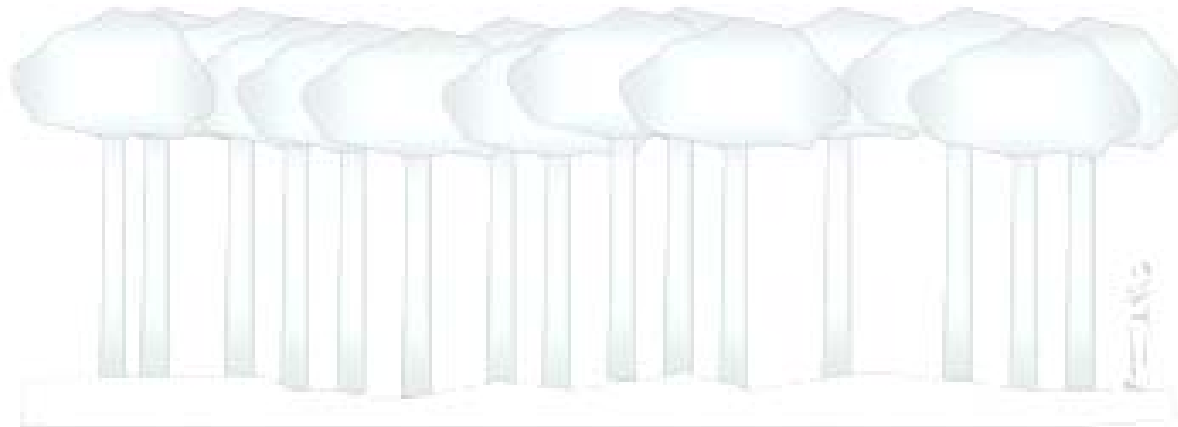




TEMA Nº 15: FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN  
DIAMÉTRICA. PARÁMETROS MEDIOS DE  
MASA. EL AREA BASIMÉTRICA. MUESTREO  
ANGULAR RELASCÓPICO. ESTRUCTURA  
DE LA MASA FORESTAL





# Función de Distribución Diamétrica



POLITÉCNICA

La primera información que nos interesa en una masa forestal desde el punto de vista de su inventariación dasométrica es la "Función de Distribución Diamétrica"

En dos columnas tenemos el número total de pies mayores y como están distribuidos por grosores → Es la información básica de partida para obtener toda la demás

Función de  
Distribución  
Diamétrica:



$d_n$ (cm.)	$N^\circ$ pies/Ha.
$d_1$	$N_1$
$d_2$	$N_2$
$d_3$	$N_3$
$d_4$	$N_4$
.....	.....
	$N_{total}$



## Función de Distribución Diamétrica

Lo habitual en las mediciones del "dn" es agrupar los datos de diámetro normal medidos en "intervalos de clase" = "clases diamétricas (C.D.)"

C.D. (cmtrs.)	CONTEO	Nº PIES
12,5 – 17,5		11
17,5 – 22,5		6
22,5 – 27,5		7
27,5 – 32,5		5
-----		-----

*Definidas por un límite inferior y un límite superior,*

*Su diferencia define la "amplitud" de C.D.*

*Las C.D. las representamos por su "marca de clase" o valor central.*



# Función de Distribución Diamétrica

La amplitud de C.D. más utilizada hoy es de 5 cm.

C.D.	C.D. (marca de clase)	Nº/Ha.
17,5 -22,5	20	69

F.D.D.

dn (cm.)	Nº pies/Ha.
$d_1$	$N_1$
$d_2$	$N_2$
$d_3$	$N_3$
$d_4$	$N_4$
.....	.....
	$N_{total}$

Con anterioridad fue de 10 cm.

C.D.	C.D. (marca de clase)	Nº/Ha.
20 -30	25	123

En el caso de especies de crecimiento rápido 1 o 2 cm..

C.D.	C.D. (marca de clase)	Nº/Ha.
20 -22	21	163



# Función de Distribución Diamétrica

F.D.D.

La Función de Distribución Diamétrica es el punto de información básica de la masa

dn (cm.)	Nº pies/Ha.
$d_1$	$N_1$
$d_2$	$N_2$
$d_3$	$N_3$
$d_4$	$N_4$
	$N_{total}$

Con relación a la masas forestal desempeña un papel equiparable al del "dn" respecto al árbol individual.

De sus valores se pueden extraer ciertas consecuencias sobre las características de la masa.



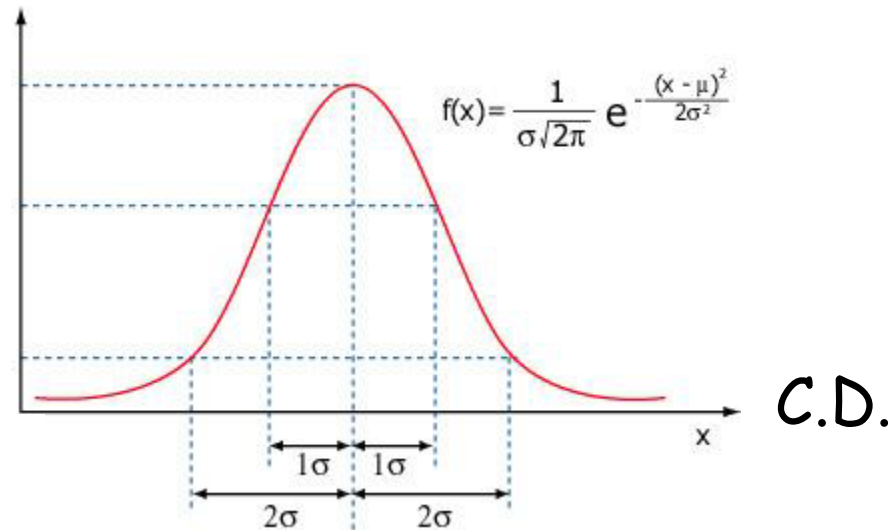
## FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN DIAMÉTRICA EN MASAS REGULARES

Los árboles de una masa regular, poca diferencia de edad unos con otros

La mayor parte de ellos tienen dimensiones semejantes

La F.D.D. asimilable en principio a una distribución normal

Nº pies/Ha.



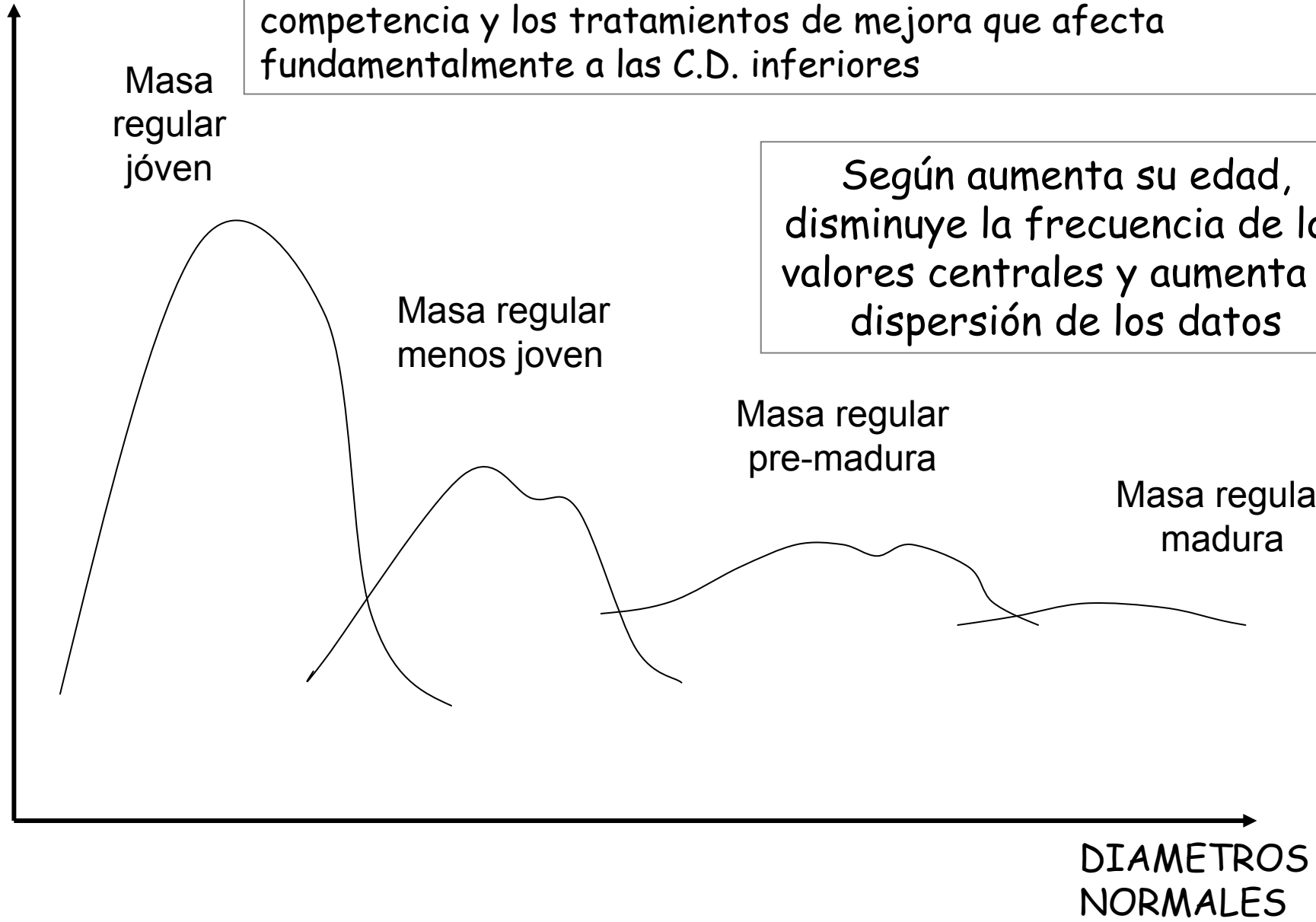


# Dasometría / Función de Distribución Diamétrica en masas regulares



En las masas regulares la FDD varía a lo largo de su vida, por la competencia y los tratamientos de mejora que afecta fundamentalmente a las C.D. inferiores

Según aumenta su edad, disminuye la frecuencia de los valores centrales y aumenta la dispersión de los datos



# FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN DIAMÉTRICA EN MASAS IRREGULARES

Equilibrio dinámico. A un árbol maduro sucede un repoblado abundante, en el que la lucha por la vida, deja al final un único individuo, que vuelve a iniciar el ciclo

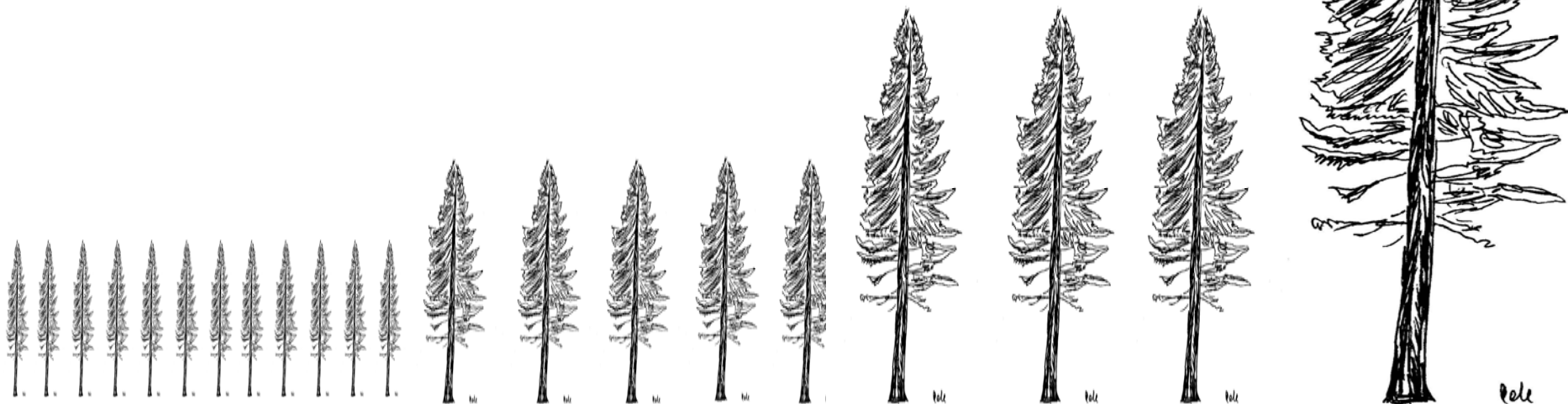






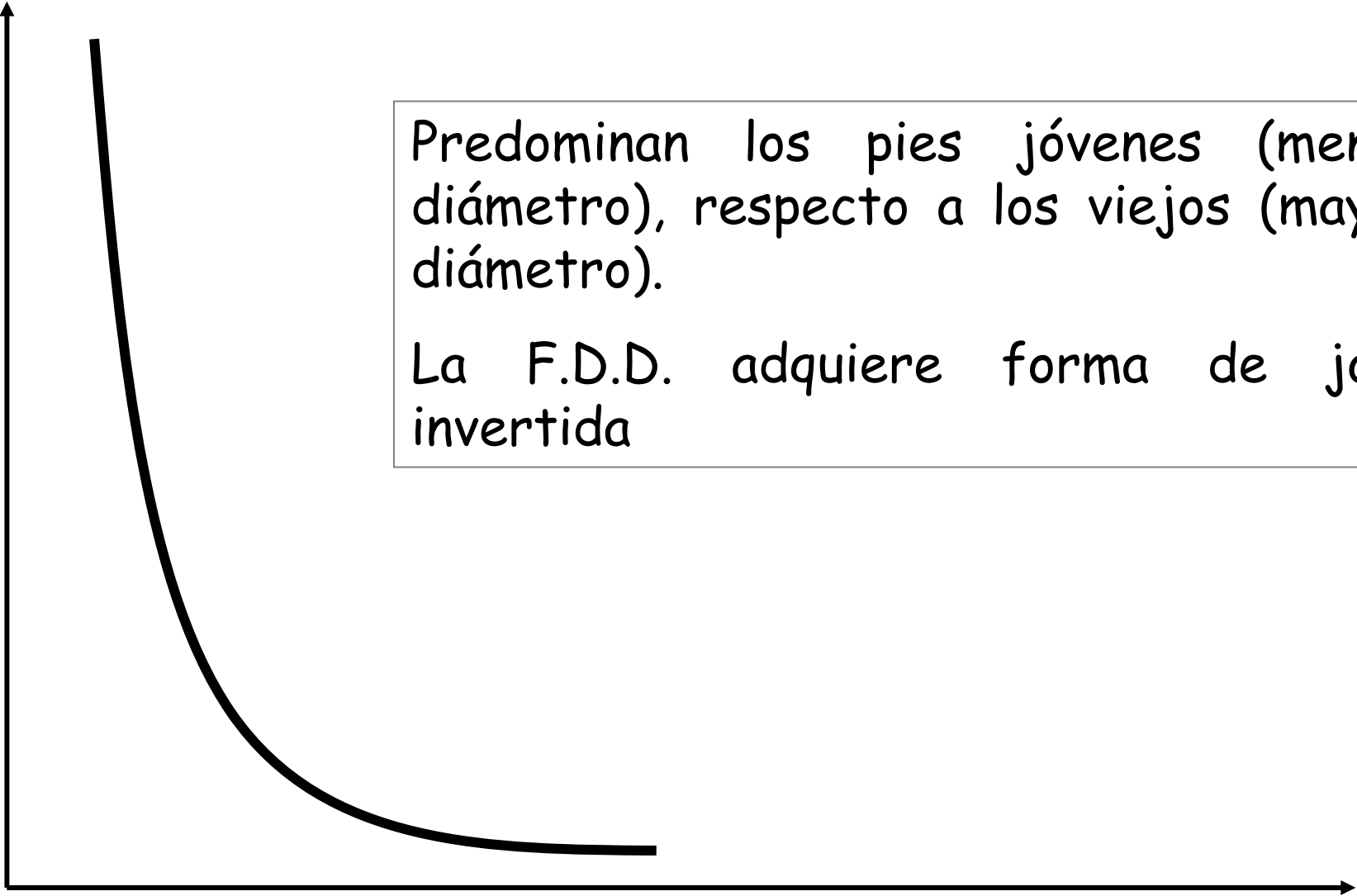
## *FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN DIAMÉTRICA EN MASAS IRREGULARES*

Esto se traduce en que en una masa irregular, nos encontramos una distribución en el espacio en la que va disminuyendo el número de pies según aumenta su tamaño.





Nº DE PIES



Predominan los pies jóvenes (menor diámetro), respecto a los viejos (mayor diámetro).

La F.D.D. adquiere forma de jota invertida

DIAMETROS NORMALES



## Parámetros medios de masa

Además de la información detallada de los individuos que componen la masa, nos interesan, parámetros o valores de la misma, que resuman sus características medias. Dentro de esto estarían:

- a) Diámetros medios de masa
- b) Area Basimétrica
- c) Alturas medias de masa



# Diámetros medios de masa

F.D.D.

dn (cm.)	N° pies/Ha.
d <sub>1</sub>	N <sub>1</sub>
d <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>
d <sub>3</sub>	N <sub>3</sub>
d <sub>4</sub>	N <sub>4</sub>
	N <sub>total</sub>

Diámetro medio aritmético "Dm"

$$\bar{D} = \frac{\sum n_i d n_i}{\sum n_i}$$

Diámetro medio cuadrático "Dg"

$$Dg = \sqrt{\frac{\sum n_i d n_i^2}{\sum n_i}}$$

El Dg es siempre algo mayor que el Dm y se considera que tiene mayor utilidad como valor medio representativo de la masa



# Diámetros medios de masa

F.D.D.

dn (cm.)	Nº pies/Ha.
d <sub>1</sub>	N <sub>1</sub>
d <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>
d <sub>3</sub>	N <sub>3</sub>
d <sub>4</sub>	N <sub>4</sub>
	N <sub>total</sub>

La desviación típica  $\sigma$  de la F.D.D. será:

$$\sigma = \sqrt{Dg^2 - \bar{D}^2}$$

Diámetro dominante de Assmann "D<sub>0</sub>"

$$D_0 = \sqrt{\frac{\sum n_i dn_i^2}{\sum n_i}}$$

Dg considerando los cien pies más gruesos/Ha.



## Diámetro medio aritmético "Dm"

F.D.D.

$$\bar{D} = \frac{\sum n_i d_i}{\sum n_i}$$

$$\bar{D} = \frac{\sum n_i \cdot d_i}{\sum n_i} = \frac{117,4 \cdot 20 + \dots + 16 \cdot 40}{534,4} = 27,52 \text{ cm.}$$

C.D. (cm.)	Nºpies / Ha.
20	117,4
25	136
30	191
35	74
40	16
	534,4

## Diámetro medio cuadrático "Dg"

$$D_G = \sqrt{\frac{\sum n_i d_i^2}{\sum n_i}}$$

$$D_G = \sqrt{\frac{\sum n_i \cdot d_i^2}{\sum n_i}} = \sqrt{\frac{117,4 \cdot 20^2 + \dots + 16 \cdot 40^2}{534,4}} = 28,04 \text{ cm.}$$



F.D.D.

Diámetro dominante de Assmann "Do", el  $D_g$  considerando los 100 pies más gruesos por Ha.

