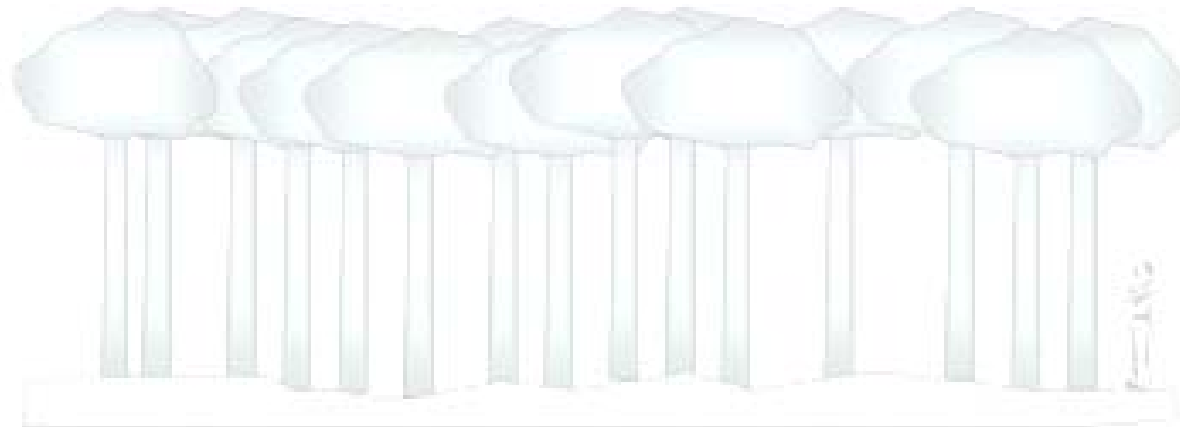




TEMA Nº 5: MEDICION DE ALTURAS DE ARBOLES (III). MÉTODO DE MINIMIZAR ERRORES EN LA MEDICIÓN DE ALTURAS





A.- Errores que dependen del hipsómetro o de su forma de utilización

1. Errores que dependen de la "De" a la que nos situamos.
2. Errores de puntería, consecuencia de las limitaciones de las escalas de lectura.

B.- Errores que dependen del árbol

1. Errores que dependen de la forma del árbol.
2. De su situación en la masa.
3. De su inclinación.

Analizados estos posibles errores, podemos dar unas indicaciones operativas en el manejo de los hipsómetros para minimizarlos



Errores en la medición de alturas de árboles con los hipsómetros "tipo plancheta".

Métodos operativos para minimizarlos

1. Errores que dependen de la "De" a la que nos situamos

En las situaciones más frecuentes y suponiendo que al hacer puntería (pulso), la probabilidad de cometer errores al lanzar cualquier visual sea idéntica, sean las visuales más o menos inclinadas, podemos decir que:

El error relativo de lectura cometido en la estimación de la altura de un árbol, será mínimo para visuales lanzadas con un ángulo de inclinación de 45°



Errores en la medición de alturas de árboles con los hipsómetros "tipo plancheta".

Métodos operativos para minimizarlos

Vamos a considerar para demostrar esto, la situación más habitual, que es la de medir alturas de árboles en terreno horizontal.

