0,005 y 0,003 y la figura 1 muestra las distancias de confusión $L-l$ para $n=0,003$, $n=0,004$ y $n=0,005$, y la ordenada máxima tangente a cada curva de n es la distancia límite al árbol próximo, a partir de la cual se produce la confusión total: 18,25 m. para $n=0,003$; 15,81 m. para $n=0,004$ y 14,14 m. para $n=0,005$. Estos valores permiten la medición de la mayor parte de los árboles de las parcelas de muestreo, pero si la posición de algunos impide su distinción, bastará que el operador se desplace ligeramente hacia su derecha o su izquierda para evitar el traslapo causante de la confusión. Los instrumentos con visores ópticos amplificadores no están sometidos a esta restricción porque, en la práctica, provocan un corrimiento centrífugo de las curvas de confusión aumentando las distancias límites en proporción a su aumento. Se desprende también que el contraste luminoso entre los troncos medidos y su fondo, (vegetación, suelo, nubes o cielo) es función del índice λ y que cuando $\lambda=0$, oscuridad absoluta, $n \cdot \lambda=0$ y el ojo no ve.

Fotografía dendrométrica. En el triángulo fotográfico de la figura 2 en el que h representa la altura de imagen del objeto en el plano focal donde está situado el cliché y f la focal óptica, establecemos: $H/h = L/f$ (4) de donde: $H = h \cdot L/f$ (5). Para una película universal 24x36 mm. colocada verticalmente, la escala: $1/x = h/H$ (6), de donde: $x = H/h$ (7). Si en el positivado a papel introducimos un aumento de 10, la nueva escala será: $x_1 = (H/h)/10$ (8). En condiciones medias a la sombra del bosque, los mejores objetivos de cámaras fotográficas pueden resolver 50 líneas/mm. y aunque las películas alcanzan y aún superan las 50 líneas/mm. la resolución final no podrá exceder de 50. El ojo humano en mediciones sobre papel, a la distancia mínima de visión distinta, resuelve 5 líneas/mm. y limita la ampliación eficaz máxima de la fotografía a $50/5=10$ veces. En consecuencia, si la fotografía ha sido tomada a 15 m. del árbol con una cámara $f=28$ mm., la altura máxima enmarcable es: $H = L \cdot h/H = 19,29$ m. (9) y el ojo resolverá ρ sobre la fotografía ampliada 10 veces: $\rho = 0,0002x_1 = 0,0107$ m. (10) o sea 10,7 mm., pero como se realizan dos apreciaciones, una en cada límite del diámetro, la resolución en este valdrá: $\rho_d = (2x10,7^2)^{1/2} = 15,1$ mm. (11) y expresada en valor angular será: $\varepsilon_\alpha = \arctang \rho_d/L = \arctang 15,1/15.000 = 3'28''$ (12), referida al eje de la fotografía, ya que los extremos requieren una pequeña corrección dependiente de la aberraciones ópticas del objetivo que se pueden calibrar con una mira larga graduada adosada al árbol.

Aproximación a las resoluciones y a los errores instrumentales. La aplicación de la fórmula (5) de la comunicación I a una mira $m=1,50$ m., con $\omega=60''$; $\mu=120''$; $\psi=120''$ y $\alpha-\gamma=180''$ supone unas indeterminaciones máximas finales de 0,06 m. para $l=10$ m.; 0,13 m. para $l=15$ m. y de 0,52 m. para $l=30$ m. Este es el caso de (R) y de (DC) empleados como estadímetros. Los restantes instrumentos, para $l=15$ m. tienen las siguientes indeterminaciones ε_{15} : (DC) con láser, 0,01 m.; (DC) con ultrasonidos, 0,02 m.; (TR) 0,03 m.; (T) 0,03 m.; (C) 0,01 m.; (F), medido con cinta: 0,02 m.; (W) 0,00 m. y (TD) 0,03 m. El dioptra que incorporan algunos hipsómetros tiene un ángulo de desviación δ cuya tangente vale 0,03, $\mu=0$, $\omega=60''$, $\psi=60''$ y $\alpha-\gamma=1'25''$. Su mira, a 15 metros, vale $m=0,45$ m. y $\varepsilon_{15}=0,21$ m. (DC) podrá