C.D. (cm.)	Nº pies / Ha.
20	117,4
25	136
30	191
35	74
40	16
	534,4

$$D_o = \sqrt{\frac{\sum n_i \cdot d_i^2}{\sum n_i}}$$

$$D_G = \sqrt{\frac{\sum n_i \cdot d_i^2}{\sum n_i}} = \sqrt{\frac{16 \cdot 40^2 + 74 \cdot 35^2 + 10 \cdot 30^2}{100}} = 35,39 \text{ cm.}$$



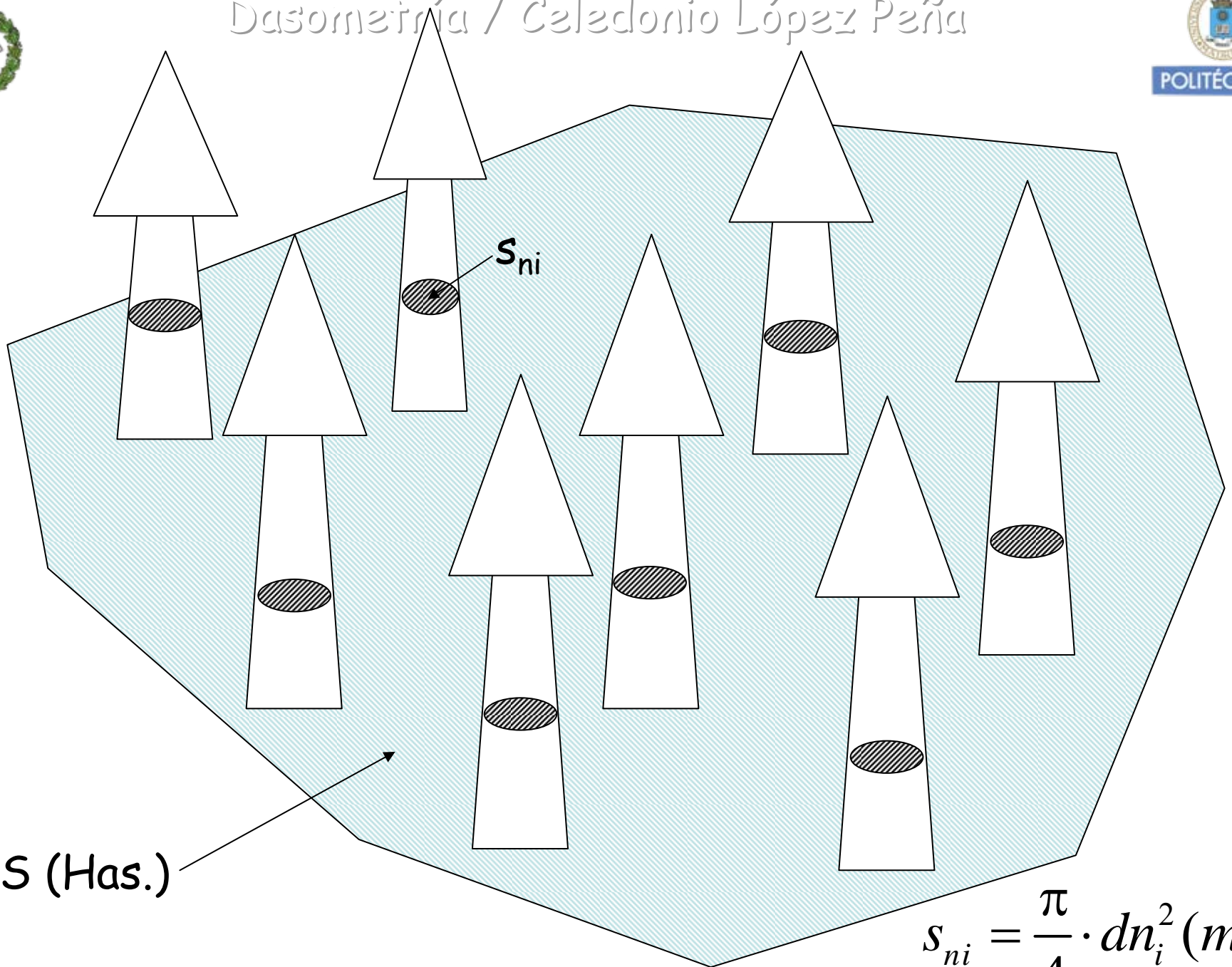
## Área Basimétrica

El AREA BASIMÉTRICA o Area Basal, es una variable de gran interés, universalmente utilizada para el conocimiento y manejo de la masa forestal.

Se define como la "Relación existente entre la superficie de las secciones normales de los árboles de una determinada masa expresada en m<sup>2</sup>, y la del terreno que ocupan expresada en Has."

$$A.B(m^2 / Ha.) = G(m^2 / Ha.) = \frac{\sum s_{ni}(m^2)}{S_T(Has.)}$$



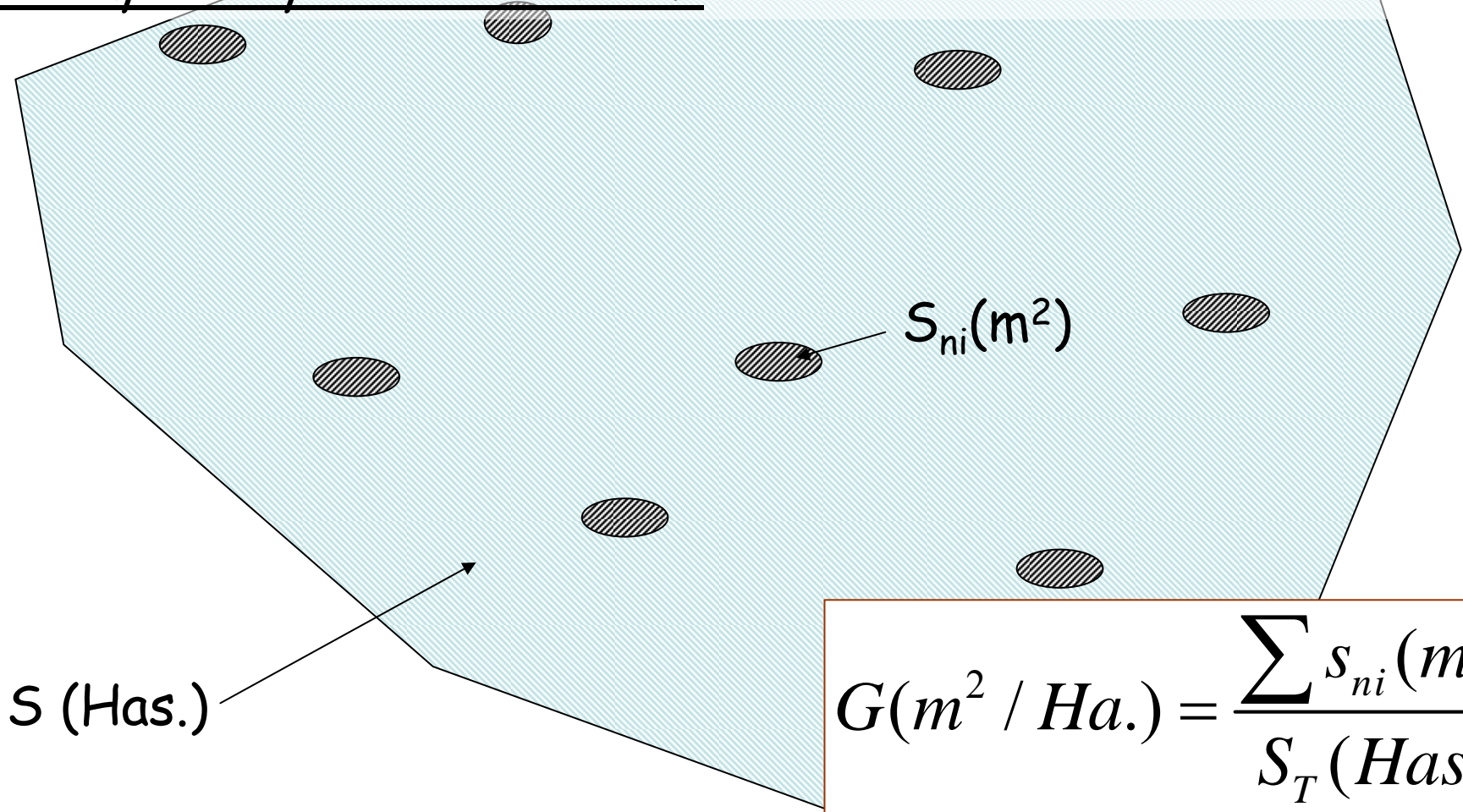


$S$  (Has.)

$$S_{ni} = \frac{\pi}{4} \cdot dn_i^2 (m^2)$$



El Area Basimétrica se define como la "Relación existente entre la superficie de las secciones normales de los árboles de una determinada masa expresada en m<sup>2</sup>, y la del terreno que ocupan expresada en Has."

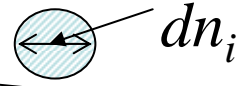


$$G(m^2 / Ha.) = \frac{\sum s_{ni}(m^2)}{S_T(Has.)}$$

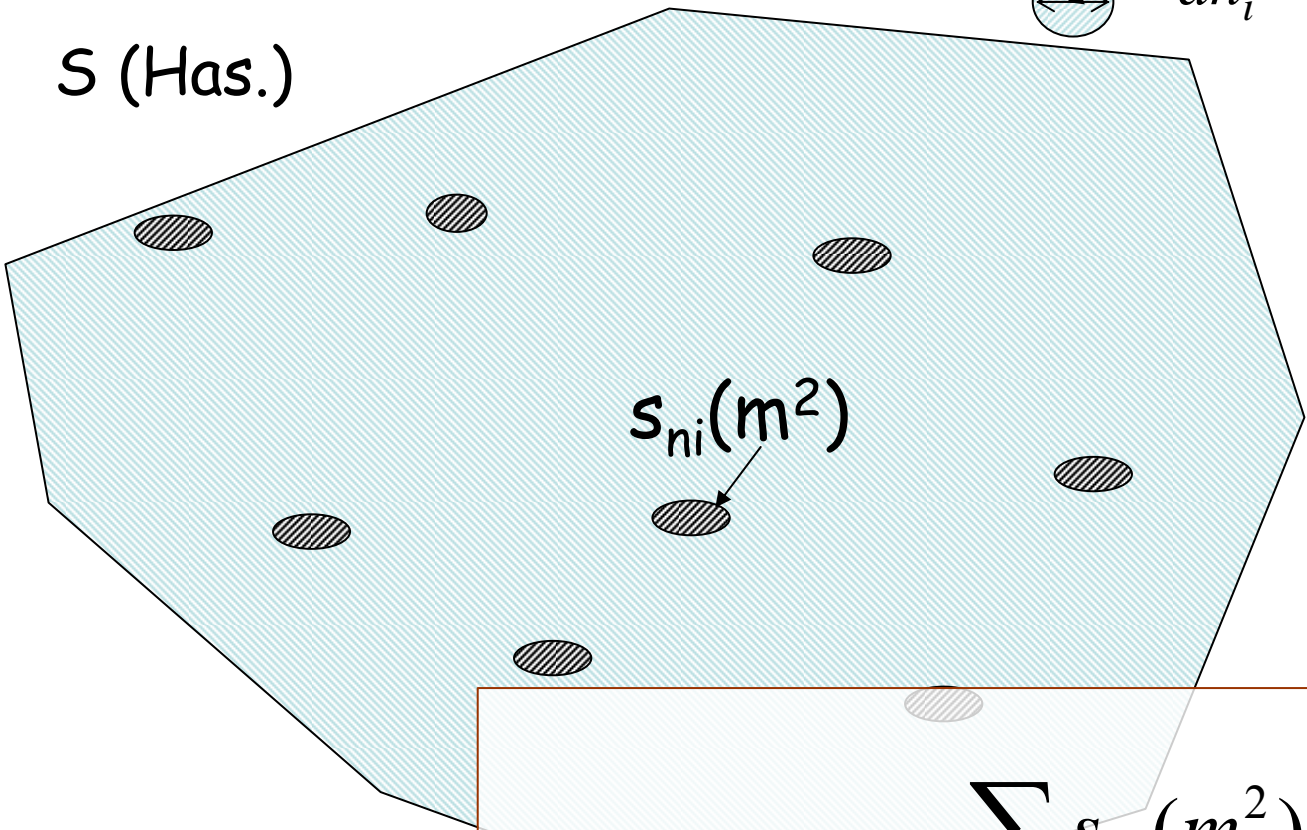


El Area Basimétrica se define como la "Relación existente entre la superficie de las secciones normales de los árboles de una determinada masa expresada en m<sup>2</sup>, y la del terreno que ocupan expresada en Has."

S (Has.)



$$s_{ni} = \frac{\pi}{4} \cdot dn_i^2 (m^2)$$



$$G(m^2 / Ha.) = \frac{\sum s_{ni} (m^2)}{S_T (Has.)} = \frac{\sum \frac{\pi}{4} \cdot dn_i^2 (m^2)}{S_T (Has.)}$$



Puedo hallar el A.B. ( $G$ ), una vez conocidos los diámetros de los árboles que componen la masa  $\rightarrow$  Un inventario y hallar la F.D.D.  $\rightarrow$  de aquí la F.D.G y el A.B. ( $G$ ).

F.D.D.

dn (cm.)	Nº pies/Ha.	G (m <sup>2</sup> /Ha.)
$d_1$	$N_1$	$G_1 = N_1 \cdot (\pi/4) \cdot d_1^2$
$d_2$	$N_2$	$G_2$
$d_3$	$N_3$	$G_3$
$d_4$	$N_4$	$G_4$
...	...	...
	$N_{total}$	$G_{total}$



## Procedimientos para determinar el Área Basimétrica

*A través de la realización de inventarios tradicionales:*

- Inventarios pie a pie
- Inventarios en parcelas de muestreo standard

*O mediante inventarios por muestreo específicos para determinar el A.B.*

- Inventarios por muestreo angular - muestreo angular relascópico



# Procedimientos para determinar el Área Basimétrica

## 1. Inventarios pie a pie

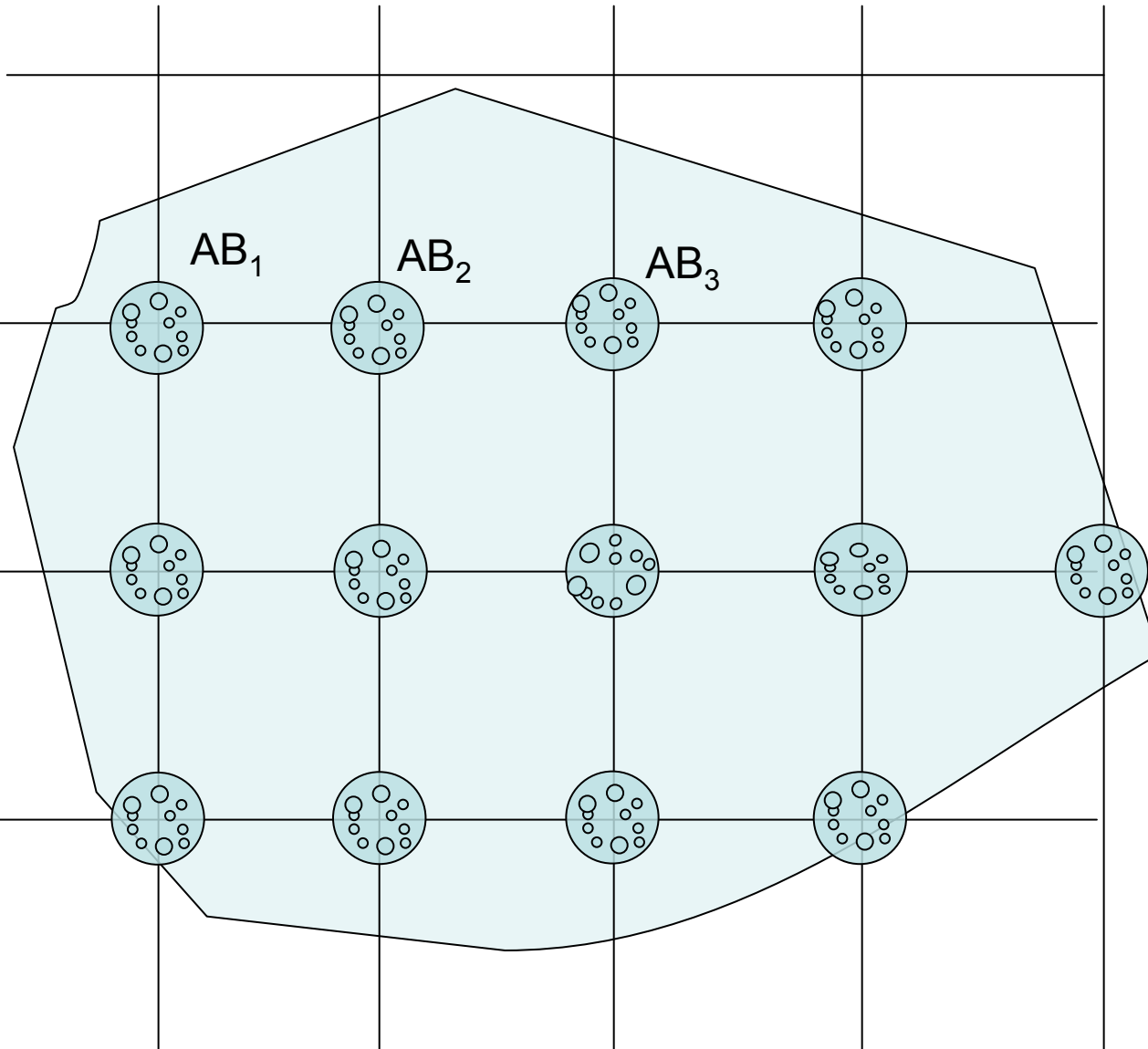
Basados en medir los "dn" de todos los pies mayores de la masa. Conocidos estos, tendremos los valores de todas las secciones normales, por lo que con gran precisión podremos determinar el A.B.

$$A.B(m^2 / Ha.) = \frac{\sum \frac{\pi}{4} \cdot dn_i^2 (m^2)}{S_T (Has.)}$$

Este tipo de inventarios hoy en día no aconsejable salvo para superficies forestales muy pequeñas por cuestiones económicas y prácticas → Caro y lento



## 2. Inventario en parcelas standard de muestreo estadístico



$$AB = \frac{\sum AB_i}{\sum n_i}$$

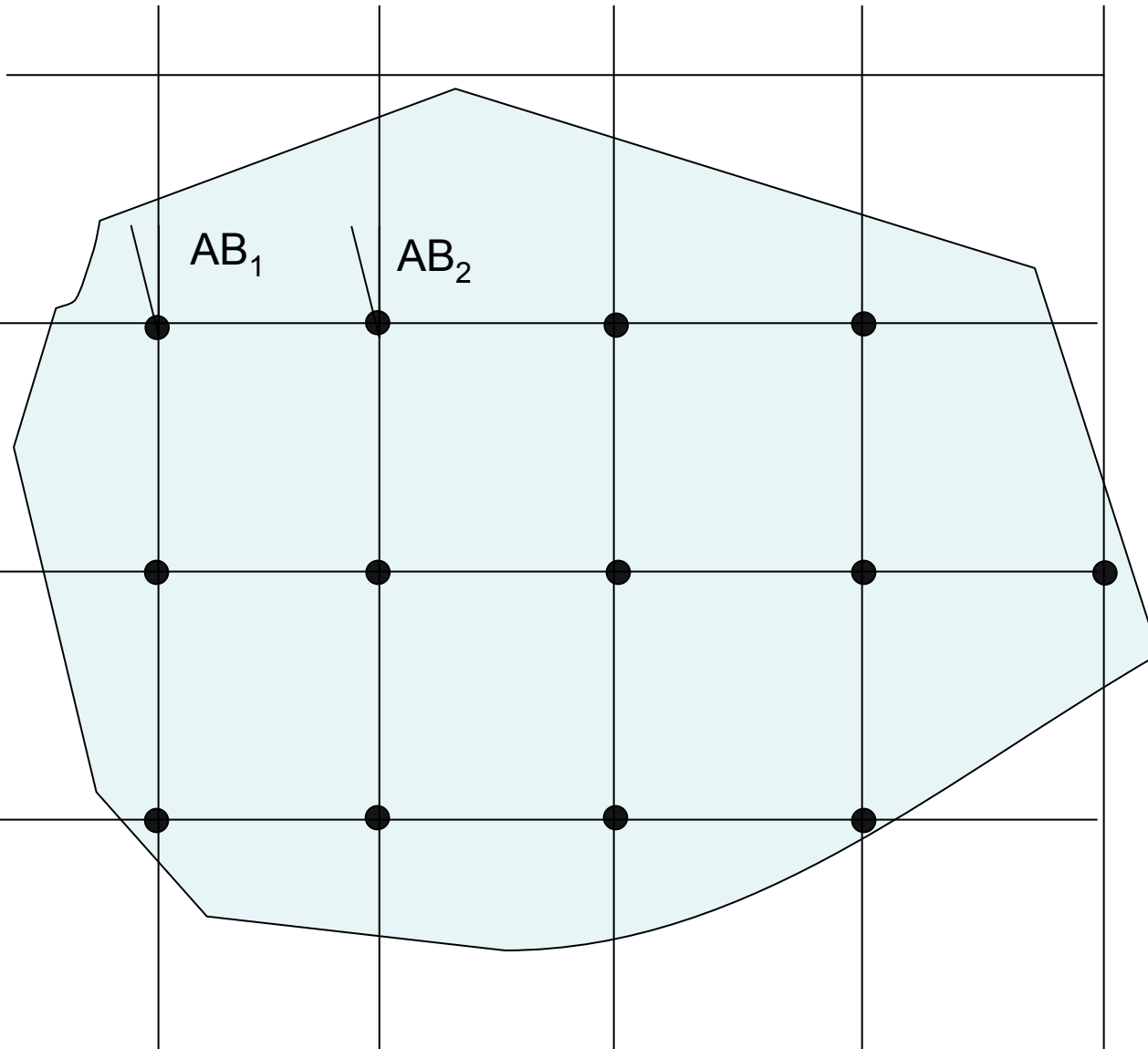
Fiabilidad definida  
con parámetros  
estadísticos

La toma de datos en  
cada parcela cierta  
laboriosidad.