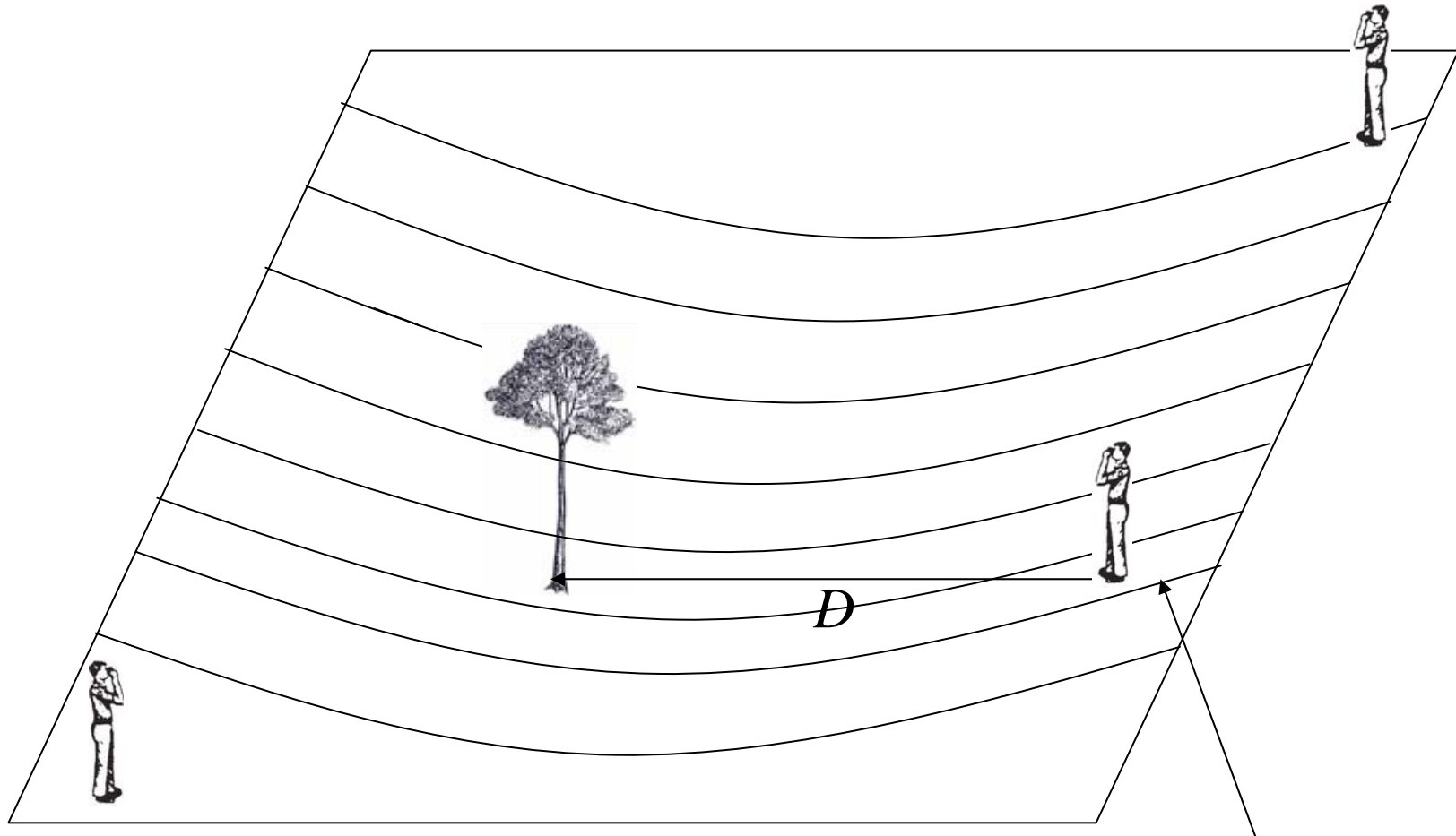
Esta posición la podemos conseguir en la mayor parte de los casos, aunque nos encontremos en terrenos con fuertes pendientes.

Para ello nos debemos desplazar para llevar la "De", en la dirección de la curva de nivel que contiene a la base del árbol.



Errores en la medición de alturas de árboles con los hipsómetros "tipo plancheta"

Métodos operativos para minimizarlos



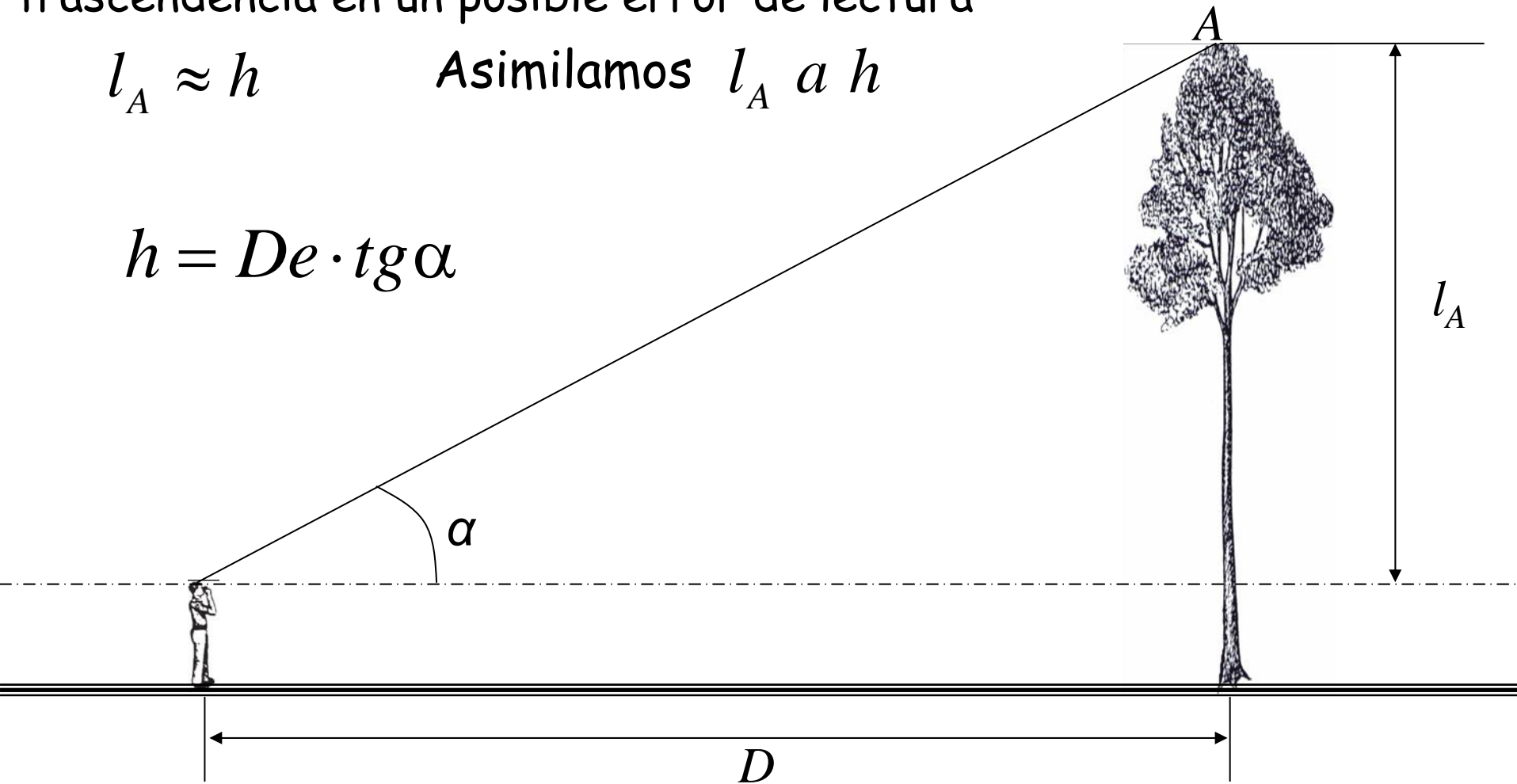
Esta posición la podemos conseguir en la mayor parte de los casos aunque nos encontremos en terrenos con fuertes pendientes.