disponer alternativamente de tres distanciómetros, el constituido por un láser de baja potencia que prescinde de la placa reflectante por rebotar su radiación en el tronco de los árboles bajo cualquier ángulo de inclinación ; el de ultrasonidos con placa y el estadímetro con índices ópticos móviles y micrómetro electrónico que, además del diámetro, puede medir la distancia sobre una mira m con la fórmula : $l = m \cdot f / c$ (13) en la cual c = corrimiento de los índices móviles y f = distancia focal del sistema óptico. El doble distanciómetro facilita el empleo del láser o del ultrasonido en visuales libres de interferencias y el del estadímetro cuando exista vegetación clara cuya fronda permita visar los extremos de la mira a través de sus claros. Los ensayos de medición de distancia, alturas y diámetros de árboles cuyos resultados ofrezco a continuación han tenido lugar, de forma esporádica, a lo largo de más de veinte años por cuatro observadores diferentes y en condiciones luminosas dispares, aunque siempre a la sombra del bosque, en las primeras y en las últimas horas laborales. Algunos, expresamente controlados, lo fueron entre 350 y 500 lux. Y es probable que los restantes, no medidos, excedieran poco ese intervalo. Las edades de estos observadores variaron entre los 30 y los 60 años ; dos de ellos emétopes y los otros dos con ametropía esférica corregida con cristales. En cuanto a los instrumentos se consideraron en buen uso, pero no contrastados, y el número de mediciones con cada uno estuvo entre un mínimo de quince (TD), veinte (C) y de algunas centenas para los restantes y siempre con distancia horizontal de 15 m. al árbol. Cada estadillo con esas series de medición se calculó estadísticamente y se obtuvieron las distancias, diámetros y alturas medias, las desviaciones típicas y el error standard o típico de la media. Las distancias y diámetros normales se cotejaron con cinta métrica y con forcípula milimétrica respectivamente. Como medida indirecta se consideró la suma de la media obtenida más su error típico positivo como caso más desfavorable entre ambos signos. También convendría determinar, con un grupo amplio de operadores, la tendencia sesgada a desviar el enrase de índices sobre el diámetro, fenómeno conocido antiguamente como “error personal del astrónomo”. La diferencia media entre las mediciones indirecta y directa equivale al error ϵ para un nivel de confianza $p=0,68$ de no ser excedido y ha permitido obtener el error angular equivalente $\epsilon_{\alpha} = \arctang(\epsilon/l)$ (14) de cada instrumento según está tabulado en la *figura 3* en la que se ha incluido el error máximo para $p=0,90$. En los dendrómetros manuales de índices ópticos enrasables con el diámetro del árbol, la repercusión del temblor muscular, además de cansancio, provoca otro motivo de error que aumenta a partir de ángulos de campo de 6° que no deben ser sobrepasados. Equivale a situarse no más cerca de 10 m. del árbol a medir con un diámetro de un metro. La aplicación práctica de la formulación de errores desarrollada en la comunicación I para cada dendrotipo situado a 15 m. de distancia del observador se ha condensado en las *figuras 3, 4 y 5* donde se recogen los lineales cometidos con cada instrumento en distancias ; los angulares en alturas y diámetros y los volumétricos en $t\%$, sobre cada árbol y sobre inventario, después de haber tenido en cuenta el peso medio en un inventario real de existencias de *P.sylvestris* cuyos coeficientes son : $K_A=0,55$, $K_B=0,36$ y $K_C=0,09$, *figura 3* ; la *figura 4* tiene la tabla de tres cuerpos con el diapasón de errores de cada instrumento en medición sencilla y medición inventarial arriba, en medio el diagrama de bloques de errores volumétricos inventariales y epidométricos y abajo las causas de error y sus valores en banda baja y banda alta con el error probable total dasocrático y finalmente la *figura 5* representa las funciones gráficas de errores volumétricos de cada dendrómetro para los morfotipos A, B y C en medición sencilla.