Al menos equipos de  
dos personas para  
medir diámetros y  
replantar parcelas



### 3. Inventario por muestreo angular



En cada punto de muestreo, sencillo procedimiento que permite estimar el  $AB$  de su entorno fácilmente sin mediciones en los árboles, utilizando un calibre angular

$$AB = \frac{\sum AB_i}{\sum n_i}$$





## *Determinación del Area Basimétrica por muestreo angular*

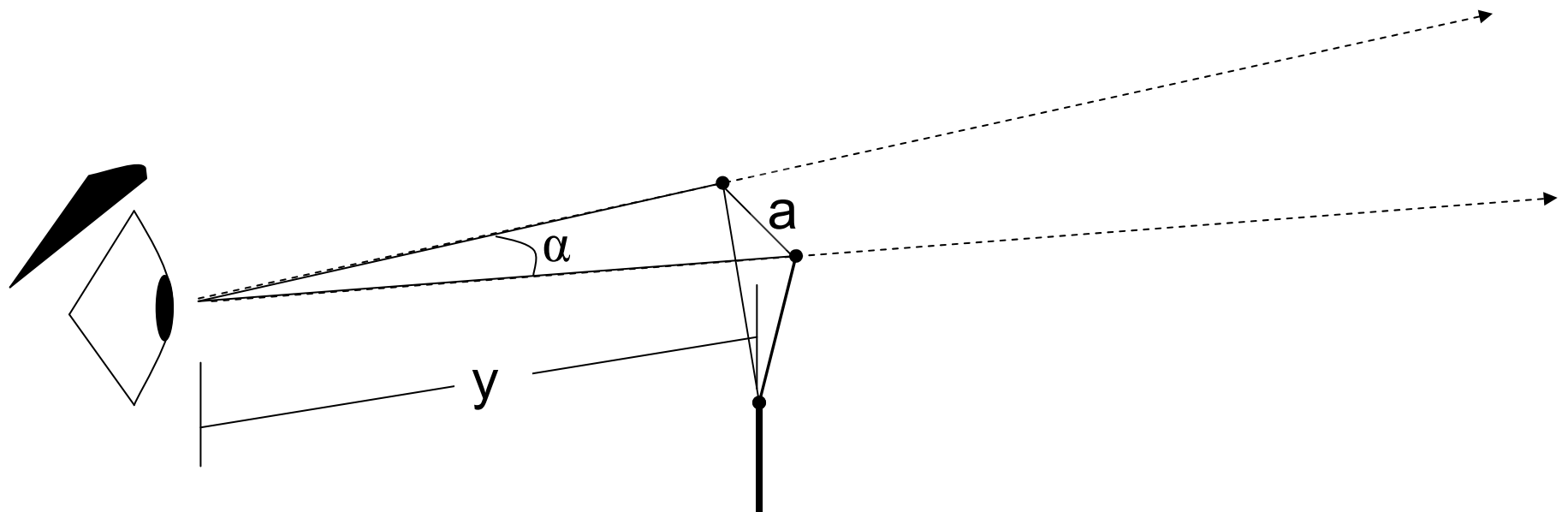
Hemos definido el Area Basimétrica como el "Cociente existente entre la suma de superficie de las secciones normales de los árboles de una determinada masa expresada en  $m^2$ , y la del terreno que ocupan expresada en Has."

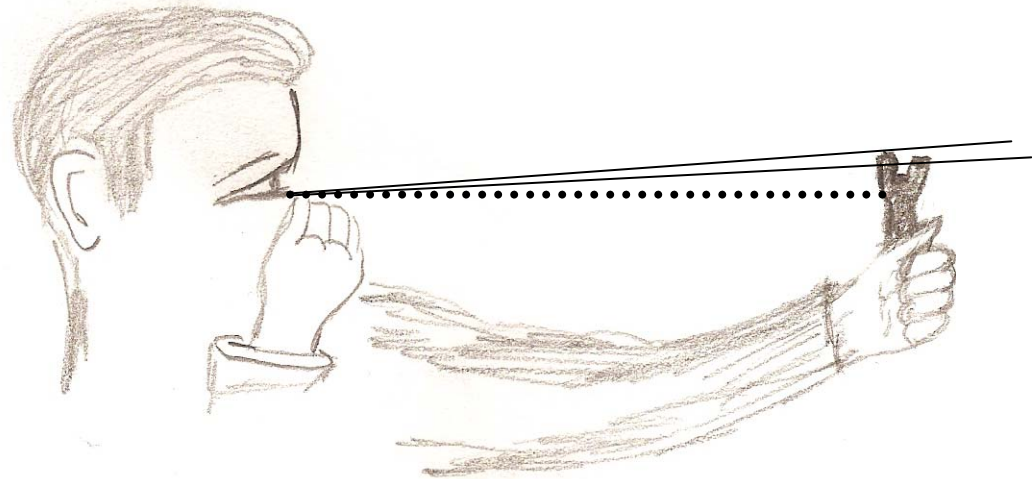
$$A.B(m^2 / Ha.) = \frac{\sum s_{ni}(m^2)}{S_T(Has.)} = \frac{\sum \frac{\pi}{4} \cdot dn_i^2(m^2)}{S_T(Has.)}$$

El muestreo angular, va directamente a la estimación del cociente citado, discriminando árboles mediante la utilización de un "calibre angular"



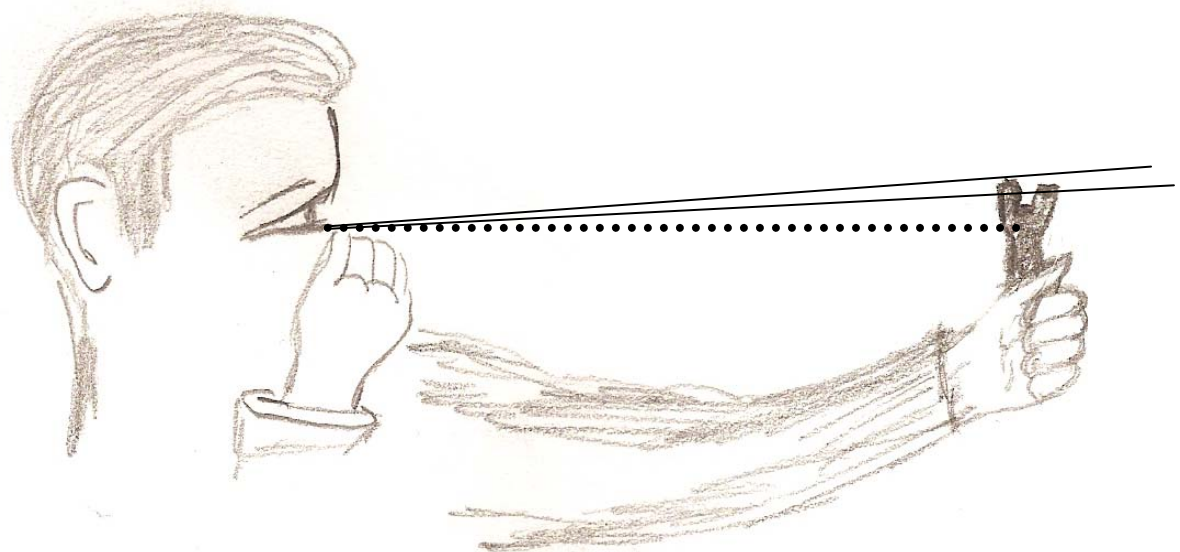
Un calibre angular, se materializa en un ocular y dos visuales extremas que forman un ángulo constante







## Distinto tipos de calibres angulares





Dos calibres en uno



El grosor de nuestro dedo pulgar y la longitud de nuestro brazo pueden configurar un calibre angular

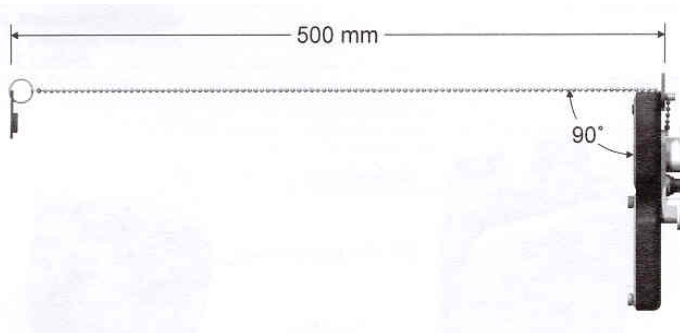
Distintos instrumentos de mediciones forestales incorporan un calibre angular





Calibres como el de la casa filandesa Masser, nos permiten contabilizar los árboles mediante un pulsador, observar los valores introducidos en pantalla, el Área Basimétrica en el punto de muestreo y estimar en función de ella el volumen de dicha zona.

## 2. RC2

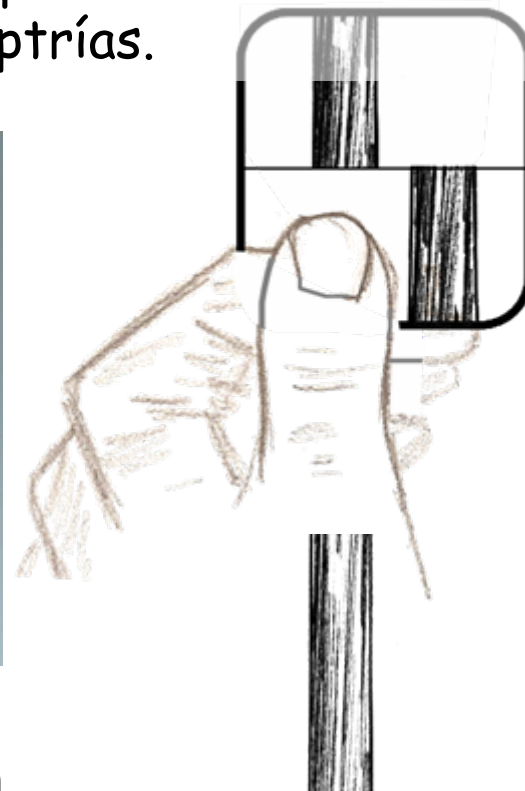






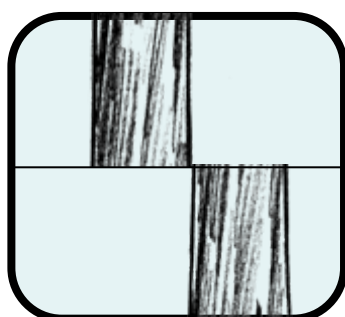


Los prismas dióptricos también nos sirven para discriminar árboles al igual que los calibres angulares, su factor de proporcionalidad o BAF que describiremos más adelante, dependerá de su dioptrías.



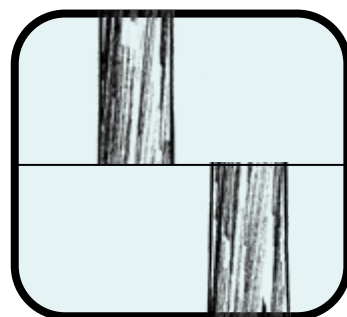
Se selecciona

1



En el límite

0,5

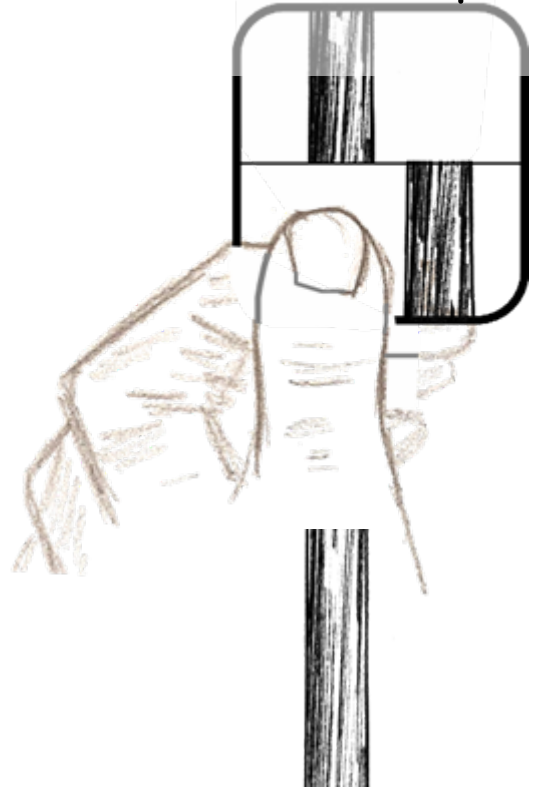


No se selecciona

0



Los prismas dióptricos también nos sirven para discriminar árboles al igual que los calibres angulares, su factor de proporcionalidad o BAF, dependerá de su dioptrías.



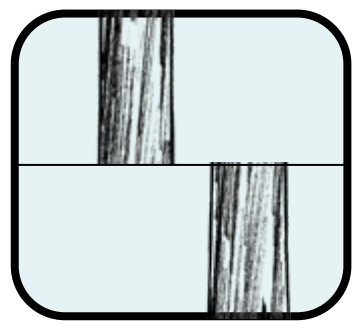
Se selecciona

1



En el límite

0,5



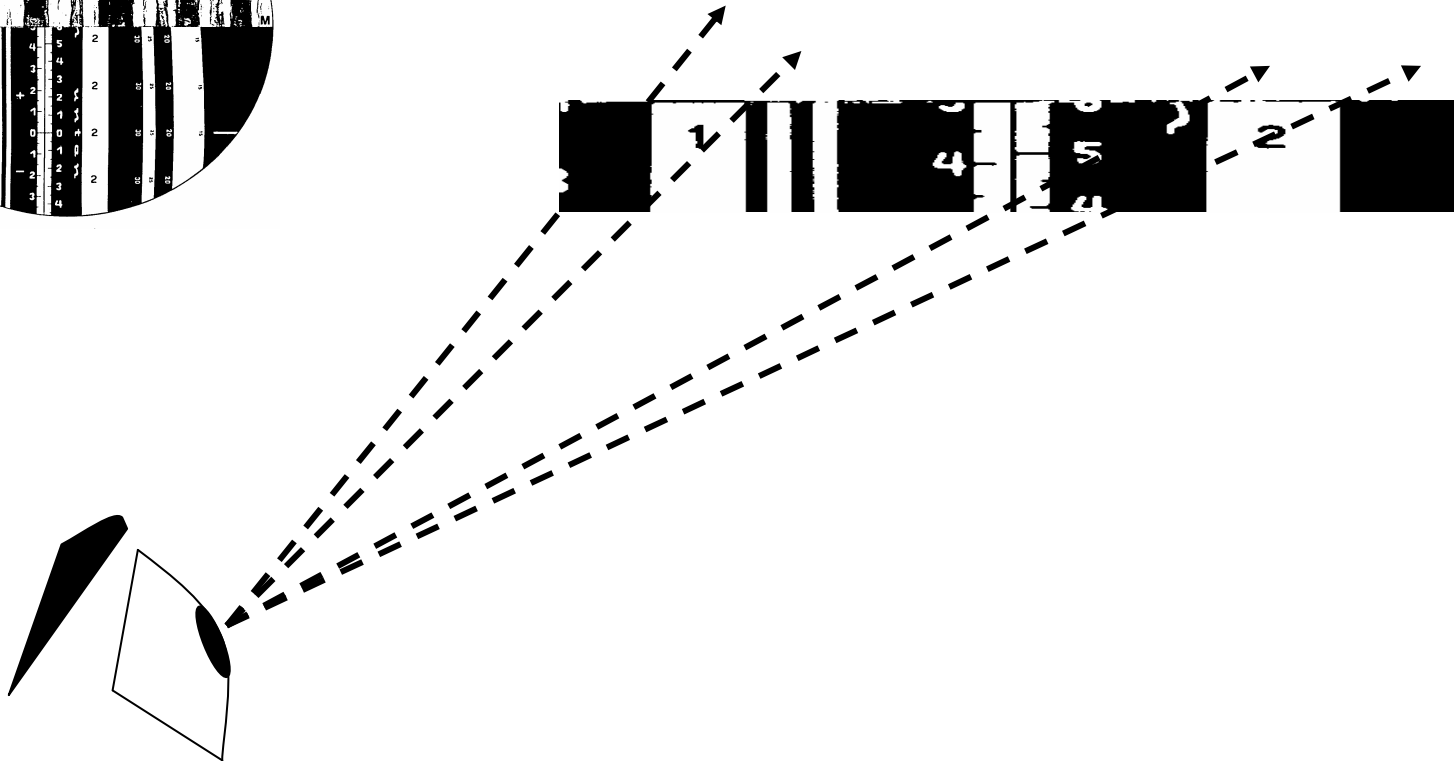
No se selecciona

0

# Las bandas del relascopio como calibre angular

El relascopio será el instrumento ideal para utilizar como calibre en el muestreo angular, ya que no se ve afectado por inconveniente de las visuales inclinadas.

El uso del relascopio da lugar al procedimiento de obtención del A.B. que se conoce como "muestreo angular relascópico"





Vistos distintos tipos de calibres angulares, vamos a ver el fundamento del muestreo angular y su procedimiento de realización en terreno horizontal, en el cual no deberemos lanzar visuales inclinadas, al apuntar a la sección normal de los árboles.



## Determinación del Area Basimétrica por muestreo angular

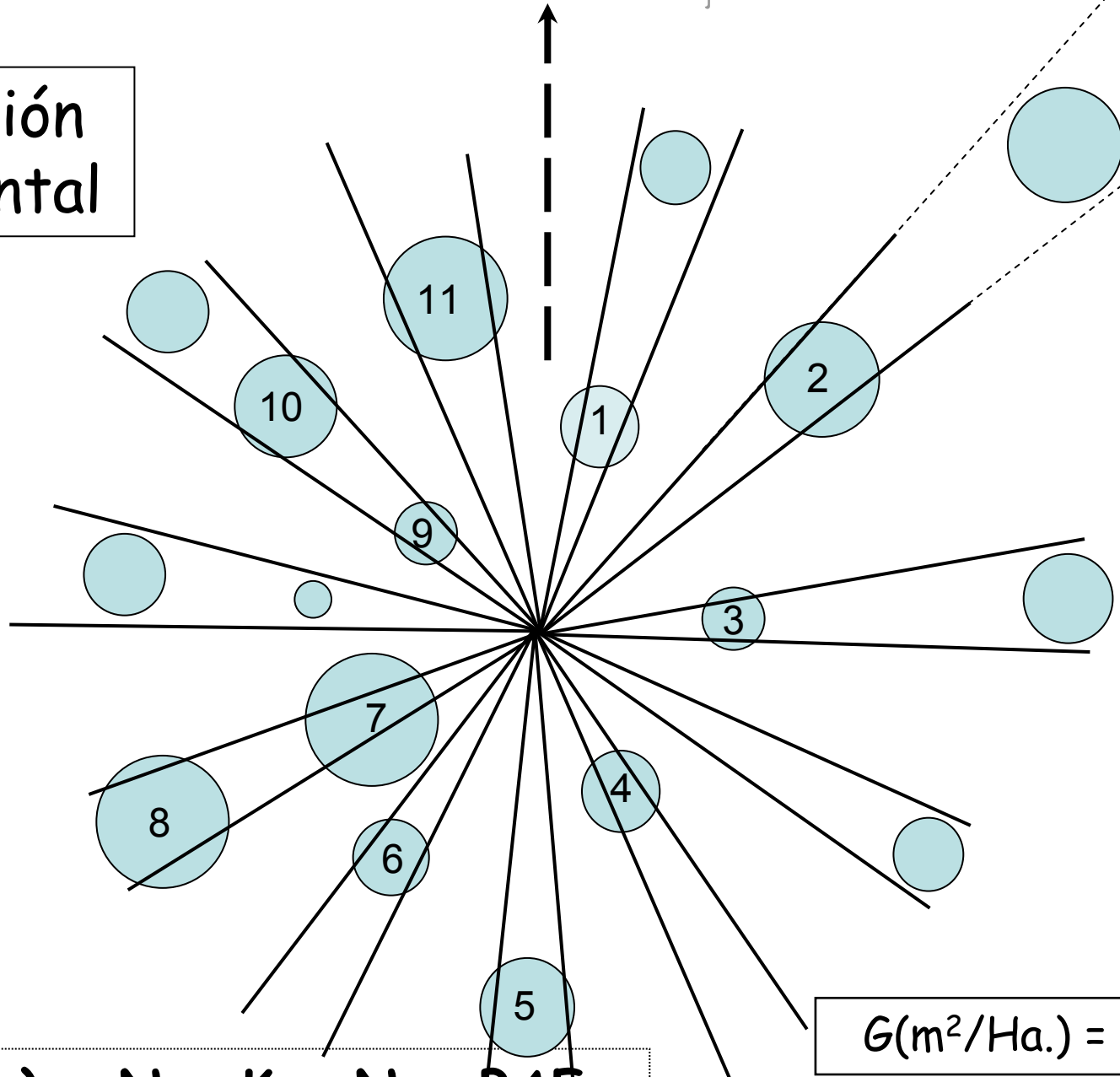
### PROPOSICIÓN FUNDAMENTAL DEL MUESTREO ANGULAR