Dadas las dimensiones de los árboles respecto al operador de las dos visuales que se deben lanzar, la visual al ápice es la que nos determinará casi la totalidad de la altura del árbol, y la de mayor trascendencia en un posible error de lectura

$l_A \approx h$ Asimilamos l_A a h

$$h = De \cdot \operatorname{tg} \alpha$$





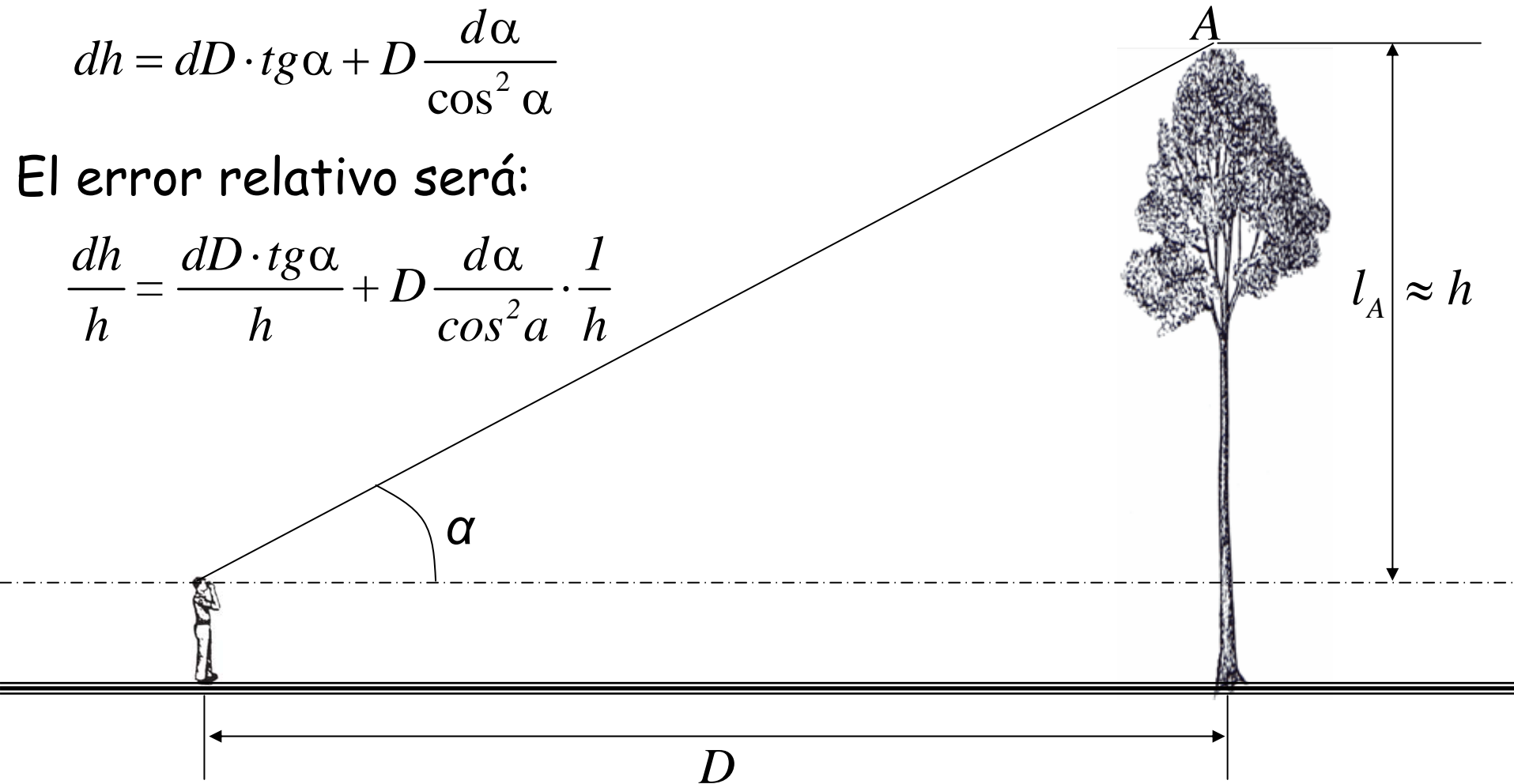
$$l_A \approx h \quad \text{Asimilamos } l_A \text{ a } h \quad h = De \cdot \operatorname{tg} \alpha$$