Estudio económico. Los costes fijos anuales consistentes en la amortización lineal anual ($a=0,10$) del importe (P) de adquisición del instrumento, más los costes variables anuales de técnico operador (jt) y de los portamiras (jm) o portaaparatos (ja) durante las N horas trabajadas cada año, divididos entre el número de árboles medidos en esa campaña con un rendimiento (r) de árboles por hora con la condición de tomar cinco diámetros a diferentes

alturas con los instrumentos aptos para ello, nos dan el coste unitario (Cu) por árbol medido : $Cu=(P \cdot a + \sum j \cdot N) / Nr$ (15) y en la *figura 6* aparecen los precios, jornales y rendimientos estimados provisionalmente con cada aparato para diversos valores de N , y sus funciones gráficas que ofrecen una eficaz comparación y, si les añadimos las de resoluciones angulares y volumétricas de las *figuras 3 y 4*, dispondremos de elementos de juicio en su empleo para las diferentes exigencias económicas y de precisión en los inventarios. Para la fotografía terrestre se han evaluado : $P=0,4$; $Pa=0,04$; $jt=3$; $jm=1$; $r=6$ en trabajos de campo, más $P=0,4$; $Pa=0,04$; $jt=3$ y $r=4$ en gabinete, añadiendo 200 pta. por revelado del negativo y ampliación de 10 veces en papel por cada árbol. Los rendimientos para un futuro (DC) se han estimado en función de sus características técnicas y ergonómicas.

Comparación ergonómica. Valoro la adecuación ergonómica de estos dendrómetros por el cansancio o fatiga del aperador en varias mediciones prolongadas durante media hora en cuya tarea se han medido las interrupciones espontáneas de descanso de los sistemas visual, muscular y nervioso. La asignación del índice unidad para los más cómodos : (F), (T) y (TR) ; de 0,95 para los de ligera fatiga : (TD) ; de 0,80 para fatiga sensible : (R) y de 0,70 para los de mayor cansancio : (C) y (W), establece el orden aproximado de calidad ergonómica.

RESULTADOS Y DISEÑO DE UN DENDRÓMETRO COMPUTARIZADO

La *figura 7* contiene el resultado de respuestas binarias ($X=si$; $- =no$) a las cualidades más destacables exigibles a un dendrómetro moderno con 35 requisitos totales, entre los cuales los 26 señalados con asterisco, son considerados fundamentales. (C), (F) y (R) son los mejor situados aunque el primero solo responde positivamente en un 34% y un 38% respectivamente. Este test descubre las deficiencias de la actual instrumentación forestal y señala las exigencias para el (DC) cuyos bocetos de estructura y manejo se representan en la *figura 8* y su esquema conectivo en la *9*. Además de estas condiciones técnicas, se han de valorar las económicas contenidas en la *figura 6* con apreciable ventaja para (R) y (C), vislumbrando una especial posición para el (DC) que podrá reducir en un 75% el precio actual más bajo. La comparación de las indeterminaciones volumétricas registradas en la *figura 3* colocan en cabeza a (T) y (TR), seguidos en expectativa por (DC) que podrá proporcionar resultados resolutivos suficientes en cualquier tipo de inventario y en la medición de crecimientos plurianuales de masas forestales. La calificación ergonómica ordena de mejor a peor estos instrumentos : (F), (T), (TR), (TD), (R), (C) y (W). Hasta ahora no se había considerado el error integral volumétrico ni sus causas en los inventarios, estudios de crecimiento y proyectos de ordenación. Pueden alcanzar entre el 5% y el 13%. Los más importantes son los de datación epidocronológica y los del tamaño de la muestra, seguidos de los instrumentales.

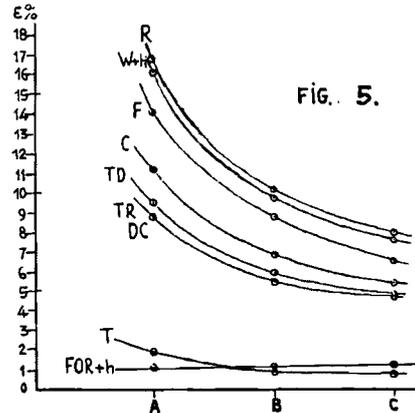
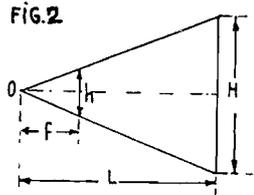
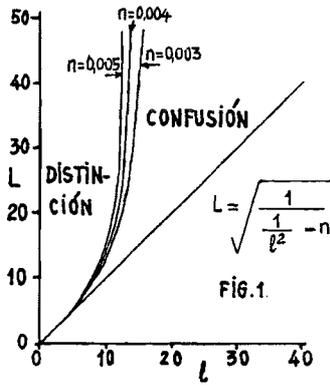