"Si nos situamos en un punto del monte provistos de un calibre de ángulo fijo y damos sobre nuestros talones una vuelta completa de 360°, haciendo superponer las visuales extremas del calibre sobre las secciones normales de todos los pies que encontremos en este giro. Tendremos que una estimación del Area Basimétrica desde dicho punto, será proporcional al número de árboles cuya sección normal rebase las visuales del calibre"

$$G \text{ (m}^2\text{/Ha.)} = N \cdot K = N \cdot \text{BAF}$$

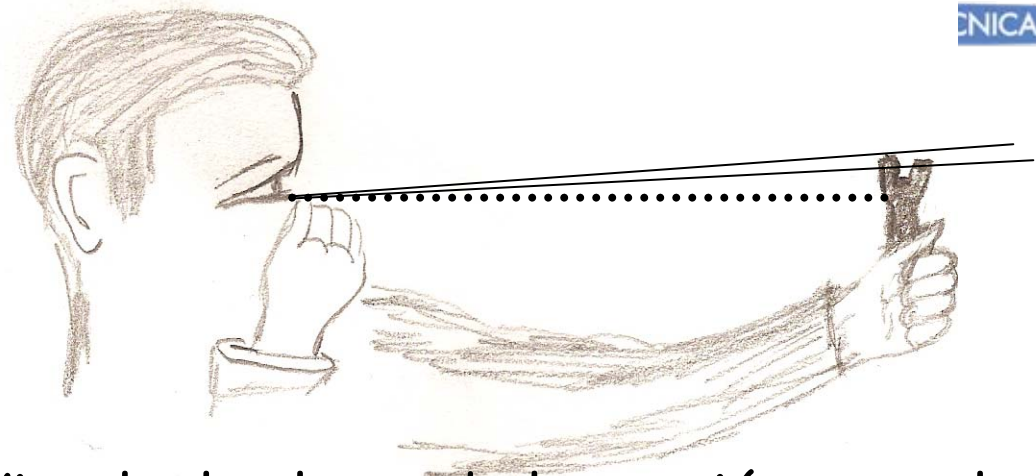


Proposición  
fundamental



$$G \text{ (m}^2\text{/Ha.)} = N \cdot K = N \cdot \text{BAF}$$

$$G \text{ (m}^2\text{/Ha.)} = 11 \cdot K$$



Visual a la altura de la sección normal



Rebasa las visuales del calibre (lo contamos)



No rebasa las visuales del calibre (no lo contamos)



En el límite (contamos uno de cada dos)



Rebasa las visuales del calibre (lo contamos)



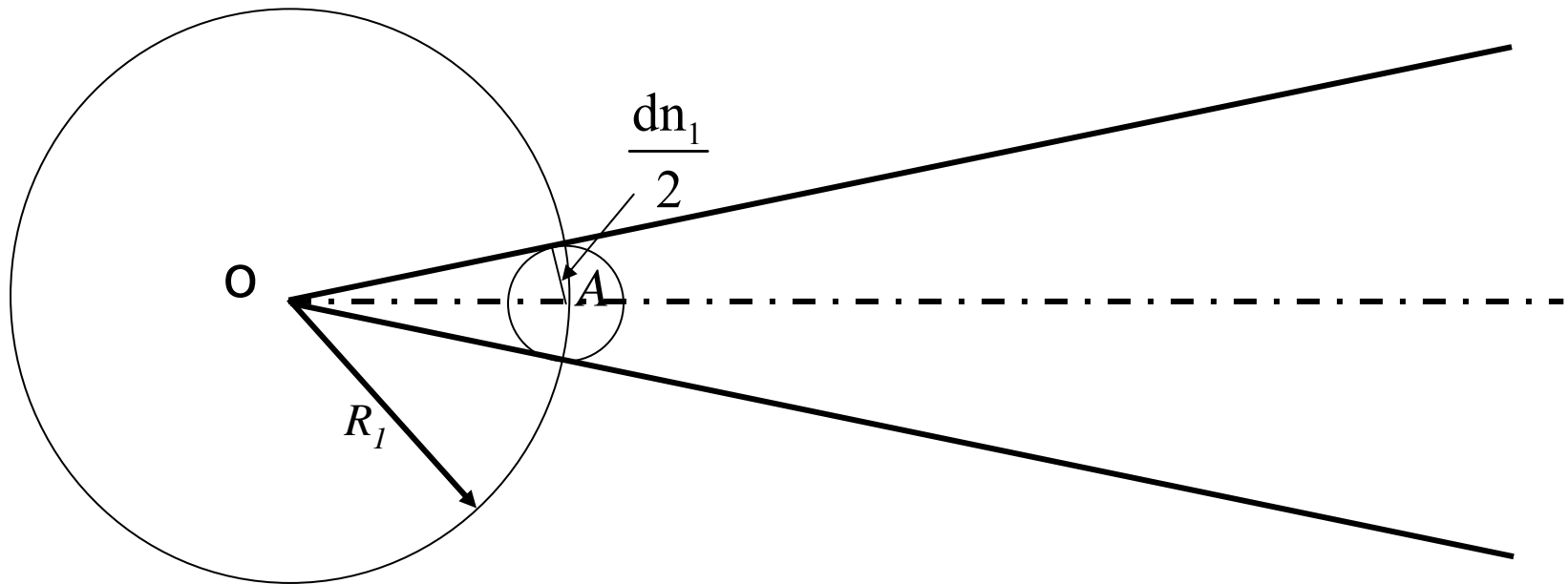
No rebasa las visuales del calibre (no lo contamos)





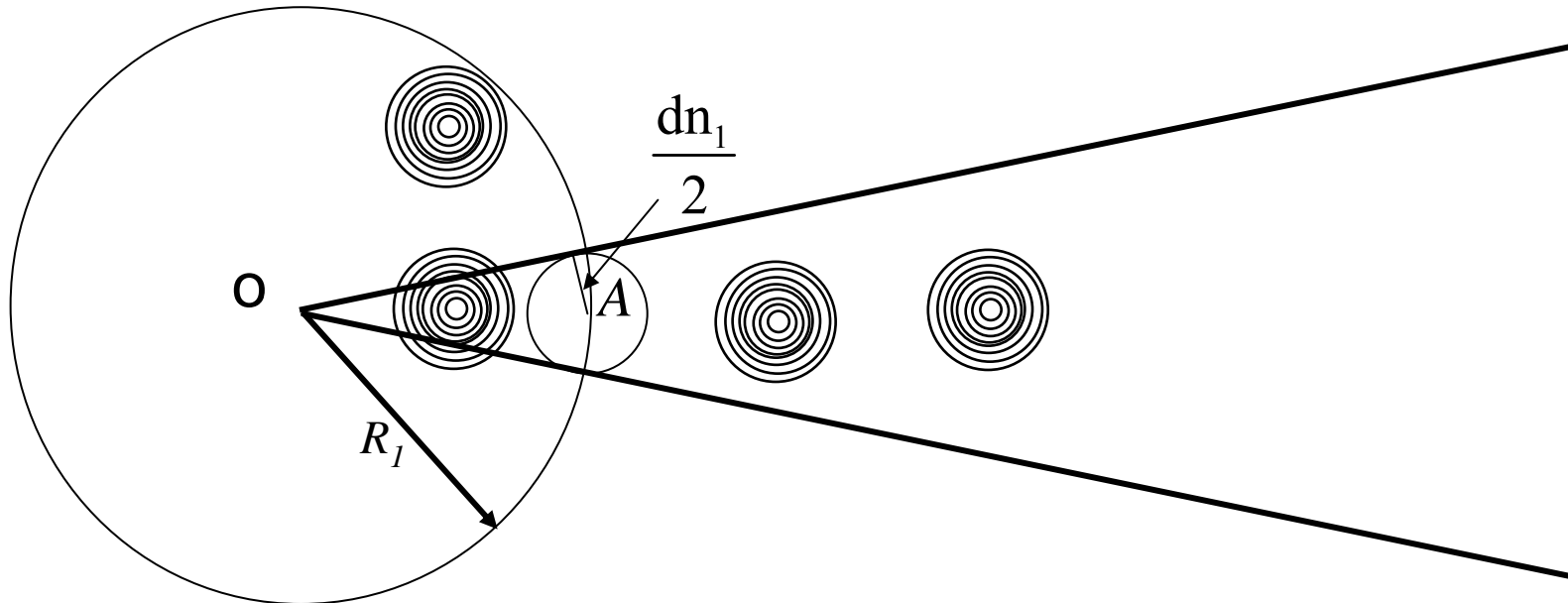
# Demostración de la veracidad de la proposición fundamental del muestreo angular

Si considero únicamente las secciones de diámetro normal  $dn_1$ , muestrearé *según la proposición fundamental* en parcelas circulares de  $R_1$  m. de radio



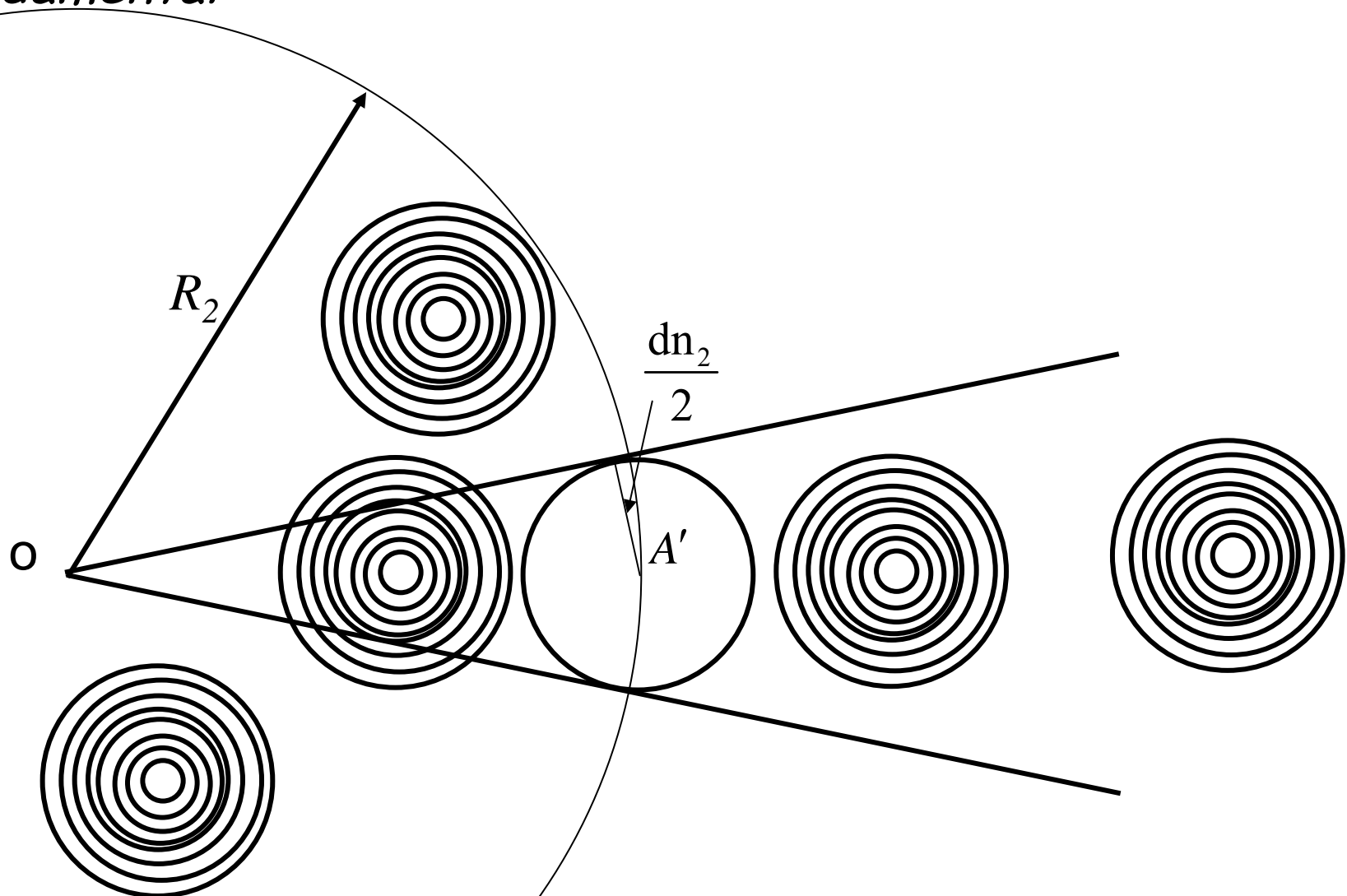


Para "dn"  $dn_1$  cuando lanzamos una visual con el calibre la máxima superficie muestreada es una parcela circular de radio  $OA=R_1$





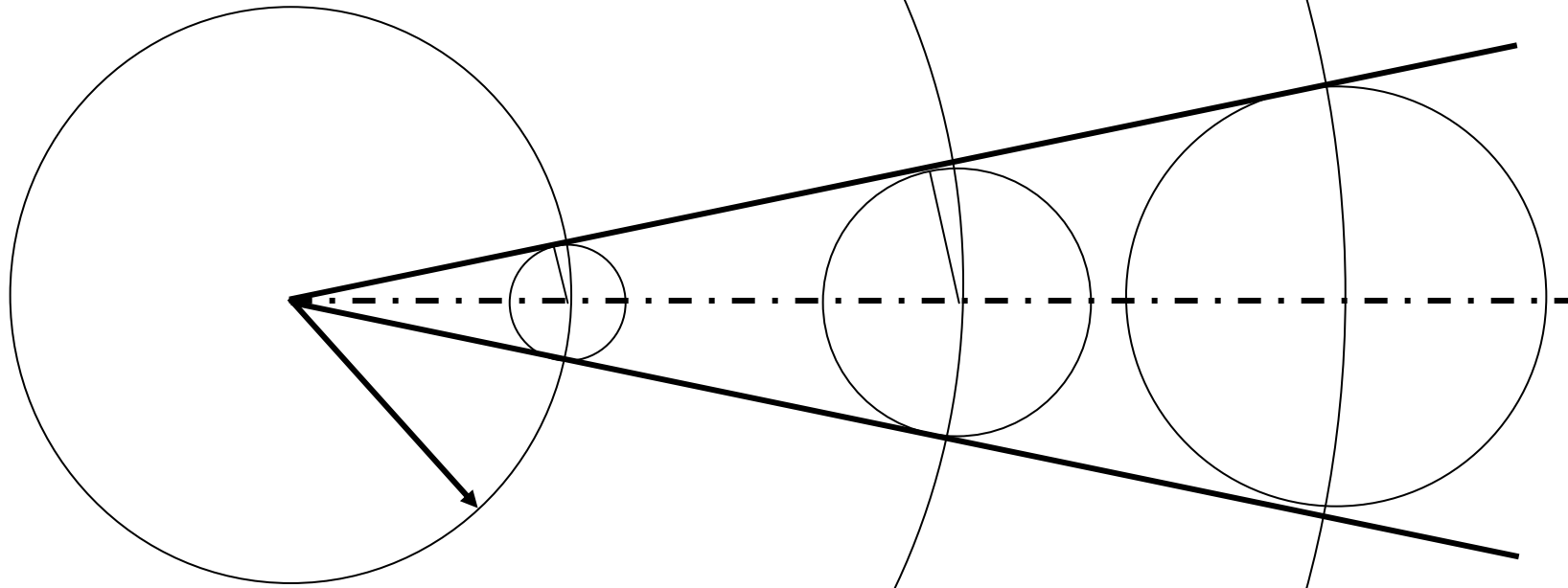
Si considero únicamente las secciones de diámetro normal  $dn_2$ ,  
muestrearé en parcelas de radio  $R_2$ , según la *proposición  
fundamental*





Tendré tantos tipos de parcelas circulares concéntricas como diámetros normales tengan los árboles de la zona.

El Rádio o el alcance de la parcela, para un mismo calibre angular aumentará con el diámetro de la sección considerada

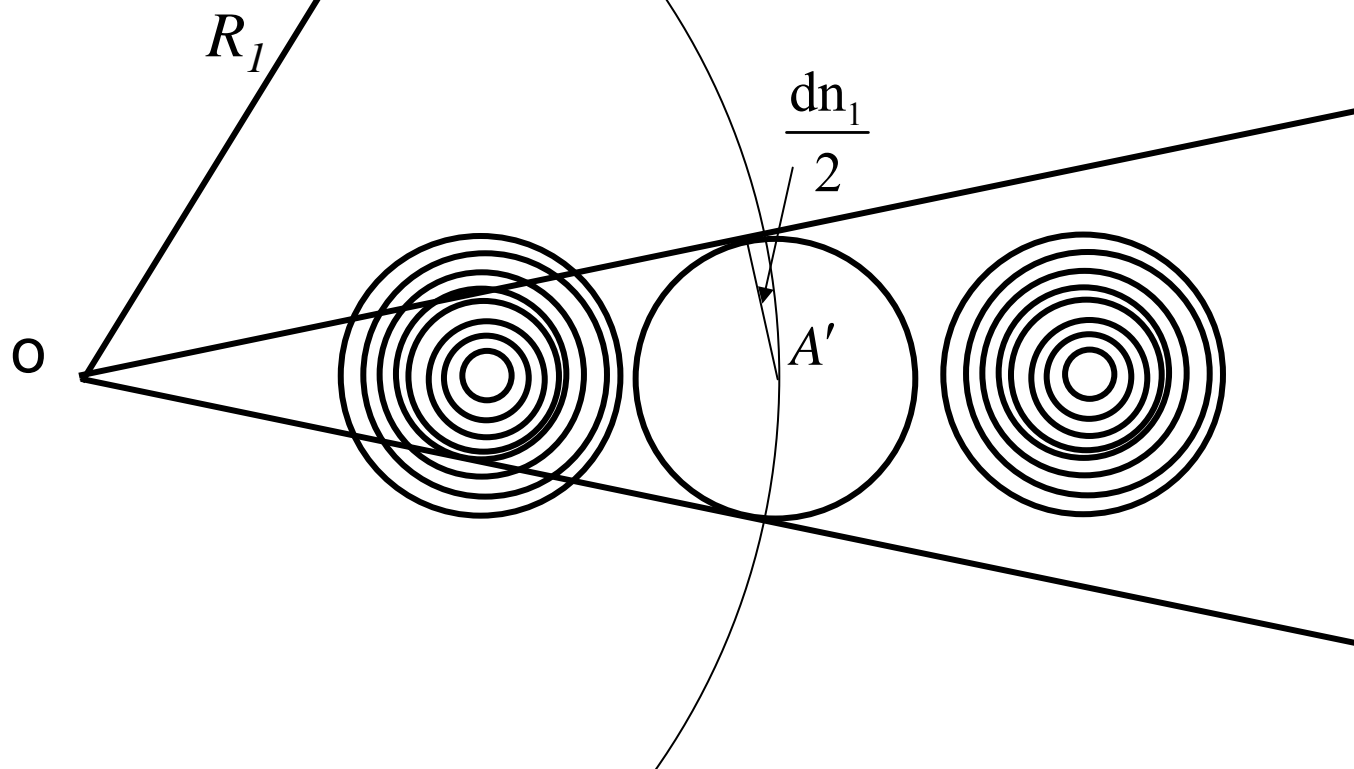


Por ello se conoce también a este procedimiento método de la "parcela móvil" para el cálculo del A.B.



$$G \text{ (m}^2\text{/Ha.)} = N_1 \cdot K(\text{BAF})$$

Para demostrar la propuesta fundamental del Muestreo Angular vamos a considerar en principio únicamente los árboles de diámetro normal  $dn_1$ , El calibre cortará todas aquellas secciones que se encuentren en una parcela circular de radio  $R_1$ , según la *proposición fundamental*.