Sea dh el error cometido en la medición de h

$$dh = dD \cdot \operatorname{tg} \alpha + D \frac{d\alpha}{\cos^2 \alpha}$$

El error relativo será:

$$\frac{dh}{h} = \frac{dD \cdot \operatorname{tg} \alpha}{h} + D \frac{d\alpha}{\cos^2 \alpha} \cdot \frac{1}{h}$$





El error relativo



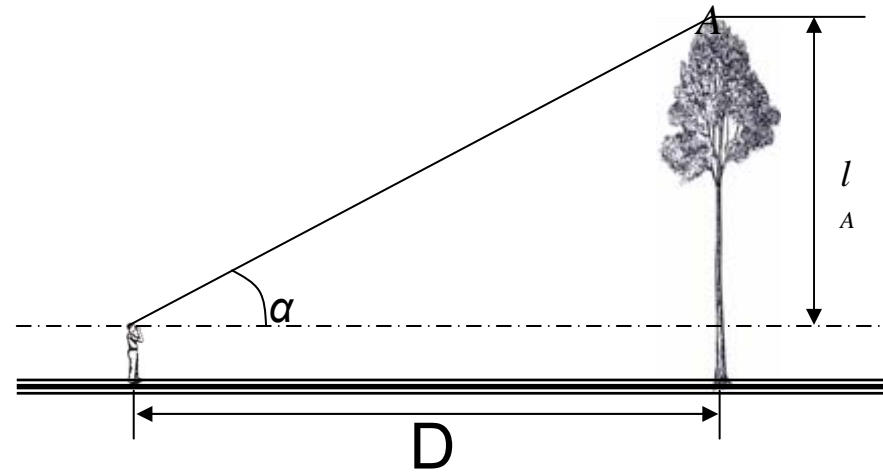
$$\frac{dh}{h} = \frac{dD \cdot \operatorname{tg} \alpha}{h} + D \frac{d\alpha}{\cos^2 \alpha} \cdot \frac{1}{h}$$

Como $h = De \cdot \operatorname{tg} \alpha$

$$\frac{dh}{h} = \frac{dD \cdot \operatorname{tg} \alpha}{D \cdot \operatorname{tg} \alpha} + D \frac{d\alpha}{\cos^2 \alpha} \cdot \frac{1}{D \cdot \operatorname{tg} \alpha}$$

$$\frac{dh}{h} = \frac{dD \cdot \cancel{\operatorname{tg} \alpha}}{D \cdot \cancel{\operatorname{tg} \alpha}} + \cancel{D} \frac{d\alpha}{\cos^2 \alpha} \cdot \frac{1}{\cancel{D} \cdot \frac{\operatorname{sen} \alpha}{\cos \alpha}}$$

$$\frac{dh}{h} = \frac{dD}{D} + \frac{d\alpha}{\cos \alpha \cdot \operatorname{sen} \alpha}$$



$$\operatorname{sen} 2\alpha = 2 \operatorname{sen} \alpha \cdot \cos \alpha \Rightarrow$$

$$\cos \alpha \cdot \operatorname{sen} \alpha = \frac{1}{2} \operatorname{sen} 2\alpha$$

Por lo que el error relativo lo podemos expresar



$$\frac{dh}{h} = \frac{dD}{D} + \frac{d\alpha}{\frac{1}{2} \operatorname{sen} 2\alpha}$$