Fig. 7. CUESTIONARIO ANALÍTICO BINARIO DE CALIDAD INSTRUMENTAL

Abreviaturas:

- T: Teodolito de 10° W: Calibrador Wheeler X: Cumple
 F: Cámara fotográfica TR: Telereleascopio - : No cumple
 R: Relascopio C: Criterio
 TD: Teledrónmetro

I. CUALIDADES TÉCNICAS

1. GEOMÉTRICAS

- * 1.1. Ubicación libre del operador a distancias continuas
- 1.2. Alcance longitudinal entre 0 y 50 m
- * 1.3. Medición de diámetros a alturas predeterminadas e indeterminadas
- * 1.4. Medición de diámetros de copas y de índices de espaciamiento
- * 1.5. Medición real de áreas basales, enteras o parciales, de los árboles interiores y de los fronderizos, respectivamente, en la parcela circular de muestreo
- * 1.6. Función sumatoria volumétrica de mediciones parciales realizadas a diferentes alturas desde diferentes distancias al árbol

2. ÓPTICAS

- 2.1. Campo ocular directo granangular >= 16° sexag. (Sistema abierto)
- 2.2. Campo ocular paraláctico >= 6° sexag. (Sistema cerrado)
- * 2.3. Amplificador mecánico, óptico o electrónico de la resolución del ojo más el instrumento
- * 2.4. Empleo combinado mixto de láser e índices ópticos que permite la medición de diámetros a través de ramas y de hojas

3. ELECTRÓNICAS

- 3.1. Medición de distancias por célula láser sobre corteza de árboles bajo cualquier inclinación angular
- 3.2. Nonius electrónico que mide el corrimiento de los índices ópticos que encuadran el diámetro (codificador lineal)
- * 3.3. Medición angular vertical por codificador angular
- * 3.4. Sensorización electrónica de la cadena de medida completa
- 3.5. Teclado alfanumérico
- * 3.6. Reloj electrónico de año, mes, día y hora
- * 3.7. Registro directo de toda la medición mediante tarjeta electrónica
- * 3.8. Teletransmisión del registro al ordenador central
- * 3.9. Sustitución del método de veteación de la forcipeta registradora en contacto con el árbol por el de radiación paraláctica a distancia
- * 3.10. Informatización total del inventario y de la ordenación

	T	F	R	TD	W	TR	C
1.1	X	X	-	X	X	X	X
1.2	X	X	X	X	X	X	X
1.3	X	X	-	X	-	-	-
1.4	-	-	-	-	-	-	X
1.5	-	-	-	-	-	-	-
1.6	-	-	-	-	-	-	-
2.1	-	-	X	-	X	-	-
2.2	-	X	X	-	X	-	X
2.3	X	X	-	X	-	X	X
2.4	-	-	-	-	-	-	-
3.1	-	-	-	-	-	-	X
3.2	-	-	-	-	-	-	-
3.3	-	-	-	-	-	-	X
3.4	-	-	-	-	-	-	-
3.5	-	-	-	-	-	-	X
3.6	-	-	-	-	-	-	-
3.7	-	-	-	-	-	-	X
3.8	-	-	-	-	-	-	-
3.9	-	-	-	-	-	-	-
3.10	-	-	-	-	-	-	-

4. COMPATIBILIDAD Y CONCOMITANCIA

- * 4.1. Compatibilidad con G.P.S. y con S.I.G.
- * 4.2. Concomitancia de compás magnético y obtención de coordenadas polares de los árboles en cada muestra
- * 4.3. Compatibilidad con la informatización total del inventario y del proyecto de ordenación o revisión forestal

5. FOTOMÉTRICAS

- * 5.1. Control del contraste de luminancia del objeto y de su repercusión en la apreciación del diámetro mediante interposición de filtros
- * 5.2. Regulación luminosa de los índices diamétricos

6. ESTADÍSTICAS Y DE PRECISIÓN

- * 6.1. Programación estadística y del error típico de la media de la muestra
- * 6.2. Ausencia de errores humanos de lectura y transcripción
- * 6.3. Cálculo estadístico del crecimiento corriente anual por diferencia volumétrica de dos mediciones distanciadas n años