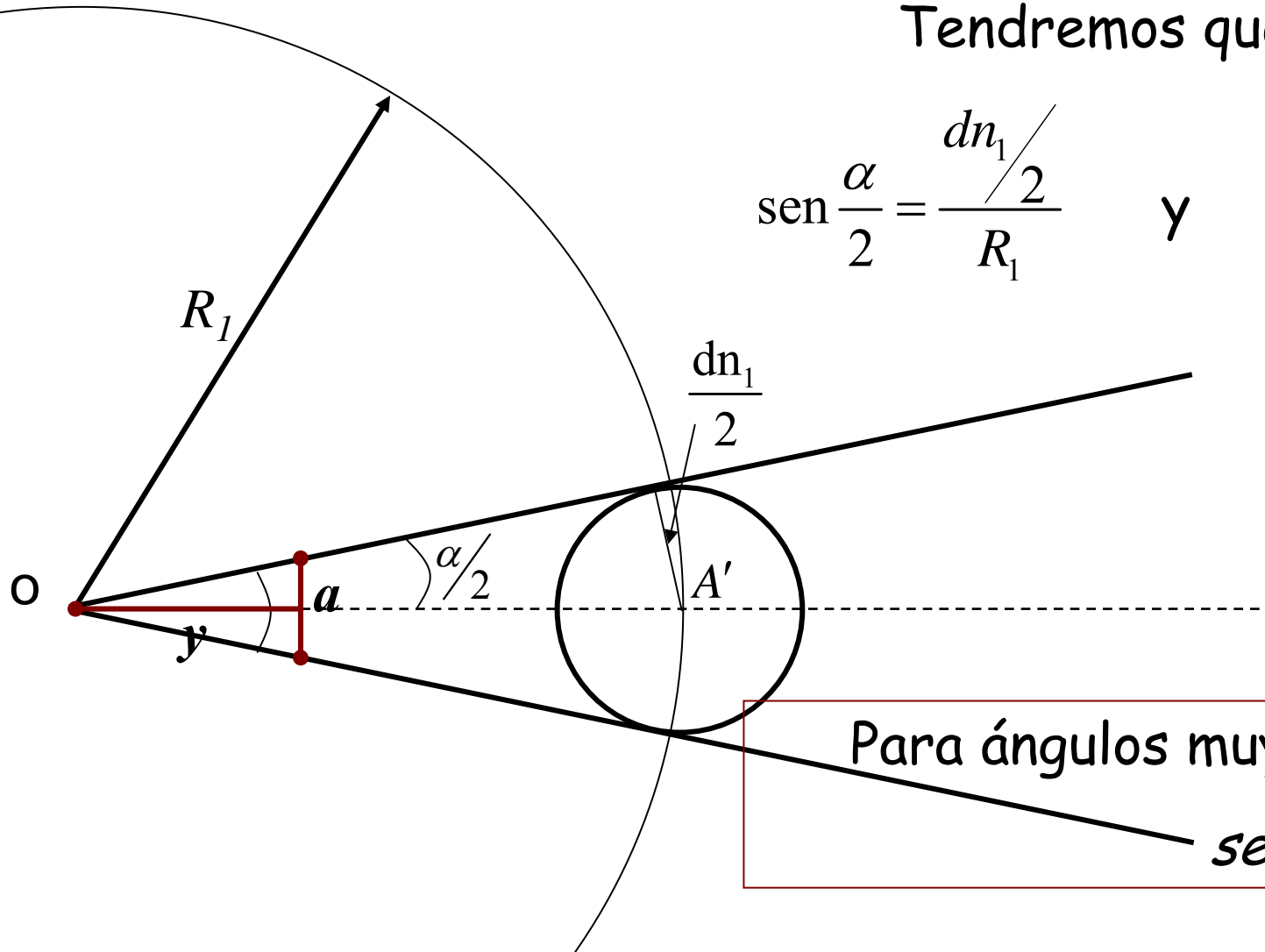


$$G \text{ (m}^2\text{/Ha.)} = N_1 \cdot K(\text{BAF})$$

Supongamos un calibre de ancho de banda  $a$  y distancia al ocular  $y$  que definen un ángulo fijo  $\alpha$

Tendremos que:

$$\text{sen } \frac{\alpha}{2} = \frac{dn_1/2}{R_1} \quad \text{y} \quad \text{tg } \frac{\alpha}{2} = \frac{a/2}{y}$$



Para ángulos muy pequeños

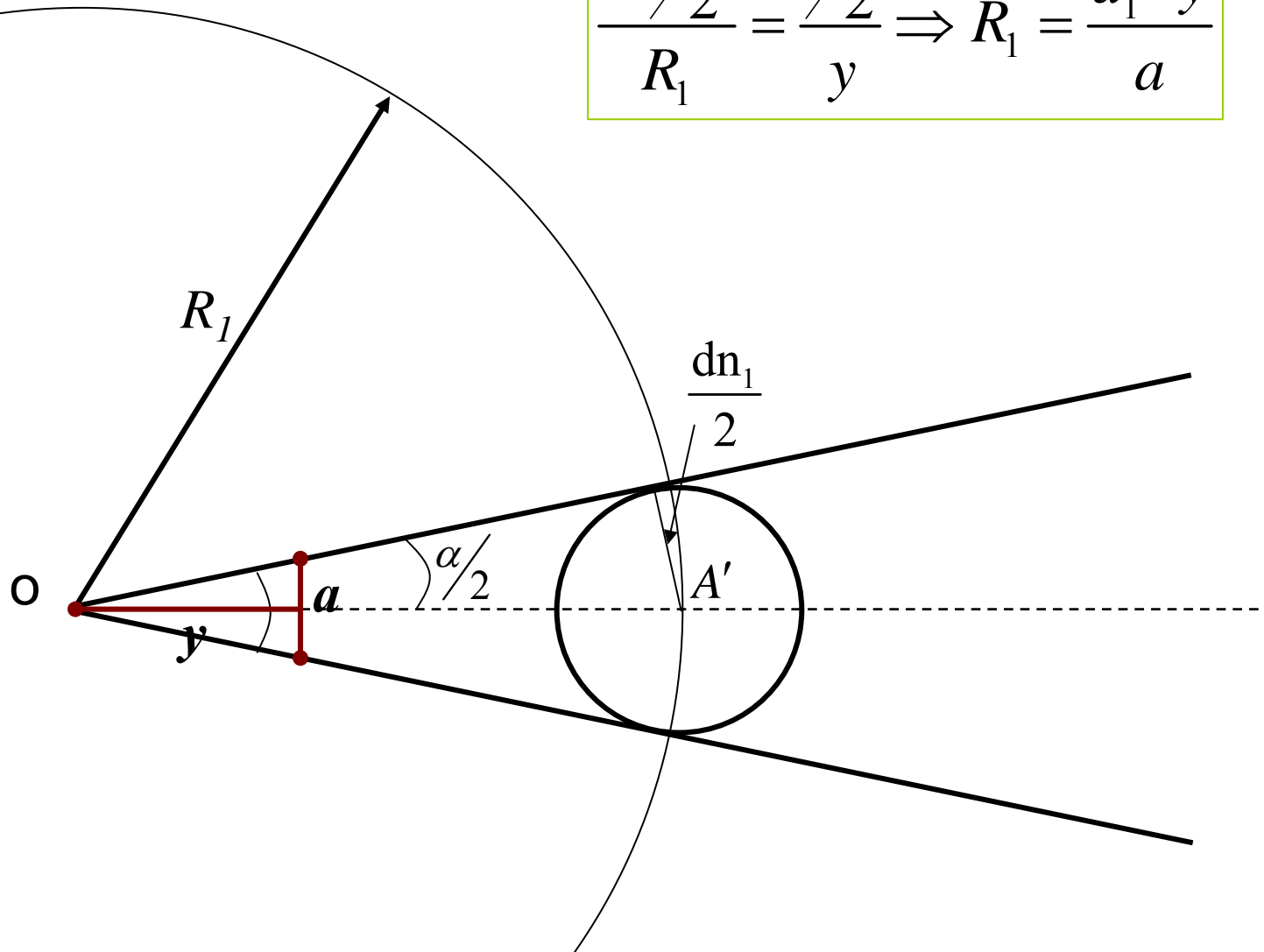
$$\text{sen } \alpha \approx \text{tag } \alpha$$



$$G (m^2/Ha.) = N_1 \cdot K(BAF)$$

Por lo que:

$$\frac{dn_1/2}{R_1} = \frac{a/2}{y} \Rightarrow R_1 = \frac{d_1 \cdot y}{a}$$

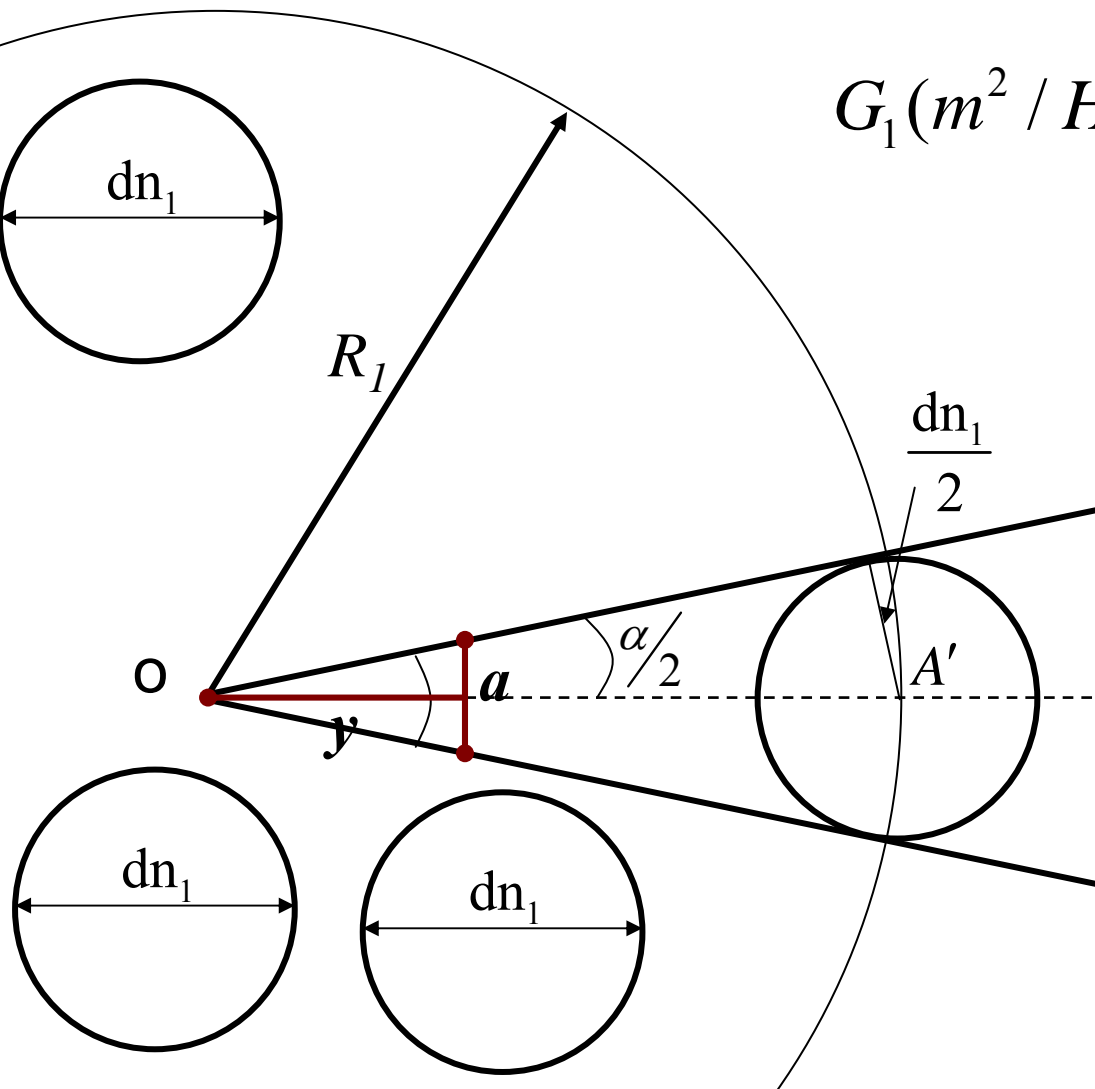




$$G (m^2/Ha.) = N_1 \cdot K(BAF)$$

En la parcela circular de radio  $R_1$  el Area Basimétrica de los árboles de  $dn_1$  será:

$$G_1(m^2 / Ha.) = \frac{n_1 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot dn_1^2 (m^2)}{\frac{\pi \cdot R_1^2}{10.000} (Has)}.$$



$n_1$ , serán todos los pies de  $dn_1$  que están dentro del círculo de radio  $R_1$ , los cuales todas sus secciones normales serán cortadas por las visuales del calibre. Por lo tanto contabilizados en el muestreo angular.





$$G (m^2/Ha.) = N_1 \cdot K(BAF)$$

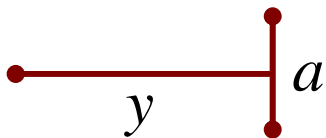
En la parcela circular de radio  $R_1$  el Area Basimétrica será:

$$G_1(m^2 / Ha.) = \frac{n_1 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot dn_1^2 (m^2)}{\frac{\pi \cdot R_1^2}{10.000} (Has)} = \frac{n_1 \cdot 10.000 \cdot dn_1^2}{4 \cdot R_1^2}$$

como

$$R_1 = \frac{dn_1 \cdot y}{a}$$

$$G_1(m^2 / Ha.) = \frac{n_1 \cdot 10.000 \cdot dn_1^2}{4 \cdot \frac{dn_1^2 \cdot y^2}{a^2}} = n_1 \cdot \frac{10.000}{4} \cdot \frac{a^2}{y^2}$$



$$G_1(m^2 / Ha.) = n_1 \cdot \frac{10.000}{4} \cdot \frac{a^2}{y^2}$$

BAF, que depende de las características del calibre



$$G (m^2/Ha.) = N_1 \cdot K(BAF)$$

$$G_1 (m^2 / Ha.) = n_1 \cdot \frac{10.000}{4} \cdot \frac{a^2}{y^2}$$

Si hacemos este razonamiento para todos los posibles *dni* existentes en el área de influencia del muestreo, tendremos que el Area Basimétrica total será:

$$G(m^2 / Ha.) = \sum n_i \cdot \frac{10.000}{4} \cdot \frac{a^2}{y^2} = N \cdot \frac{10.000}{4} \cdot \frac{a^2}{y^2}$$

Donde N es el número de árboles que en un giro de 360° sus secciones normales rebasan las visuales del calibre



$$G (m^2/Ha.) = N_1 \cdot K(BAF)$$

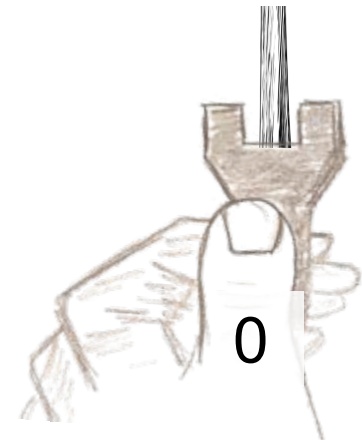
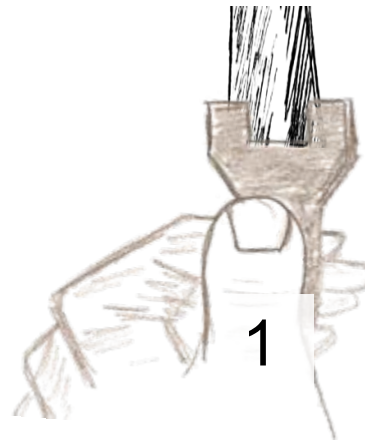
Lo que he demostrado que se cumple para los árboles de diámetro  $dn_1$ , lo puedo hacer igual para los otros diámetros normales existentes en la zona,  $dn_2$ ,  $dn_3$ ,  $dn_4$ ....., tendré pues que el Area Basimétrica, considerando todos los árboles, no solo los de  $dn_1$  será igual A:

$$G (m^2/Ha.) = \sum N_i \cdot K(BAF) = N \cdot K(BAF)$$

# Metodología para la utilización del calibre angular para estimar el Area Básimétrica por muestreo angular en terreno llano

Todo lo visto lo hemos demostrado, sobre un plano, por lo tanto vale para su aplicación en terreno llano.

• Para estimar  $G$  en un punto de muestreo, lanzaríamos visuales a través de cualquier calibre angular a las secciones normales de los árboles que observamos en un giro de  $360^\circ$ , contabilizando aquellos cuyo "dn" sea mayor que el ancho del calibre (lo rebase) y no contabilizando, aquellos cuyo "dn", sea menor que dicho ancho.



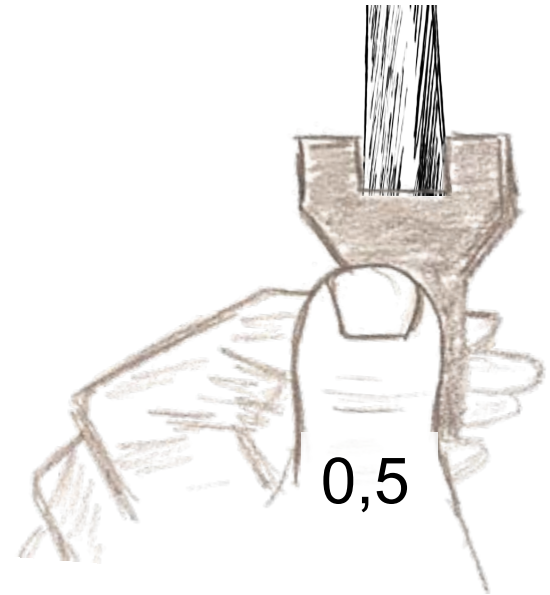


## Area Básimétrica por muestreo angular en terreno llano

- El n° de árboles contabilizados multiplicado por el BAF, correspondiente al calibre nos daría una estimación del A.B. en dicho punto

$$G(\text{m}^2/\text{Ha.}) = N \cdot \text{BAF}$$

• Los árboles cuyo diámetro normal coincide exactamente con el diámetro normal, son árboles que están en el límite o borde de la parcela, en este caso se contabiliza como medio árbol. Se ha de procurar que esto pase las menos veces posibles, solo cuando no se pueda discernir si mayor o menor.





Muestreo relascópico. Utilización del Relascopio de Bitterlich como calibre angular en la realización del muestreo.

La utilización del relascópio, hace que el muestreo angular sea válido para terrenos con pendiente, al utilizar sus distintas bandas en forma de uso como calibres angulares, aprovechando que se autocorrijen las visuales en función de la pendiente.

El BAF de cada una de las bandas que utilicemos vendrá determinado por la relación que caracteriza a LAS BANDAS EN FORMA DE HUSO del relascopio y que ya vimos al estudiar este aparato.

$$\frac{a}{y} = \frac{n}{200} = \frac{d}{D}$$



Necesitamos pues conocer con detalle las características y peculiaridades del Reloscopio de Bitterlich, RESPECTO A SU UTILIZACIÓN COMO CALIBRE ANGULAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL ÁREA BASIMÉTRICA y las bandas en forma de uso que se utilizan en la estimación del Área Basimétrica mediante el muestreo angular relascópico.