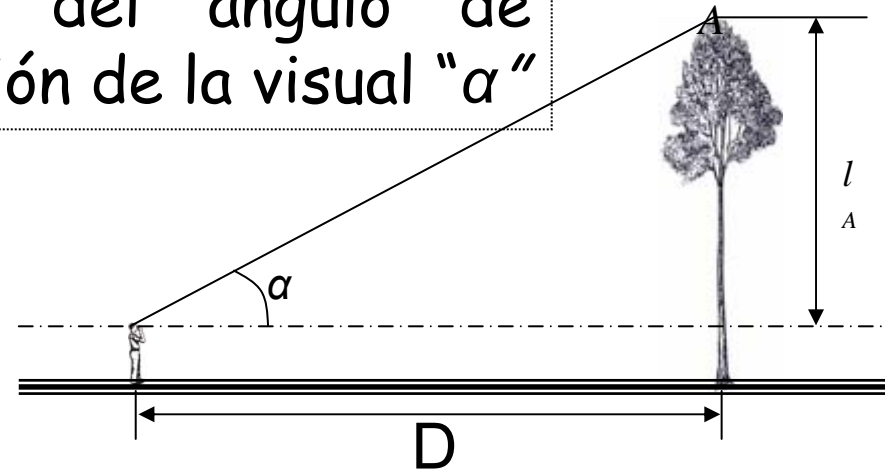


$$\frac{dh}{h} = \frac{dD}{D} + \frac{d\alpha}{\frac{1}{2} \operatorname{sen} 2\alpha}$$

Error relativo de la lectura al ápice en función del ángulo de inclinación de la visual " α "

Error relativo de la altura

Error relativo de la distancia



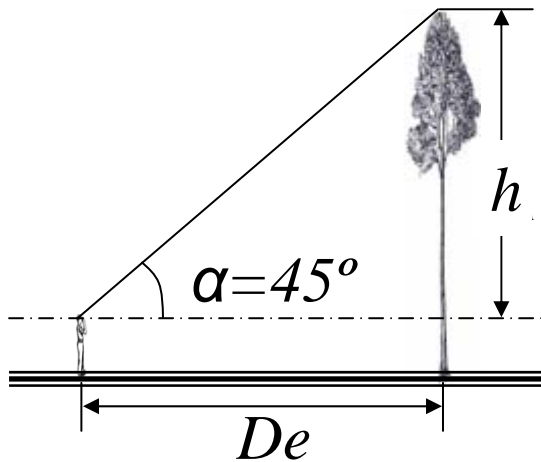
Vemos que el posible error al medir la altura, influido por el error al medir la D y por la inclinación α de la visual.



$$\frac{dh}{h} = \frac{dD}{D} + D \cdot \frac{d\alpha}{\frac{1}{2} \operatorname{sen} 2\alpha}$$

Sobre el error relativo de distancia no podemos actuar solo haciendo la medida correctamente en P.H.

Sobre el error relativo consecuencia de la inclinación de la visual, vemos que este será mínimo cuando $\alpha = 45^\circ$

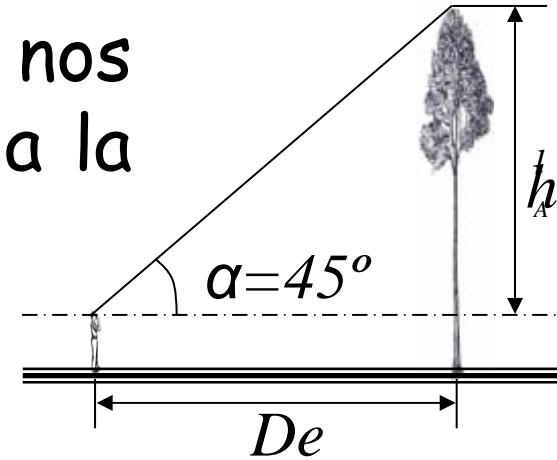


Esto lo conseguiremos, cuando $h = De$

Haremos mínimo el error relativo, en la visual al ápice, si nos situamos a una distancia igual a la altura del árbol



Haremos mínimo el error relativo en la visual al ápice, si nos situamos a una distancia igual a la altura del árbol



De lo anterior obtenemos una primera conclusión en la utilización de los hipsómetros