II. CUALIDADES ERGONÓMICAS

- * II.1. Peso inferior a 1 Kg.
- II.2. Ausencia de fatiga muscular con el aparato sostenido a mano
- * II.3. Empleo manual sin trípode
- II.4. Manos libres durante el desplazamiento. Aparato colgado al cuello
- * II.5. Operatividad rápida. 20 segundos en medición de la altura y de cinco diámetros a diferentes alturas
- * II.6. Operatividad rápida. 700 segundos en medición de la altura y de cinco diámetros a diferentes alturas

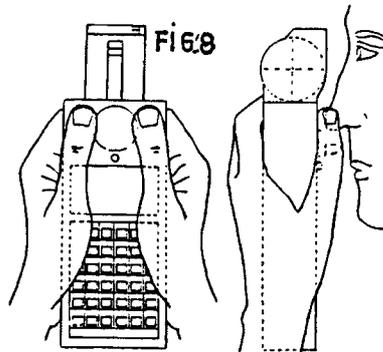
III. CUALIDADES ECONÓMICAS

- * III.1. Coste de la medición de un árbol inferior a 500 pts con cinco diámetros a diferentes alturas

RESUMEN

- Número de respuestas positivas entre 35 requisitos totales
 Número de respuestas positivas entre 26 requisitos fundamentales (*)

	T	F	R	TD	W	TR	C
4.1	-	-	-	-	-	-	X
4.2	-	-	-	-	-	-	X
4.3	-	-	-	-	-	-	X
5.1	-	-	-	-	-	-	-
5.2	-	-	X	-	-	-	-
6.1	-	-	-	-	-	-	X
6.2	-	-	-	-	-	-	-
6.3	-	-	-	-	-	-	-
II.1	-	X	X	-	-	-	-
II.2	X	X	-	-	-	-	-
II.3	-	X	X	-	X	-	-
II.4	-	X	X	-	-	-	-
II.5	-	-	-	-	-	-	-
II.6	-	-	-	-	-	-	-
III.1	-	-	-	-	-	-	-
RESUMEN	4	10	7	3	5	2	12
	2	5	3	2	3	2	10

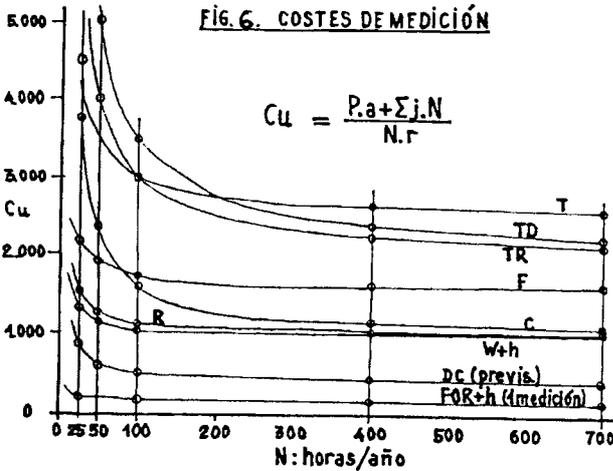


ERRORES DE LOS DENDRÓMETROS. FIG. 3

INSTRUMENTOS	ERRORES EN MEDICIONES A 15m. DEL ÁRBOL					
	E _d EN DISTANCIAS		E _h EN ALTURAS		E _d EN DIÁMETROS	
	p=0,90	p=0,68	p=0,90	p=0,68	p=0,90	p=0,68
T	0,03 m.	0,02 m.	28"	17"	28"	17"
TR	0,03 "	0,02 "	7'	4'	2'07"	1'17"
DCE	0,13 "	0,08 "	21'	13'	2'10"	1'19"
DCL	0,01 "	0,01 "	21'	13'	2'10"	1'19"
TD	0,03 "	0,02 "	21'	13'	2'19"	1'25"
C	0,01 "	0,01 "	17'	10'	2'44"	1'40"
F	0,02 "	0,02 "	3'26"	2'	3'28"	2'06"
W+h	0,21 "	0,13 "	21'	13'	3'49"	2'20"
R	0,13 "	0,08 "	21'	13'	3'57"	2'25"
FOR+h	0,21 "	0,13 "	21'	13'	0'14"	0'08"

ERRORES VOLUM. EN % PARA LOS 3 DENDROTÍPOS MEDIDOS A 15m.