Reloscopio de Bitterlich modelos "MS" y "CP"



Conocemos el relascopio "MS" en él las bandas a utilizar como "anchos de banda", que no se ven afectados por la inclinación en el momento de lanzar visuales son:

Banda de los "unos" + los cuartos



Banda de los "unos"

Banda de los "dos"





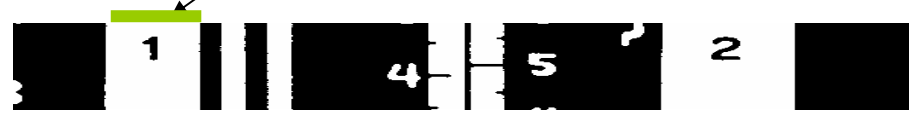
Vimos que el factor de área basal o de proporcionalidad de un calibre angular venía definido por:

$$K = \frac{10.000}{4} \cdot \frac{a^2}{y^2}$$

Y que en el relascopio la relación en las bandas de forma de huso

$$\frac{a}{y} = \frac{n}{200}$$

Para la banda de los "unos"  $a=4$



$$\frac{a}{y} = \frac{n}{200} = \frac{4}{200} = \frac{1}{50}$$

$$BAF = \frac{10000}{4} \cdot \frac{a^2}{y^2} = \frac{10000}{4} \cdot \frac{1}{50^2} = 1$$

Para la banda de los "unos" su  
**BAF = 1**



Vimos que el factor de área basal o de proporcionalidad de un calibre angular venía definido por:

$$K = \frac{10.000}{4} \cdot \frac{a^2}{y^2}$$

Para la banda de los "dos"

$$a = \sqrt{2} \cdot 4$$



$$\frac{a}{y} = \frac{n}{200} = \frac{4 \cdot \sqrt{2}}{200} = \frac{\sqrt{2}}{50}$$

$$BAF = \frac{10000}{4} \cdot \frac{a^2}{y^2} = \frac{10000}{4} \cdot \frac{2}{50^2} = 2$$

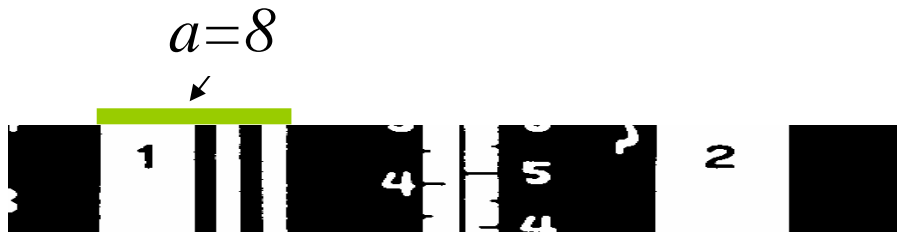
Para la banda de los "dos" su

$$BAF = 2$$



Vimos que el factor de área basal o de proporcionalidad de un calibre angular venía definido por:

Para la banda de los  
"unos+ cuartos"



$$K = \frac{10.000}{4} \cdot \frac{a^2}{y^2}$$

$$\frac{a}{y} = \frac{n}{200} = \frac{8}{200} = \frac{1}{25}$$

$$BAF = \frac{10000}{4} \cdot \frac{a^2}{y^2} = \frac{10000}{4} \cdot \frac{1}{25^2} = 4$$

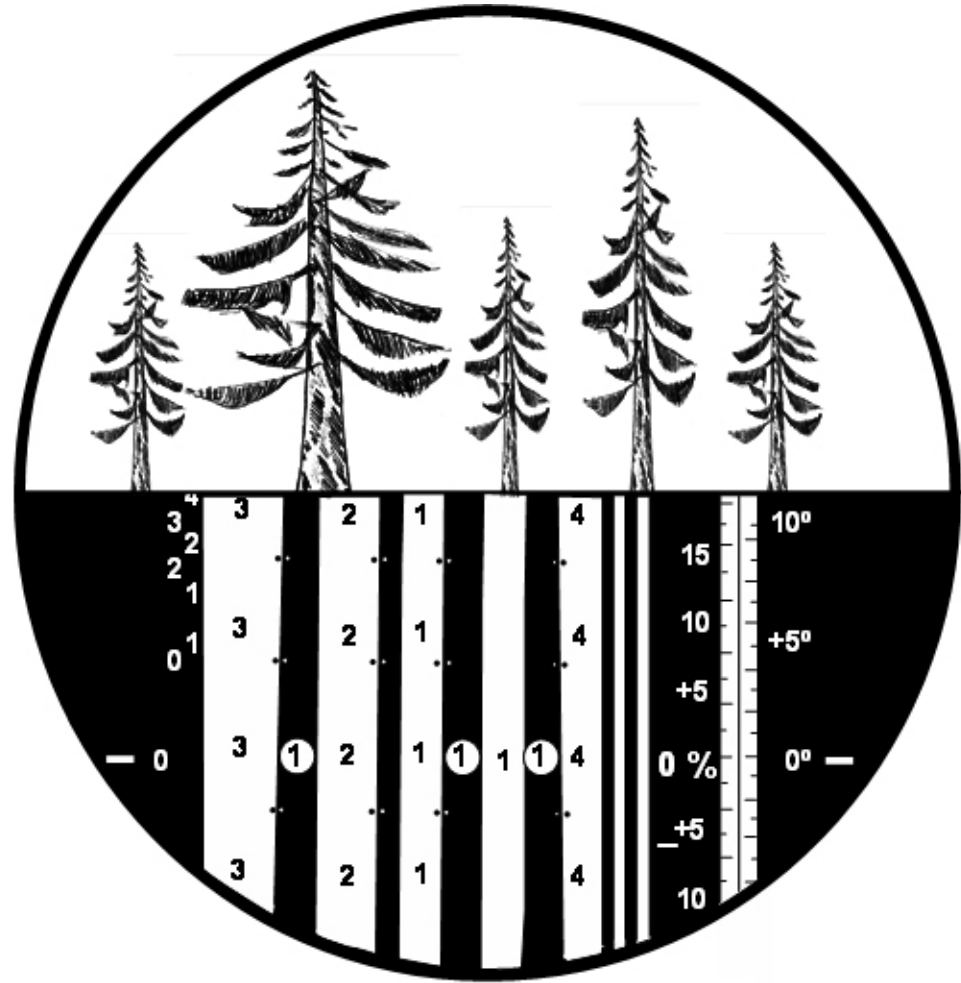
Para la banda de los  
"unos+cuartos" su  
 $BAF = 4$



## El modelo de relascopio "CP"

Está diseñado para su utilización como calibre angular relascópico en las más variadas situaciones de las características de densidad de la masa y de las dimensiones de los árboles que la componen.

Con él podemos configurar múltiples, tipos de calibres angulares, con coeficientes de proporcionalidad o BAF muy diversos que nos sirven para masas muy diferentes y podemos elegir en cada caso el que mejor se adapte a las características de la masa a muestrear.

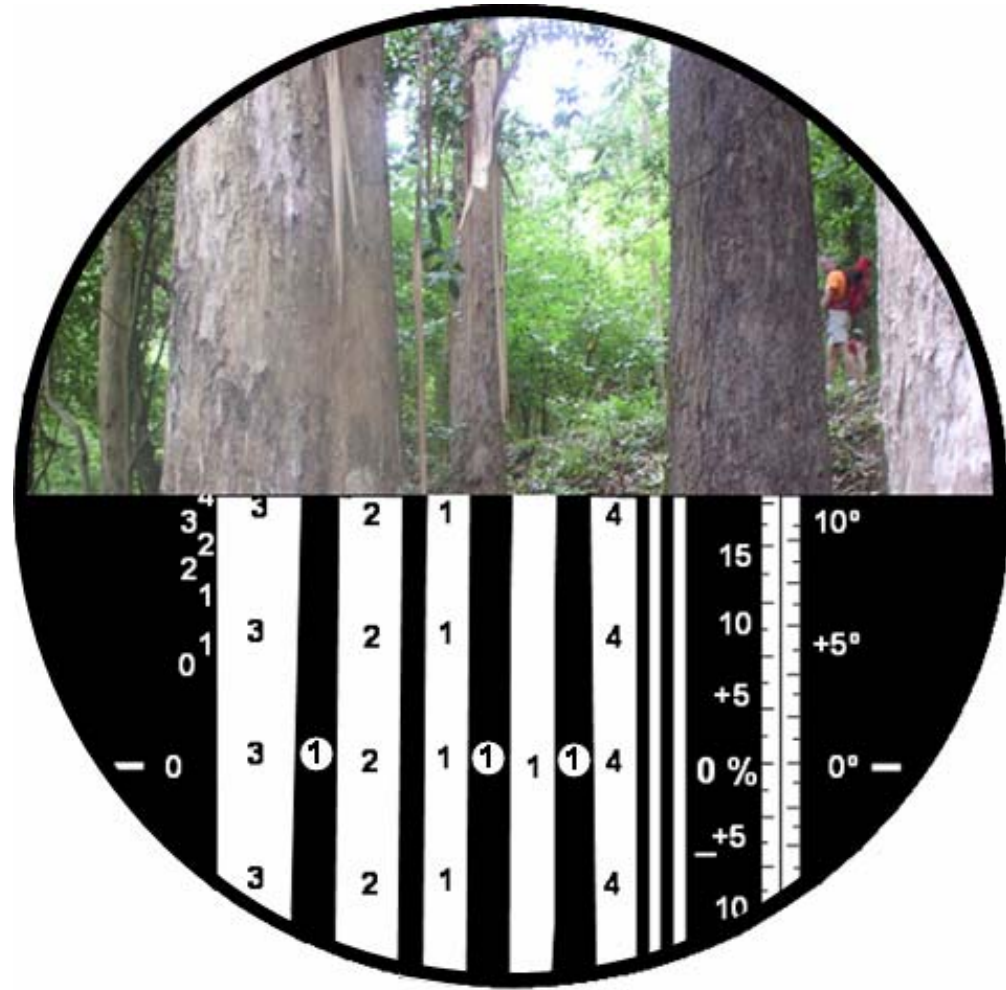




## El modelo de relascopio "CP"

Está diseñado para su utilización como calibre angular relascópico en las más variadas situaciones de las características de densidad de la masa y de las dimensiones de los árboles que la componen.

Con él podemos configurar múltiples, tipos de calibres angulares, con coeficientes de proporcionalidad o BAF muy diversos que nos sirven para masas muy diferentes y podemos elegir en cada caso el que mejor se adapte a las características de la masa a muestrear.





El modelo de relascopio "CP" dispone de las siguientes bandas en forma de huso donde se cumple:

$$\frac{a}{y} = \frac{n}{200}$$

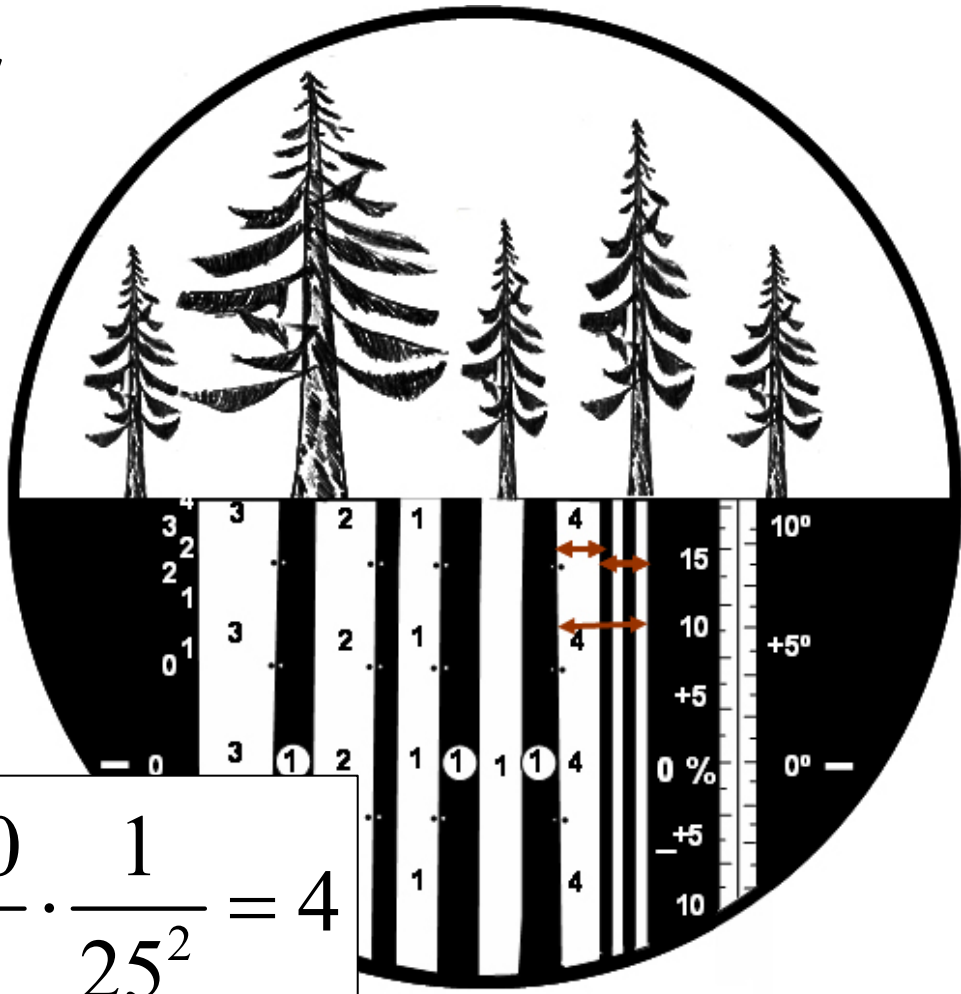
$$K = BAF = \frac{10.000}{4} \cdot \frac{a^2}{y^2}$$

• Una banda de "cuatro+cuartos", que por separado tienen una anchura de 4 bandas de "1/4" y conjuntamente una anchura de 8 bandas de "1/4".

Para la banda de los "cuatro+cuartos"

$$\frac{a}{y} = \frac{n}{200} = \frac{8}{200} = \frac{1}{25}$$

$$BAF = \frac{10000}{4} \cdot \frac{a^2}{y^2} = \frac{10000}{4} \cdot \frac{1}{25^2} = 4$$





El modelo de relascopio "CP" dispone de las siguientes bandas en forma de Huso donde se cumple:

$$\frac{a}{y} = \frac{n}{200}$$

$$K = BAF = \frac{10.000}{4} \cdot \frac{a^2}{y^2}$$

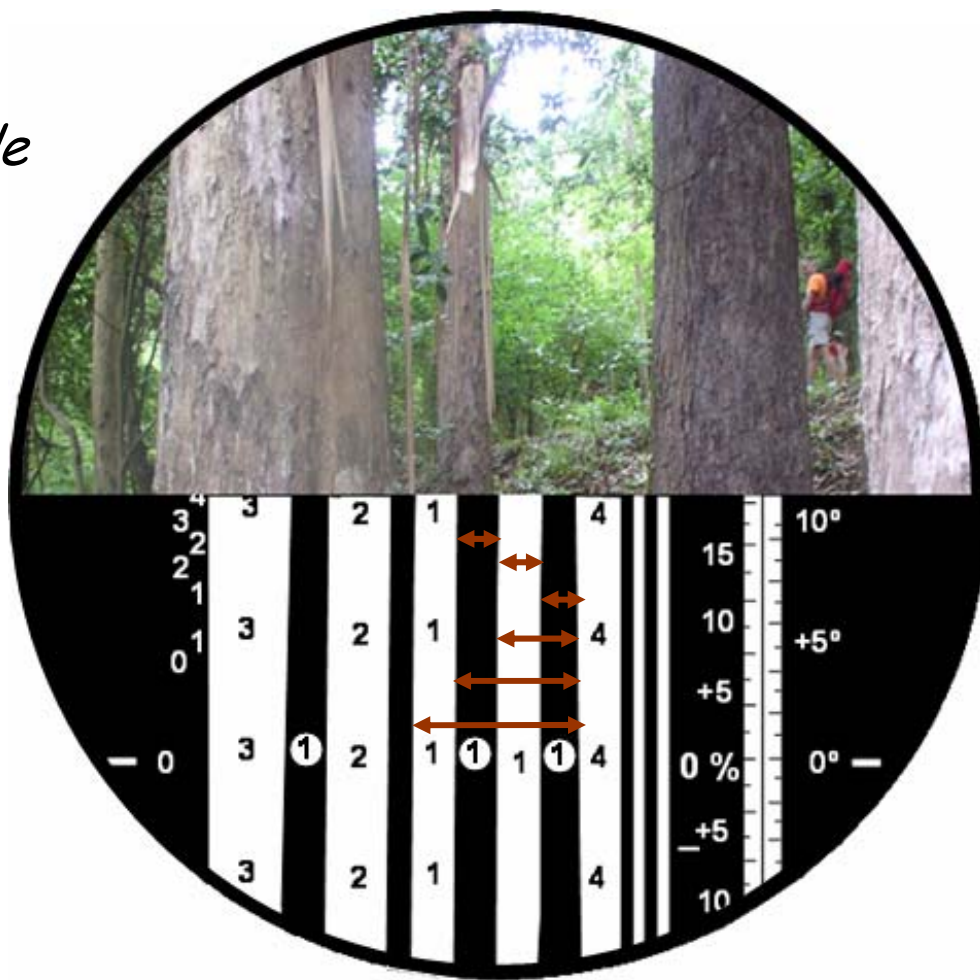
*Cuatro bandas contiguas de "unos" que se pueden utilizar de manera individual o en grupo de dos, tres o cuatro. ", con anchuras respectivas de 4, 8, 12, y 16 bandas de "1/4" y BAF respectivos de:*

$$BAF = 1$$

$$BAF = 4$$

$$BAF = 9$$

$$BAF = 16$$





El modelo de relascopio "CP" dispone de las siguientes bandas en forma de Huso donde se cumple:

$$\frac{a}{y} = \frac{n}{200}$$

$$K = BAF = \frac{10.000}{4} \cdot \frac{a^2}{y^2}$$

- Una banda de "dos". Su anchura es de  $\sqrt{2} \cdot 4$  bandas de "1/4", la cual conjuntamente con la banda más estrecha negra contigua conforman una banda de 8 bandas de "1/4"

$$BAF = 2$$

$$BAF = 4$$







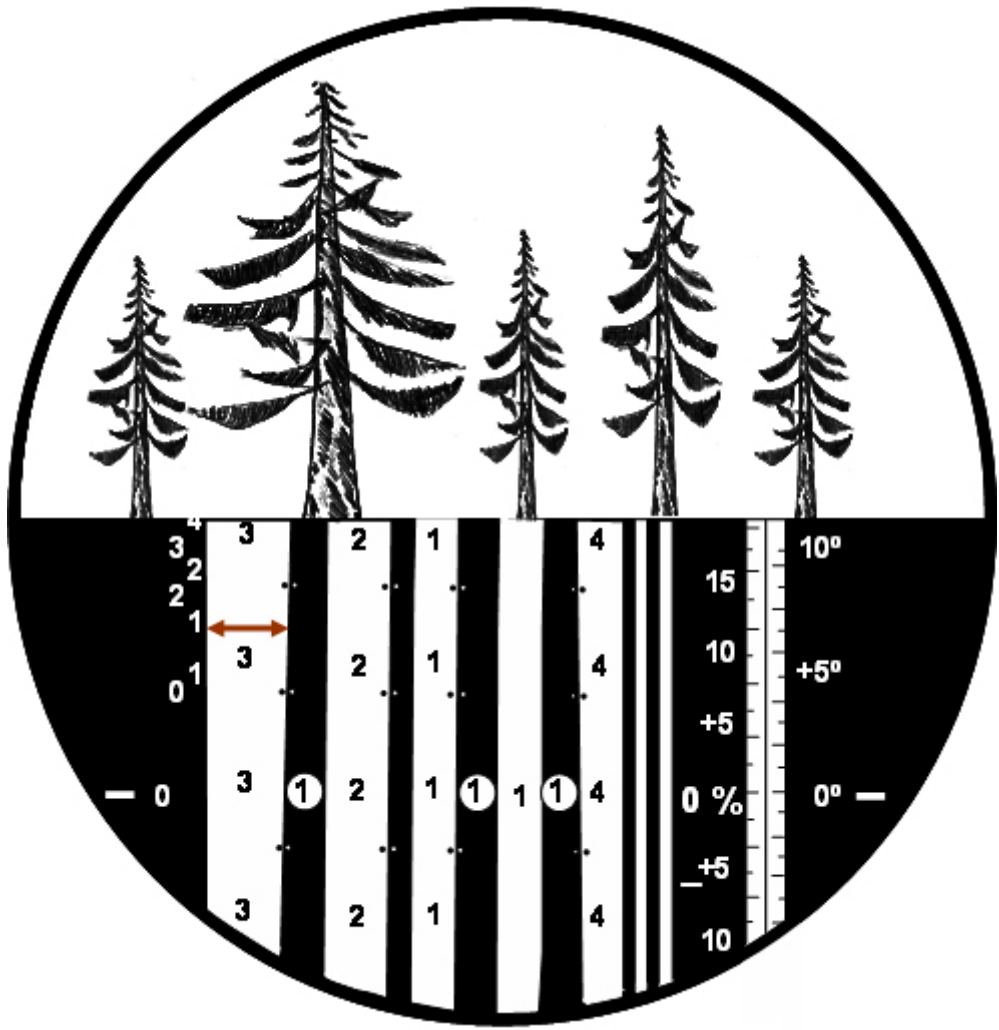
El modelo de relascopio "CP" dispone de las siguientes bandas en forma de Huso donde se cumple:

$$\frac{a}{y} = \frac{n}{200}$$

$$K = BAF = \frac{10.000}{4} \cdot \frac{a^2}{y^2}$$

• Una banda de "tres" su anchura es de  $\sqrt{3} \cdot 4$  bandas de "1/4"

$$BAF = 3$$





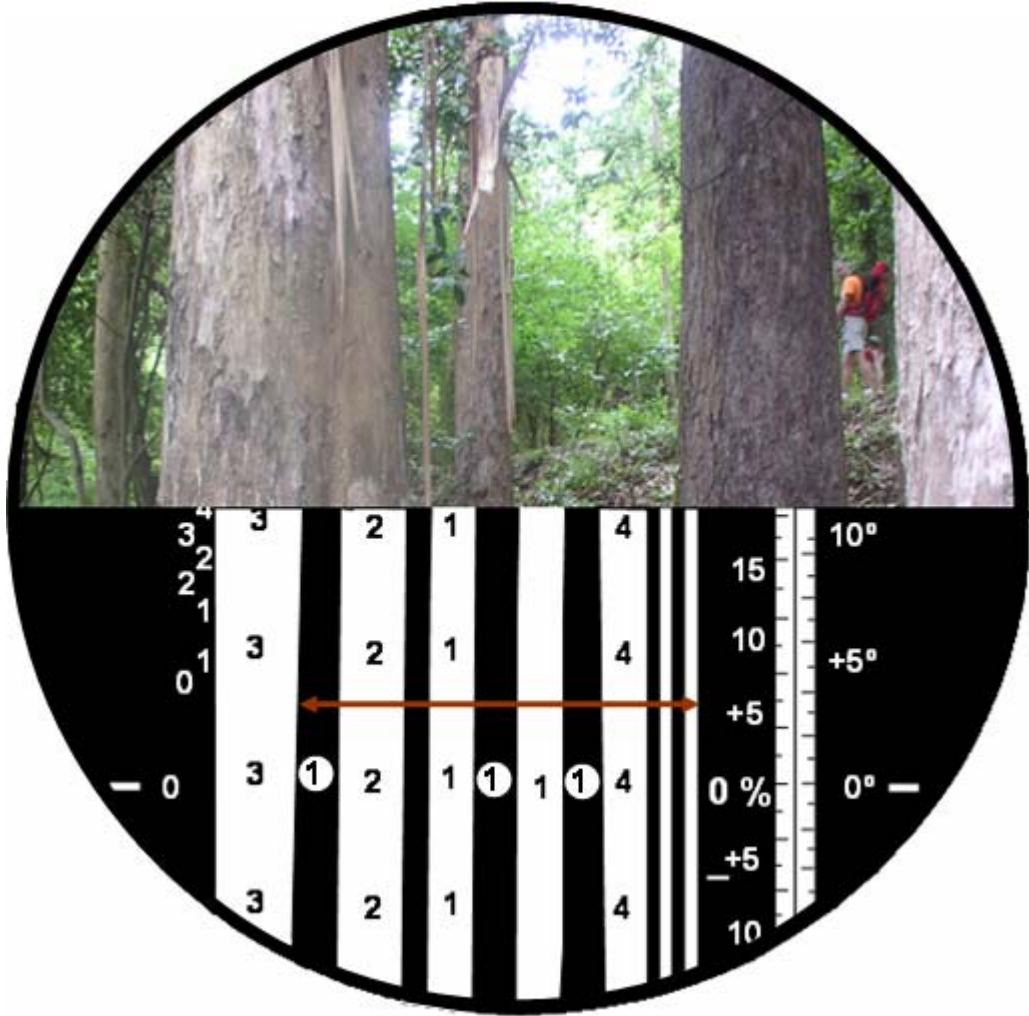
El modelo de relascopio "CP" dispone de las siguientes bandas en forma de Huso donde se cumple:

$$\frac{a}{y} = \frac{n}{200}$$

$$K = BAF = \frac{10.000}{4} \cdot \frac{a^2}{y^2}$$

Podemos llegar a componer una banda de hasta 36 bandas de "1/4" de anchura.