Debemos elegir una distancia de escala "De", similar a la altura del árbol



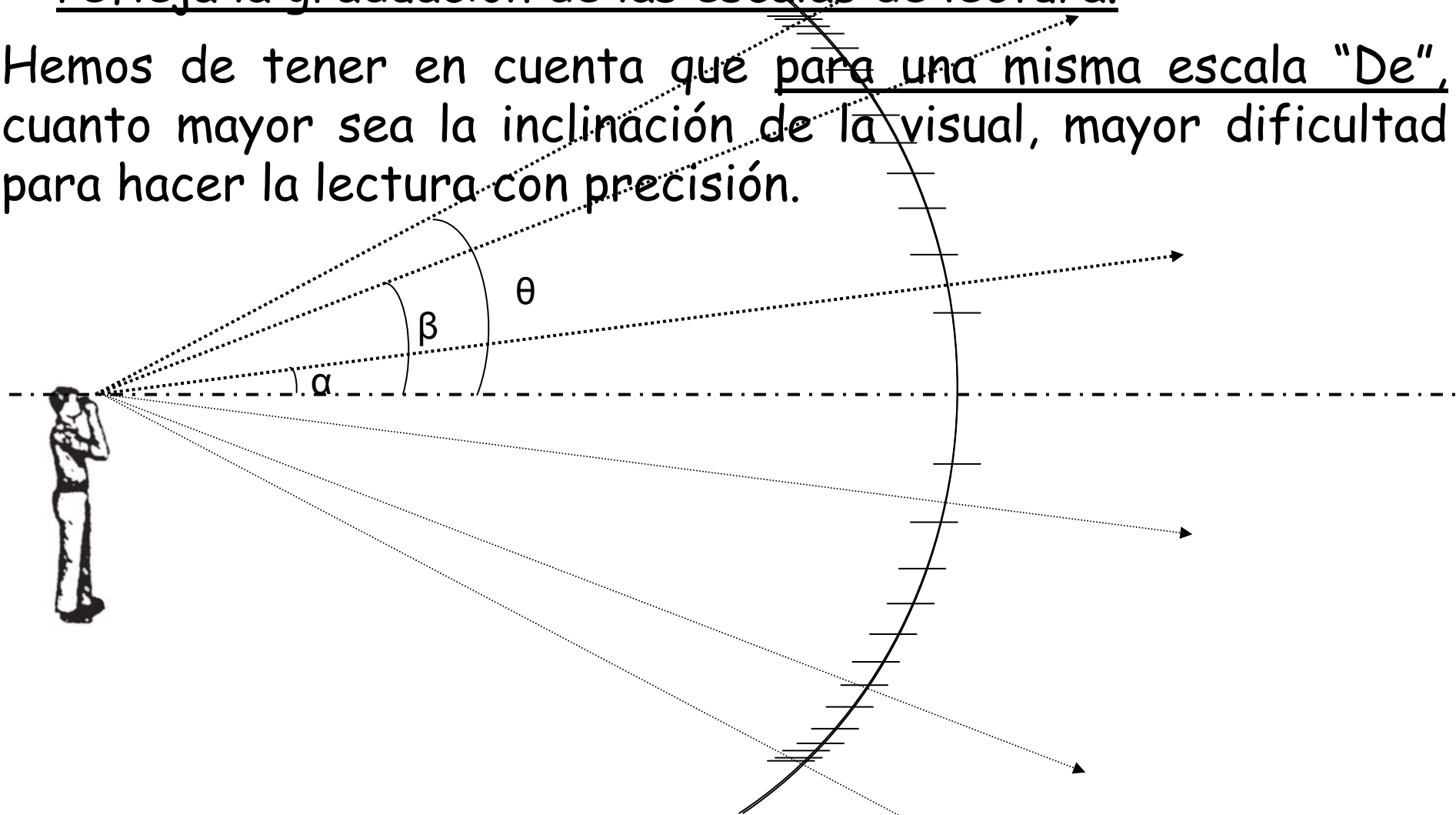
Primera recomendación: Situar a una "De" similar a la altura del árbol.

- Para llegar a esta conclusión, hemos considerado que en todas las mediciones las visuales para hacer puntería y las lecturas correspondientes, las realizamos en las mismas condiciones, con lo cual la probabilidad de cometer error de puntería (pulso), es la misma en todos los casos.
- Esto no es así, pues leyendo en una misma escala, la influencia de los posibles errores de puntería debidos al pulso, tienen mayor influencia en las visuales más inclinadas que en las visuales menos inclinadas.



2. Errores de puntería dependiente de la forma en que se refleja la graduación de las escalas de lectura.

Hemos de tener en cuenta que para una misma escala "De", cuanto mayor sea la inclinación de la visual, mayor dificultad para hacer la lectura con precisión.