INSTRUMENTOS	A. 0,20x16		B. 0,35x21		C. 0,50x26		INVENTARIO	
	M. SENC. p=0,90	M. MÚLT. p=0,68						
T	1,8	0,3	1,0	0,2	0,8	0,2	0,8	0,2
TR	8,8	1,7	5,4	1,0	4,2	0,8	4,4	1,4
DCE	8,8	1,7	5,6	1,1	4,5	0,9	4,4	1,4
DCL	8,8	1,7	5,6	1,1	4,5	0,9	4,4	1,4
TD	9,5	1,8	5,9	1,1	4,8	0,9	4,8	1,5
C	11,3	2,2	6,9	1,3	5,5	1,1	5,6	1,8
F	14,3	2,8	8,8	1,7	6,7	1,3	7,1	2,2
W+h	16,1	3,1	9,8	1,9	7,7	1,5	8,0	2,5
R	16,8	3,2	10,2	2,0	8,0	1,5	8,3	2,6
FOR+h	1,1	0,2	1,3	0,3	1,4	0,3	0,7	0,2



APARATO	P Pa It Im Ia Ij					r	N					
	10 ⁶ Pta.	10 ⁵ Pta.	10 ⁴ Pta.	10 ³ Pta.	10 ² Pta.		25	50	100	400	700	
SOBRE TRÍPODE												
T	1	0,1	3	1	1	5	2	4500	3500	3000	2625	2571
TD	3	0,3	3	-	1	4	2	8.000	5.000	3.500	2375	2214
TR	1,7	0,17	3	1	-	4	2	5400	3700	2850	2213	2121
F								2283	1950	1788	1658	1640
C	2,650	0,265	3	-	1	4	4	3.650	2.325	1.663	1.166	1.095
R	0,450	0,045	3	1	-	4	4	1.450	1.225	1.126	1.028	1.016
W+h	0,250	0,025	3	1	-	4	4	1.250	1.125	1.063	1.016	1.009
A MANO:												
R	0,4	0,04	3	1	-	4	4	1.400	1.200	1.100	1.025	1.014
DC (Prev)	1	0,1	3	-	-	3	8	875	675	500	406	393
FOR+h (1m)	0,4	0,04	3	1	-	4	25	224	192	176	164	162

DIAPASÓN DE ERRORES VOL. INSTRUM. EN % PARA MORFOTIPOS A, B, C e INVENT. MED. SENC. p=0,9 MED. MÚLT. p=0,68

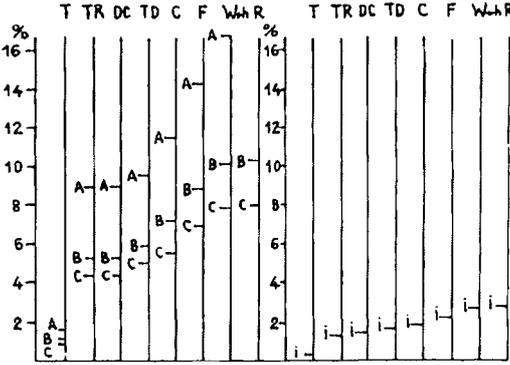
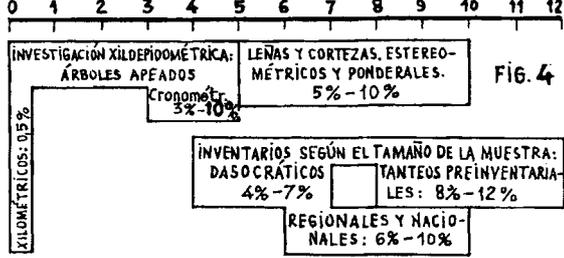


DIAGRAMA DE BLOQUES.- ERRORES VOL. % INVENT. Y EPIDOM.



CAUSAS	BANDAS		CAUSAS	BANDAS	
	BAJA	ALTA		BAJA	ALTA
PLANO TOPOGRÁFICO.	0,5	1,0	ASIMIL. MOD. GEOMÉT.	1,2	2,1
TAMAÑO MUESTRA.	4,0	7,0	INSTRUMENTAL.	0,5	2,5
ÁRBOLES FRONTERA.	0,2	0,5	CÁLCULO.	0,0	0,0
FRAGMENTACIÓN CORTEZA	0,1	0,5	DENDROCRONOMETRÍA	3,0	10,0
SUBCIRCULARIDAD LEÑO.	0,2	0,5	ERROR PROBABLE TOTAL	5,2	12,7

FIG. 9 ESQUEMA CONECTIVO