$$BAF = 81$$





## Relaciones de las distintas bandas del relascopio en forma de huso

Banda	anchura "n" (bandas de "1/4")	$r = \frac{a}{y} = \frac{n}{200}$
unos	4	$\frac{4}{200} = \frac{1}{50}$
cuartos	4	$\frac{4}{200} = \frac{1}{50}$
unos + cuartos cuatro + cuartos	8	$\frac{8}{200} = \frac{1}{25}$
1/4	1	$\frac{1}{200}$
n/4	n	$\frac{n}{200}$
dos	$4\sqrt{2}$	$\frac{4\sqrt{2}}{200} = \frac{\sqrt{2}}{50}$
tres	$4\sqrt{3}$	$\frac{4\sqrt{3}}{200} = \frac{\sqrt{3}}{50}$



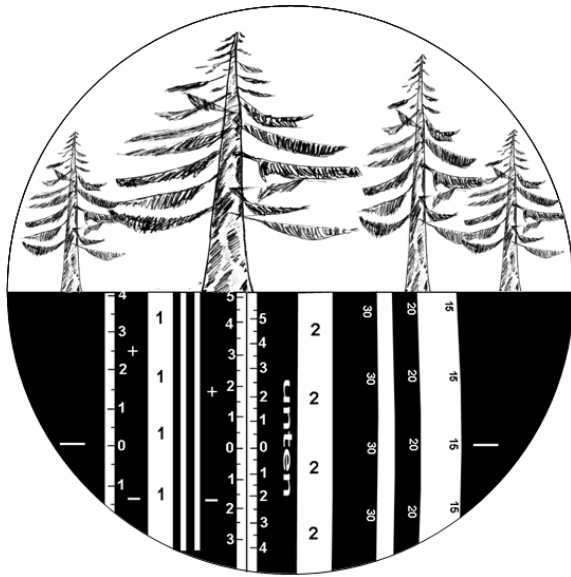
Factores de proporcionalidad de distintas bandas del relascopio

Bandas	BAF
Unos (MS-CP)	1
Dos (MS-CP)	2
Tres (CP)	3
Unos +cuartos Cuatro +cuartos(MS-CP)	4
Tres unos (CP)	9
Cuatro unos(CP)	16
Cinco unos(CP)	25

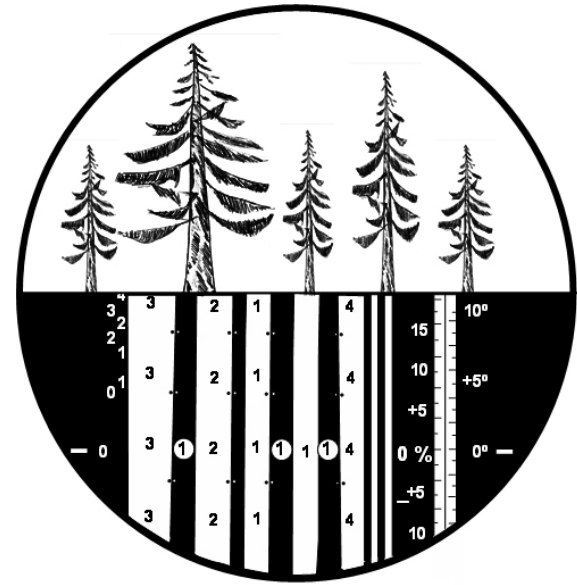


# Factores de proporcionalidad de distintas bandas del relascopio

Bandas	BAF
Unos (MS-CP)	1
Dos (MS-CP)	2
Tres (CP)	3
Unos +cuartos Cuatro +cuartos(MS-CP)	4
Tres unos (CP)	9
Cuatro unos(CP)	16
Cinco unos(CP)	25
seis unos(CP)	36
siete unos(CP)	49
ocho unos(CP)	64
nueve unos(CP)	81



"MS"



"CP"

En nuestras masas forestales, con las bandas de BAF = 1,2,3,4, cubrimos las necesidades de factor de proporcionalidad de manera suficiente a la hora de aplicar el muestreo angular relascópico.

Por ello, con el modelo de relascopio "MS", tenemos suficientemente cubierta la gama de calibres angulares necesarios y podemos realizar otra serie de operaciones de medición forestal que no nos permite el modelo "CP".



## Manera práctica de operar para determinar el A.B en una masa forestal con el relascópio de Bitterlich

- 1.-Decidir tamaño de la muestra y como repartir los puntos de muestreo. (Criterios estadísticos o personales)
- 2.-Elegir un ancho de banda, (será siempre el mismo en toda la masa o estrato de características homogéneas.)

*Para ello pequeños ensayos, y elegir un ancho de banda que de media contabilice aplicando el principio fundamental, entre 8 y 15 árboles como valor de "N".*

*Un "N" inferior a 8, dudosa significación estadística y un "N" superior a 15 daría lugar a un elevado número de dudosos (fuente de imprecisiones) y haría más lento el proceso.*



## Manera práctica de operar para determinar el A.B. en una masa forestal con el relascópio de Bitterlich

3.- En cada punto de muestreo, el operador con el botón del relascopio presionado, lanzará visuales a la altura que estime sea la de la sección normal, a todos los árboles que divise en un giro de 360 ° con el ancho de banda elegido, contabilizando aquellos árboles cuyo dn sea mayor que dicho ancho y no contabilizando aquellos cuyo dn sea menor.

*(En este proceso los dudosos, (aquellos cuyo "dn" coincida con el ancho de banda deben ser los menos posibles), y se contabilizarán como 0,5)*

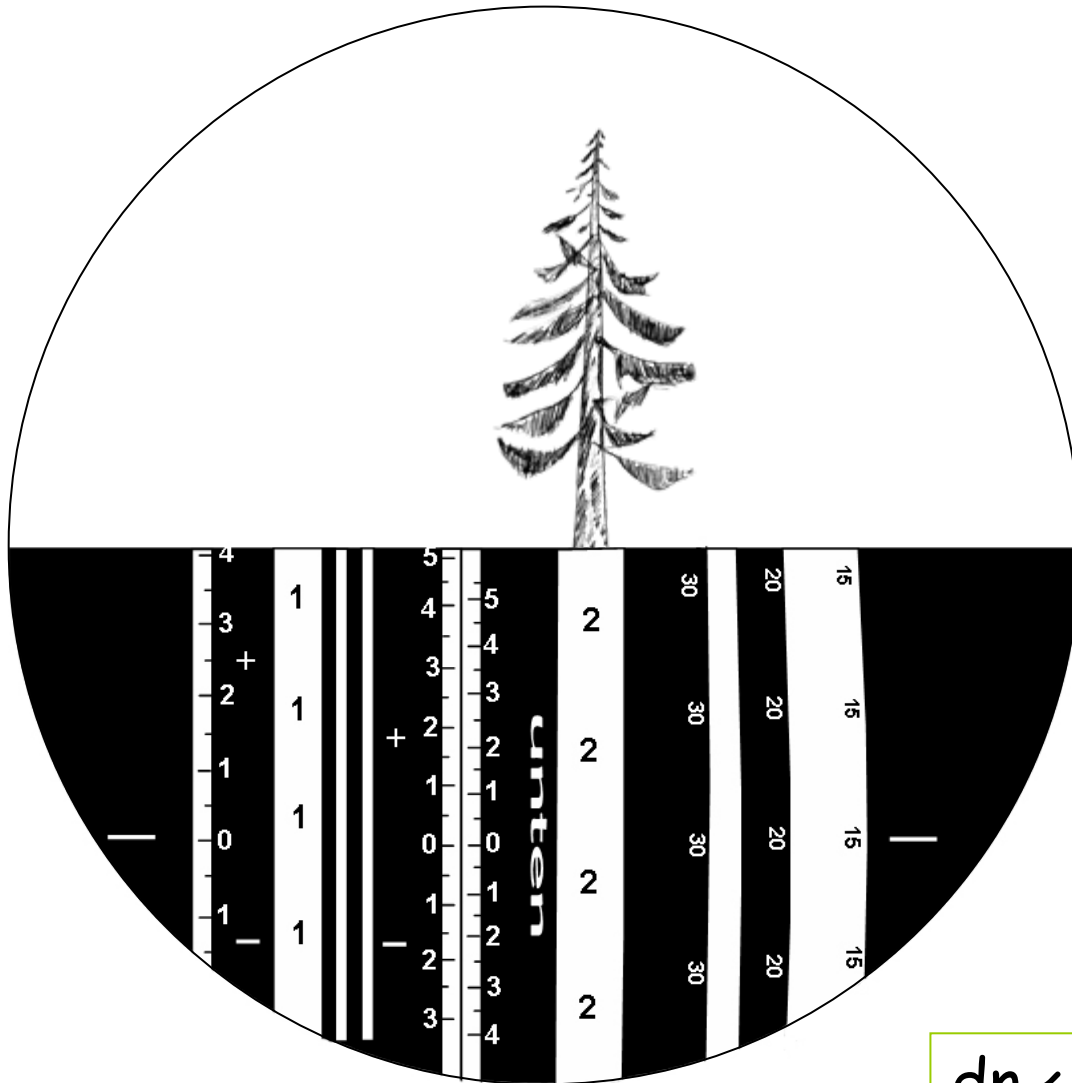
*Una vez finalizado el giro y contabilizados "N" árboles, la estimación del A.B. en dicho punto será:*

$$A.B.(m^2/Ha.) = G.(m^2/Ha.) = N \cdot BAF$$





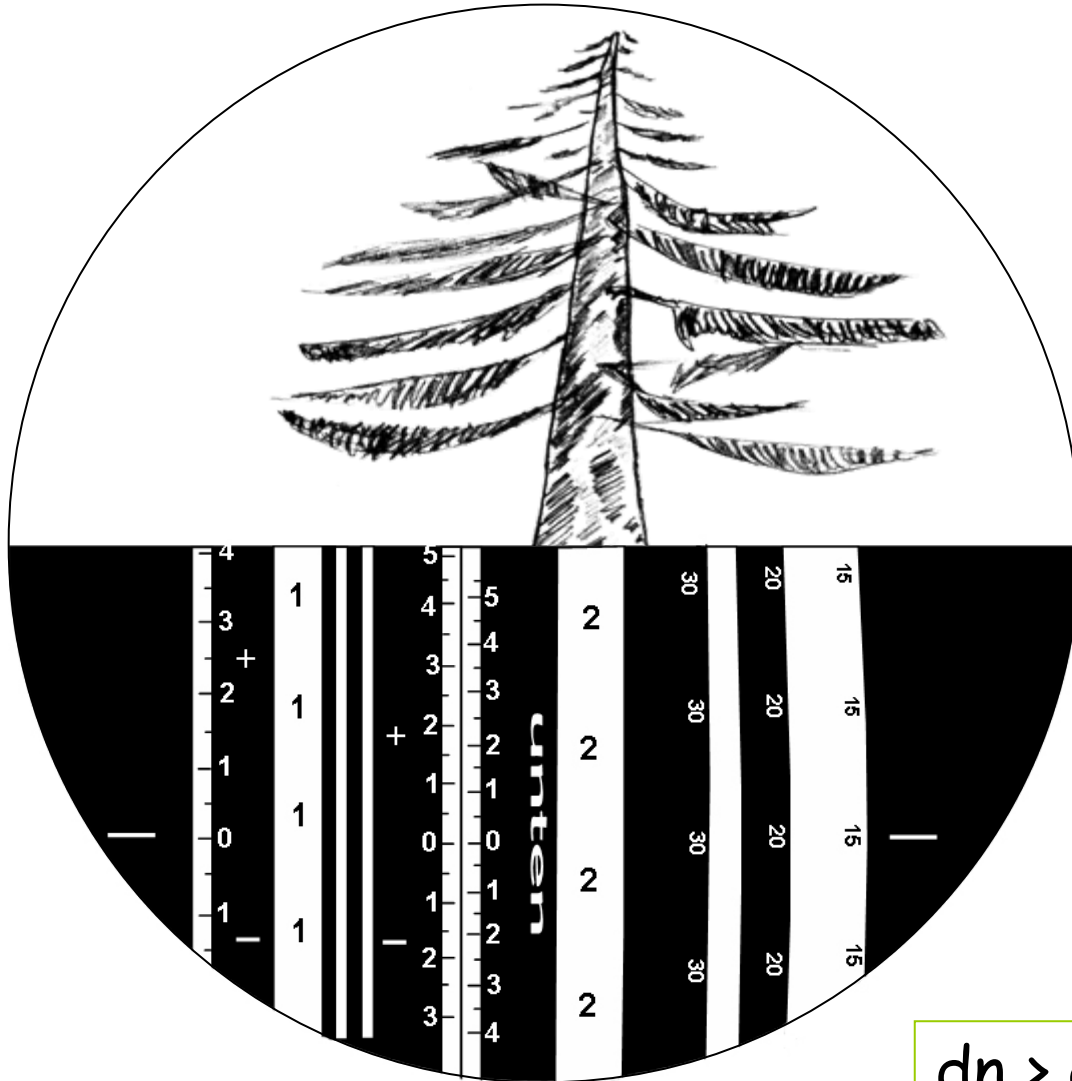
Supongamos actuamos con el ancho de banda de los "2"



$dn < a \rightarrow$  no se contabiliza



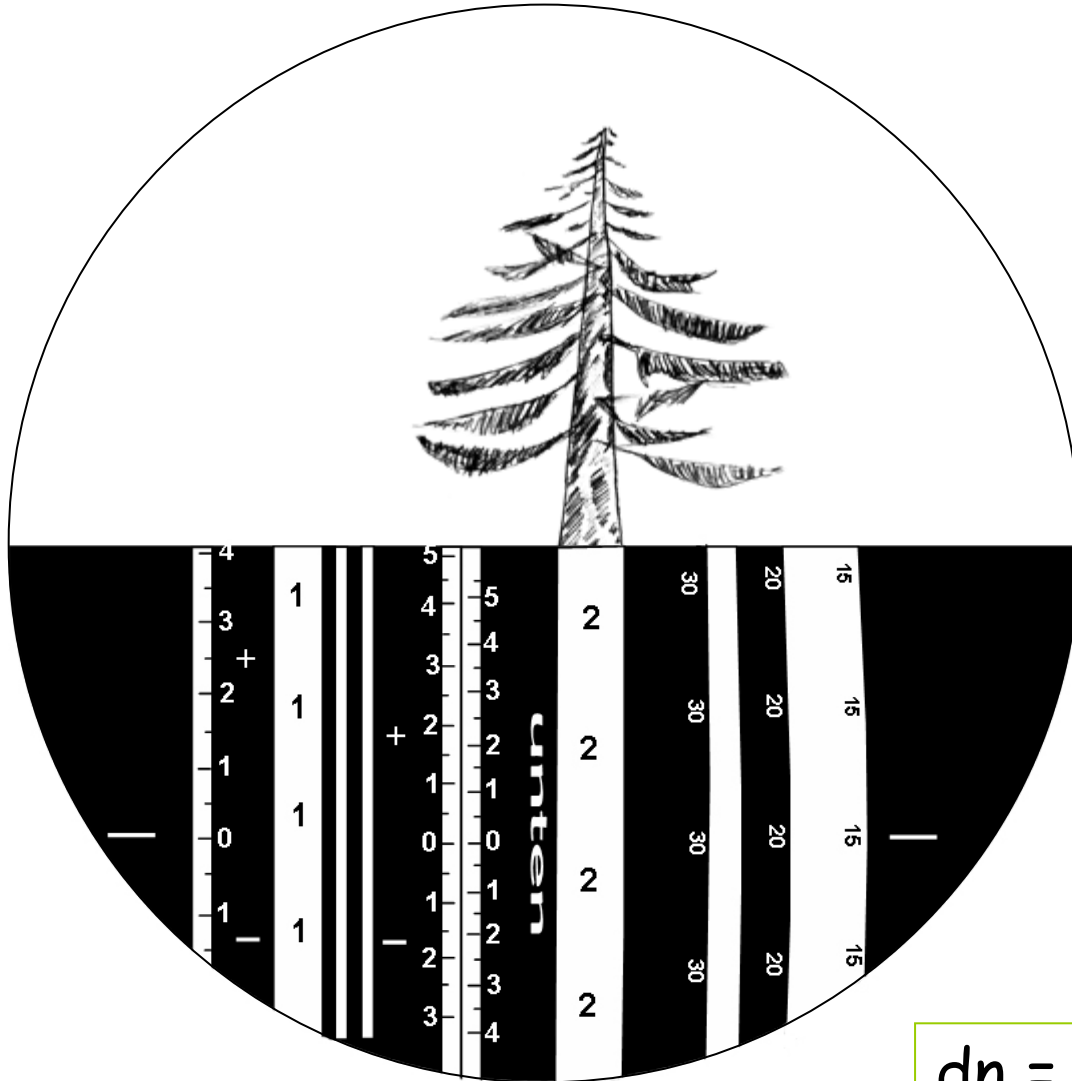
Supongamos actuamos con el ancho de banda de los "2"



$dn > a \rightarrow$  si se contabiliza



Supongamos actuamos con el ancho de banda de los "2"