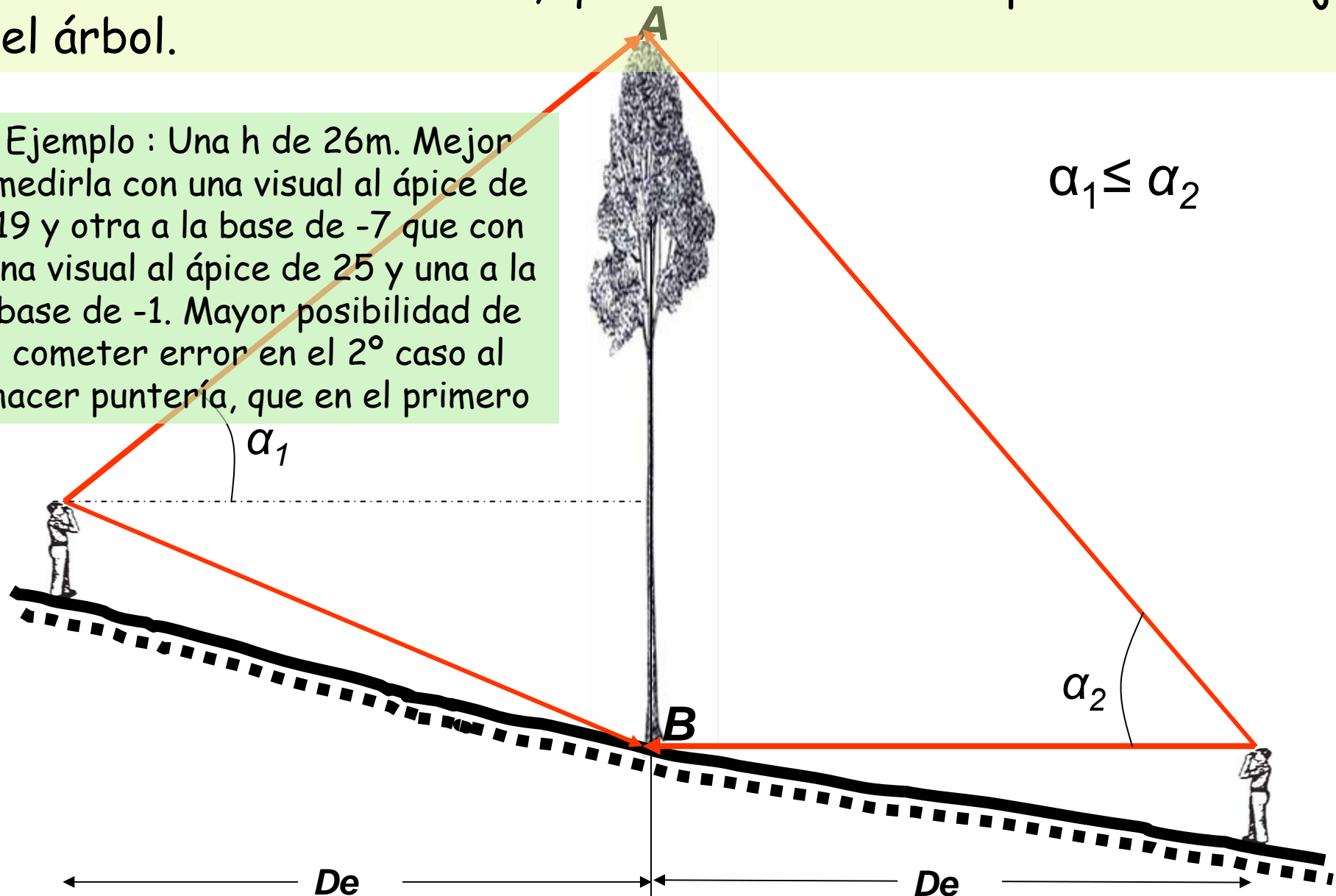
Esto para "De" similares a la altura del árbol, en que la inclinación no supera los 45° poco trascendencia.



Minimizar errores en la medición de alturas con los hipsómetros T.P.

Situados pendiente arriba del árbol, siempre la visual al ápice, será de menor inclinación, que si nos situamos pendiente abajo del árbol.

Ejemplo : Una h de 26m. Mejor medirla con una visual al ápice de 19 y otra a la base de -7 que con una visual al ápice de 25 y una a la base de -1. Mayor posibilidad de cometer error en el 2º caso al hacer puntería, que en el primero