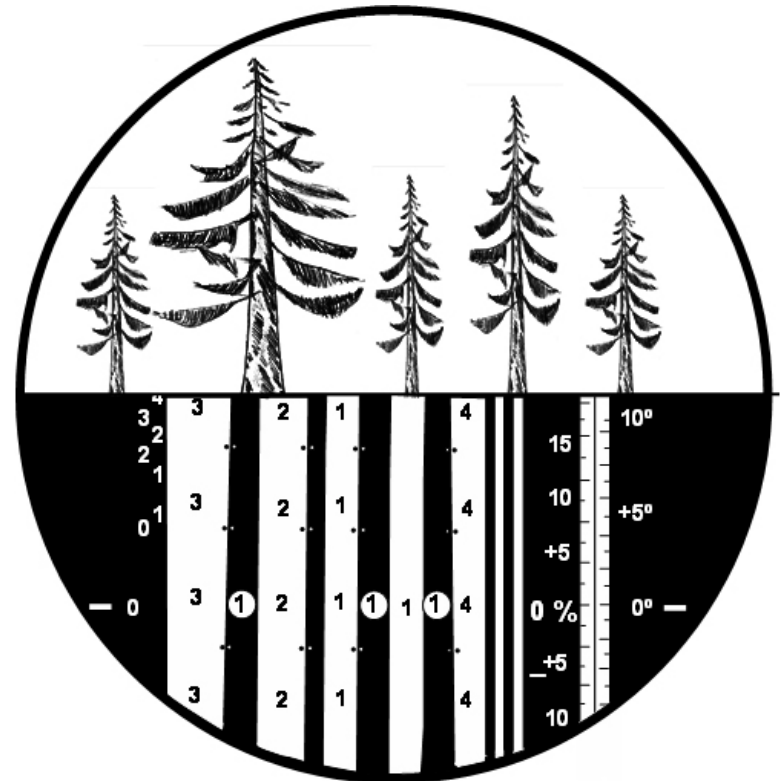
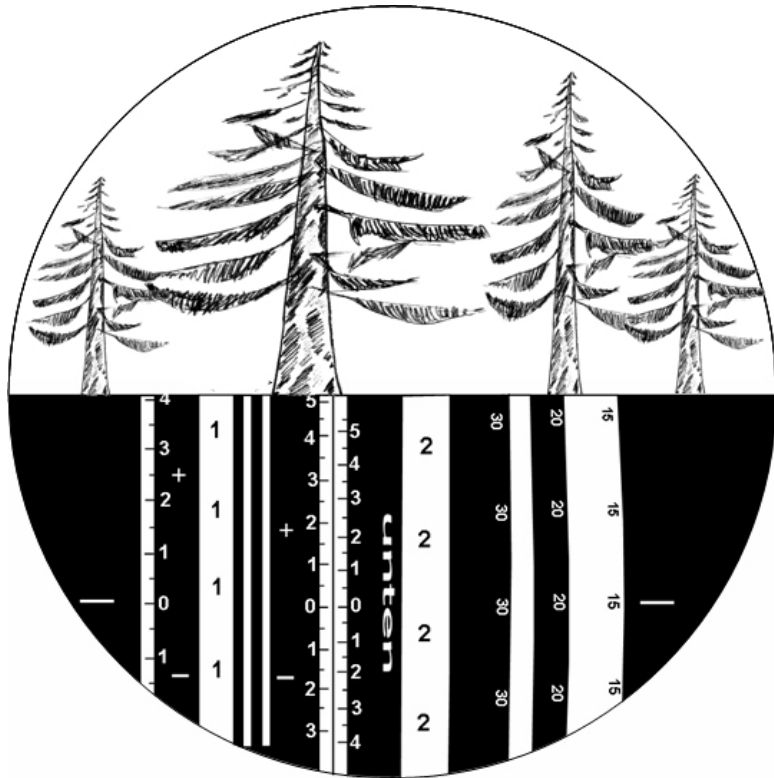
$dn = a \rightarrow$  se contabiliza 0,5



De manera genérica podemos considerar que los anchos de banda más aconsejables serán:

Para masas poco densas o densas con pies delgados (latizal) lo más frecuente será utilizar la banda de los "unos".

Para el resto de masas la banda de los "dos", "3" o la de los "unos+cuartos"

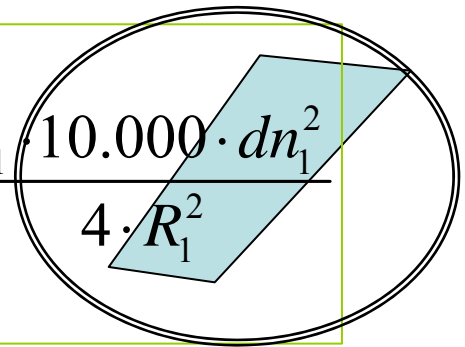




El muestreo angular relascópico se denomina también de radio móvil, ya que el proceso de muestreo, se hace en parcelas circulares concéntricas de radio variable que depende de las características del calibre y del grosor de los árboles, siendo así que los árboles más gruesos se muestrean en parcelas de mayor tamaño que los árboles más delgados

Vimos que:

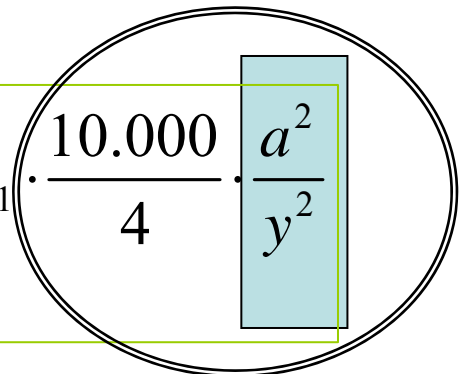
$$G_1(m^2 / Ha.) = \frac{n_1 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot dn_1^2 (m^2)}{\frac{\pi \cdot R_1^2}{10.000} (Has)} = n_1 \cdot \frac{10.000 \cdot dn_1^2}{4 \cdot R_1^2}$$



En función del "dn" de los árboles y del radio de parcela

En función de las características del calibre

$$G_1(m^2 / Ha.) = \frac{n_1 \cdot 10.000 \cdot dn_1^2}{4 \cdot \frac{dn_1^2 \cdot y^2}{a^2}} = n_1 \cdot \frac{10.000}{4} \cdot \frac{a^2}{y^2}$$





En función del "dn" de los árboles y del radio de parcela

$$G_1(m^2 / Ha.) = \frac{n_1 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot dn_1^2 (m^2)}{\frac{\pi \cdot R_1^2}{10.000} (Has)} = \frac{n_1 \cdot 10.000 \cdot dn_1^2}{4 \cdot R_1^2}$$

Puedo ver el tamaño de las parcelas que muestreo con los distintos anchos de banda, en función del diámetro de los árboles del entorno del punto de muestreo.



	BANDA DE LOS "UNOS" BAF= 1	BANDA DE LOS "DOS" BAF= 2	BANDA DE "LOS TRES" BAF= 3	BANDA DE LOS "UNOS + LOS CUARTOS" BAF= 4
dn (cm.)	Radio Parcela (metros)	Radio Parcela (metros)	Radio Parcela (metros)	Radio Parcela (metros)
10	5,0	3,54	2,89	2,50
15	7,5	5,30	4,33	3,75
20	10,0	7,07	5,77	5,00
25	12,5	8,84	7,22	6,25
30	15,0	10,61	8,66	7,50
35	17,5	12,37	10,10	8,75
40	20,0	14,14	11,55	10,00
45	22,5	15,91	12,99	11,25
50	25,0	17,68	14,43	12,50
55	27,5	19,45	15,88	13,75
60	30,0	21,21	17,32	15,00
65	32,5	22,98	18,76	16,25



## Consideraciones sobre el Muestreo Angular

- Podemos señalar que el Muestreo Angular para la estimación del Área Basimétrica, será muy válido en masas de características homogéneas en la dimensiones del arbolado que la compone. Lo que podemos asimilar a "masas regulares".
- Igualmente será preciso en su aplicación a "masas irregulares ideales" en las que abunden en la proporción adecuada los árboles de menor dimensión frente a los de mayor dimensión.
- Sin embargo en "masas irregulares" en que la frecuencia de pies de distintos tamaños sea similar, no es aconsejable la utilización de este procedimiento para la determinación del Área Basimétrica, pues no está garantizada su precisión.





El muestreo relascópico, nos da

Nos interesa también la  
Función de  
Distribución  
del Área  
Basimétrica

Nºpies /Ha	Area Basimétrica $m^2$ /Ha
N <sub>1</sub>	G <sub>1</sub>
N <sub>2</sub>	G <sub>2</sub>
N <sub>3</sub>	G <sub>3</sub>
N <sub>4</sub>	G <sub>4</sub>
N <sub>5</sub>	G <sub>5</sub>
N <sub>T</sub>	G <sub>T</sub>



*El muestreo relascópico, nos da directamente el Área Basimétrica de una masa  $G(m^2/Ha.)$*

En los inventarios forestales obtenemos la

Función de Distribución del Área Basimétrica

Nºpies /Ha	Area Basimétrica $m^2/Ha$
$N_1$	$G_1$
$N_2$	$G_2$
$N_3$	$G_3$
$N_4$	$G_4$
$N_5$	$G_5$
$N_T$	$G_T$



*El Diámetro medio cuadrático como diámetro del árbol de A.B.  
media de la masa*

Diámetro medio cuadrático "Dg"

$$Dg = \sqrt{\frac{\sum n_i \cdot dn_i^2}{\sum n_i}}$$

$$\frac{G}{N} = \bar{g} = \frac{\pi}{4} Dg^2 \Rightarrow Dg = \sqrt{\frac{4}{\pi} \cdot \frac{G}{N}}$$

$$Dg = \sqrt{\frac{4 \cdot \sum n_i \cdot \frac{\pi}{4} dn_i^2}{\pi \cdot N}} = \sqrt{\frac{\sum n_i \cdot dn_i^2}{N}}$$



## Función de Distribución Alturas

En los inventarios forestales nos interesa también la Función de Distribución de alturas

Nºpies/Ha	alturas medias m.
N <sub>1</sub>	H <sub>1</sub>
N <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>
N <sub>3</sub>	H <sub>3</sub>
N <sub>4</sub>	H <sub>4</sub>
N <sub>5</sub>	H <sub>5</sub>
N <sub>T</sub>	



En los inventarios forestales es interesante conocer además de la F.D.H también valores de alturas "medias" es lo que conocemos como la "altura media de la masa"

Alturas medias de masa: Es en "masas regulares" donde esta variable de masa tiene mayor significación

*Existen distintas maneras de reflejar este concepto*

1.- Altura del árbol de diámetro medio aritmético

2.- Altura del árbol de diámetro medio cuadrático o altura del árbol de Area Basimétrica media.

3.- Altura media de Lorey.

4.- Altura dominante de Assmann.



## 1.- Altura del árbol de diámetro medio aritmético

c.d. (cm.)	Nºpies /Ha
d <sub>1</sub>	N <sub>1</sub>
d <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>
d <sub>3</sub>	N <sub>3</sub>
d <sub>4</sub>	N <sub>4</sub>
d <sub>5</sub>	N <sub>5</sub>
	N <sub>T</sub>

Altura que corresponde al árbol cuyo dn

$$\bar{D} = \frac{\sum n_i d n_i}{\sum n_i}$$



2.-Altura del árbol de diametro medio cuadrático o altura del árbol de Area Basimétrica media.

c.d. (cm.)	Nºpies /Ha
d1	N1
d2	N2
d3	N3
d4	N4
d5	N5
	N <sub>T</sub>

Altura que corresponde al árbol cuyo dn

$$Dg = \sqrt{\frac{4}{\pi} \cdot \frac{G}{N}}$$

$$Dg = \sqrt{\frac{\sum n_i dn_i^2}{\sum n_i}}$$



### 3.-Altura media de Lorey.

c.d. (cm.)	Nºpies /Ha
d1	N1
d2	N2
d3	N3
d4	N4
d5	N5
	N <sub>T</sub>

Altura que corresponde a la media de las alturas de las distintas CD ponderadas por el A.B. correspondiente

$$H_{LOREY} = \frac{\sum G_i \cdot h_i}{\sum G_i}$$





## 4.-Altura dominante de Assmann.

c.d. (cm.)	Nºpies /Ha
d1	N1
d2	N2
d3	N3
d4	N4
d5	N5
	N <sub>T</sub>

Altura que corresponde al árbol cuyo dn



$$D_o = \sqrt{\frac{\sum n_i d n_i^2}{\sum n_i}}$$



*Dg de los 100 pies más gruesos por Ha.*



Estatura de masa (*concepto válido tanto para masas regulares como irregulares*)

En las "masas regulares" se define como:

Altura media de los pies de una masa regular al final del Turno

En las "masas irregulares" se define como:

Altura media de los pies de una masa irregular que han alcanzado su edad de madurez



*Para determinar las alturas medias y las funciones de distribución de alturas nos apoyamos en la realización de ajustes de regresión estadísticos  $h=f(dn)$*

*Por ejemplo sea:*

C.D. (cm.)	Nºpies / Ha.
20	117,4
25	136
30	191
35	74
40	16
	534,4

$$h = 2,13 + 0,41 \cdot dn - 0,003 \cdot dn^2$$

*h (mts.) / dn (cmts.)*

La relación de regresión que liga las alturas y los dn de la masa inventariada



La altura que de media correspondería a los árboles de la C.D. "20" sería:

$$h_{20} = 2,13 + 0,41 \cdot 20 - 0,003 \cdot 20^2 = 9,1 \text{ m.}$$

C.D. (cm.)	Nº pies / Ha.	h (m.)
20	117,4	
25	136	
30	191	
35	74	
40	16	
	534,4	



La altura que de media correspondería a los árboles de la C.D. "20" sería:

$$h_{20} = 2,13 + 0,41 \cdot 20 - 0,003 \cdot 20^2 = 9,1 \text{ m.}$$

C.D. (cm.)	Nº pies / Ha.	h (m.)
20	117,4	9,1
25	136	
30	191	
35	74	
40	16	
	534,4	



La altura de media correspondería a los árboles de la C.D. "25" sería:

$$h_{25} = 2,13 + 0,41 \cdot 25 - 0,003 \cdot 25^2 = 10,5 \text{ m.}$$

C.D. (cm.)	Nº pies / Ha.	h (m.)
20	117,4	9,1
25	136	
30	191	
35	74	
40	16	
	534,4	



La altura de media correspondería a los árboles de la C.D. "25" sería:

$$h_{25} = 2,13 + 0,41 \cdot 25 - 0,003 \cdot 25^2 = 10,5 \text{ m.}$$

C.D. (cm.)	Nº pies / Ha.	h (m.)
20	117,4	9,1
25	136	10,5
30	191	
35	74	
40	16	
	534,4	

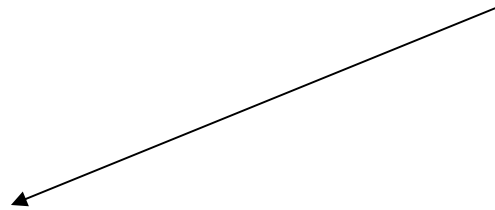


$$h = 2,13 + 0,41 \cdot dn - 0,003 \cdot dn^2$$

$h$  (mts.) /  $dn$  (cmts.)

Nº pies / Ha.	h (m.)
117,4	9,1
136	10,5
191	11,7
74	12,8
16	13,7
534,4	

Tendríamos así que la Función de Distribución de alturas sería:







## La altura del árbol de diámetro medio aritmético (Hm)

C.D. (cm.)	Nº pies / Ha.
20	117,4
25	136
30	191
35	74
40	16
	534,4

Altura que corresponde al árbol cuyo  $dn$

$$\bar{D} = \frac{\sum n_i dn_i}{\sum n_i}$$

$$\bar{D} = \frac{117,4 \times 20 + \dots + 16 \times 40}{534,4} = 27,52 \text{ cm.}$$

$$h = 2,13 + 0,41 \cdot dn - 0,003 \cdot dn^2$$

$$h \text{ (mts.)} / dn \text{ (cmts.)}$$

$$Hm = 2,13 + 0,41 \cdot 27,52 - 0,003 \cdot 27,52^2 = \underline{11,14 \text{ m.}}$$



La altura del árbol de diametro medio cuadrático o altura del árbol de Area Basimétrica media. (Hg)

C.D. (cm.)	Nºpies / Ha.
20	117,4
25	136
30	191
35	74
40	16
	534,4

Altura que corresponde al

árbol cuyo  $dn$   $Dg = \sqrt{\frac{4}{\pi} \cdot \frac{G}{N}}$  o  $Dg = \sqrt{\frac{\sum n_i \cdot dn_i^2}{\sum n_i}}$

$$D_G = \sqrt{\frac{117,4 \cdot 20^2 + \dots + 16 \cdot 40^2}{534,4}} = 28,04 \text{ cm.}$$

$$h = 2,13 + 0,41 \cdot dn - 0,003 \cdot dn^2$$

$h$  (mts.) /  $dn$  (cmts.)

$$Hg = 2,13 + 0,41 \cdot 28,04 - 0,003 \cdot 28,04^2 = \underline{11,26 \text{ m.}}$$



## La altura dominante de Assmann. ( $H_o$ )

Altura que corresponde al árbol cuyo

$dn$   $Dg = \sqrt{\frac{\sum n_i dn_i^2}{\sum n_i}}$  considerando

los cien pies más gruesos por Ha.

C.D. (cm.)	Nº pies / Ha.
20	117,4
25	136
30	191
35	74
40	16
	534,4

$$D_o = \sqrt{\frac{16 \cdot 40^2 + 74 \cdot 35^2 + 10 \cdot 30^2}{100}} = 35,39 \text{ cm.}$$

$$h = 2,13 + 0,41 \cdot dn - 0,003 \cdot dn^2$$

$$h \text{ (mts.)} / dn \text{ (cmts.)}$$

$$H_o = 2,13 + 0,41 \cdot 35,39 - 0,003 \cdot 35,39^2 = \underline{12,88 \text{ m.}}$$



## La altura media de Lorey. ( $H_L$ )

C.D. (cm.)	Nºpies / Ha.	G (m <sup>2</sup> /Ha.)	h (m.)
20	117,4	3,69	9,1
25	136	6,68	10,5
30	191	13,48	11,7
35	74	7,12	12,8
40	16	2,00	13,7
	534,4	32,97	

Altura que corresponde a la media de las alturas de las distintas CD ponderadas por el A.B. correspondiente

$$H_{LOREY} = \frac{\sum G_i \cdot h_i}{\sum G_i}$$

$$H_L = \frac{3,69 \text{ m}^2/\text{Ha.} \cdot 9,13 \text{ m} + \dots + 7,12 \text{ m}^2/\text{Ha.} \cdot 12,8 \text{ m} + 2 \text{ m}^2/\text{Ha.} \cdot 13,73 \text{ m}}{3,69 \text{ m}^2/\text{Ha.} + \dots + 7,12 \text{ m}^2/\text{Ha.} + 2 \text{ m}^2/\text{Ha.}} = 11,54 \text{ m.}$$



Tres objetivos fundamentales se persiguen en los inventarios forestales para la Ordenación de Montes son:

Determinar la estructura de la masa

c.d. (cm.)	Nºpies /Ha	Area Basimétrica m <sup>2</sup> /Ha.	alturas medias m.
d1	N1	G1	H1
d2	N2	G2	H2
d3	N3	G3	H3
d4	N4	G4	H4
d5	N5	G5	H5
	N <sub>T</sub>	G <sub>T</sub>	



Tres objetivos fundamentales que se persiguen en los inventarios forestales para la Ordenación de Montes son:



UNIVERSIDAD TÉCNICA

Determinar la estructura de la masa

c.d. (cm.)	Nºpies /Ha	Area Basimétrica $m^2/\text{Ha}$	alturas medias m.
d1	N1	G1	H1
d2	N2	G2	H2
d3	N3	G3	H3
d4	N4	G4	H4
d5	N5	G5	H5
	N <sub>T</sub>	G <sub>T</sub>	



# Tres objetivos fundamentales que se persiguen en los inventarios forestales para la Ordenación de Montes son:



Determinar la estructura de la masa

Estimar el volumen maderable de la masa

c.d. (cm.)	Nºpies /Ha	Area Basimétrica $m^2/Ha$	alturas medias m.	Volúmenes $m^3/Ha$
d1	N1	G1	H1	V1
d2	N2	G2	H2	V2
d3	N3	G3	H3	V3
d4	N4	G4	H4	V4
d5	N5	G5	H5	V5
	N <sub>T</sub>	G <sub>T</sub>		V <sub>T</sub>



# Tres objetivos fundamentales que se persiguen en los inventarios forestales para la Ordenación de Montes son:



Determinar la estructura de la masa

Estimar el volumen maderable de la masa

Prever su crecimiento

c.d. (cm.)	Nºpies /Ha	Area Basimétrica $m^2/Ha$	alturas medias m.	Volúmenes $m^3/Ha$	$\Delta$ Volumenes $m^3/Ha.año$ (p%/año)
d1	N1	G1	H1	V1	$\Delta V_1$
d2	N2	G2	H2	V2	$\Delta V_2$
d3	N3	G3	H3	V3	$\Delta V_3$
d4	N4	G4	H4	V4	$\Delta V_4$
d5	N5	G5	H5	V5	$\Delta V_5$
	N <sub>T</sub>	G <sub>T</sub>		V <sub>T</sub>	$\Delta V_T$