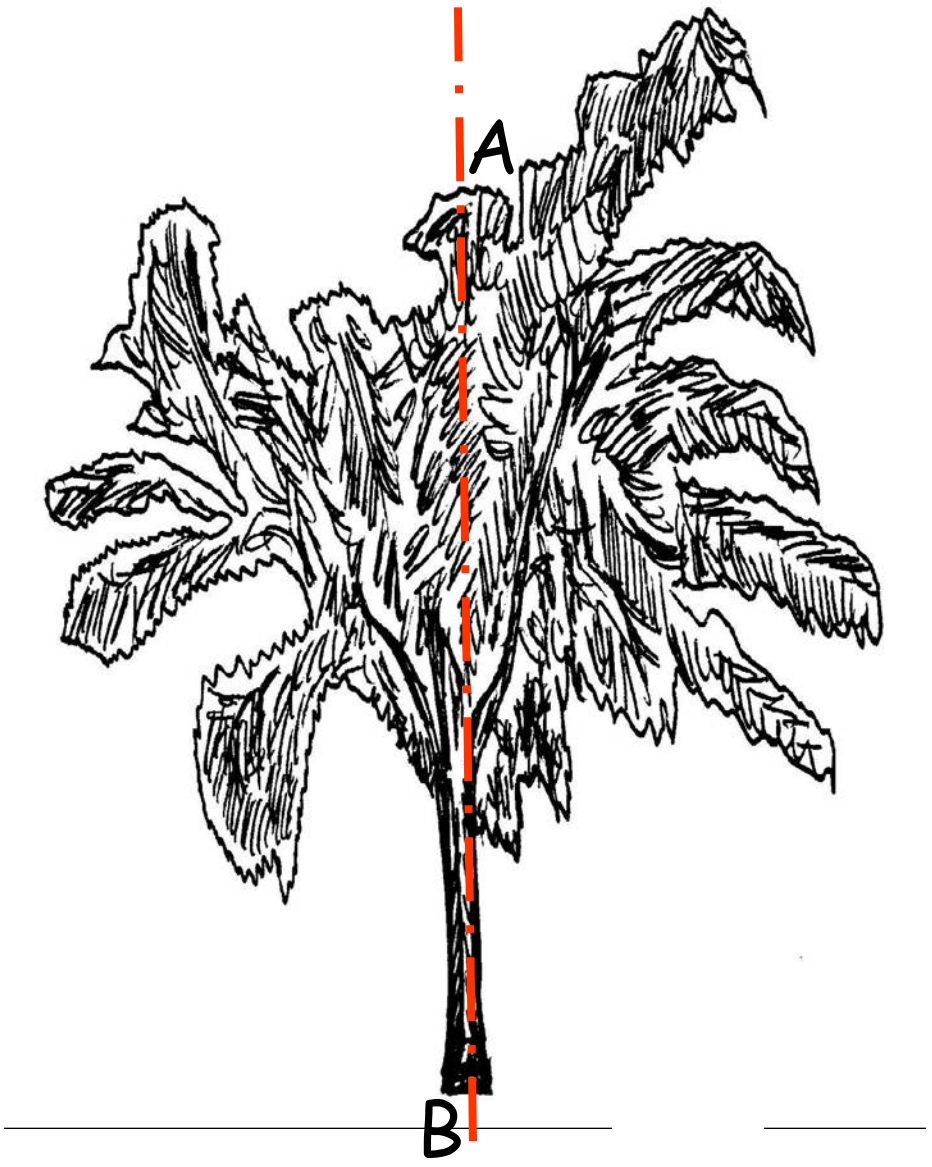
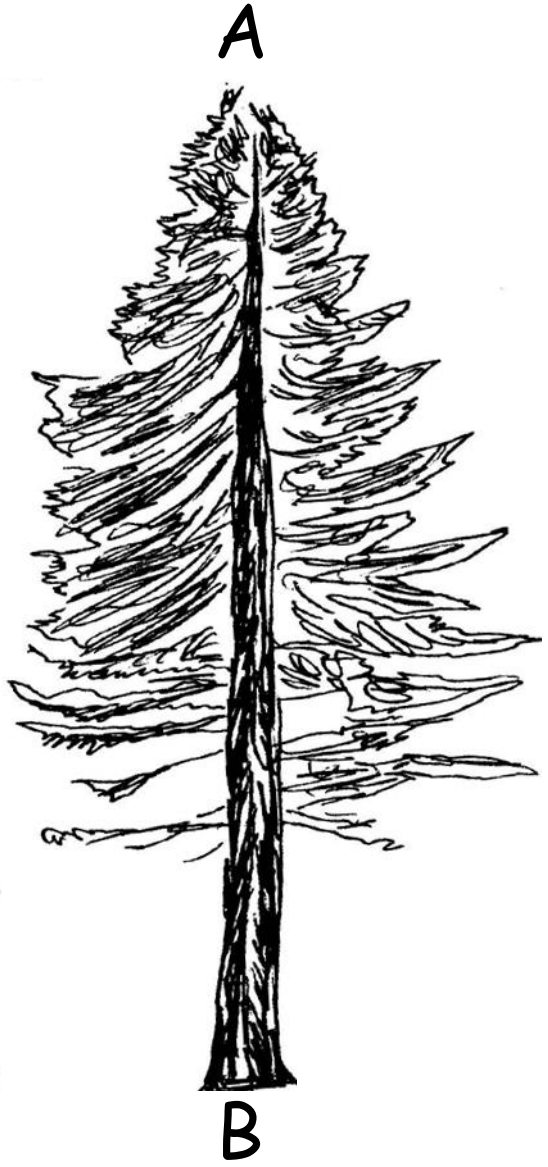
Segunda recomendación: Siempre que sea posible y operativo, debemos llevar la distancia de escala "De", en el sentido de una suave pendiente arriba del árbol.

CONCLUSIÓN

Recomendación para obtener la mayor precisión en la medición de alturas de árboles con los hipsómetros tipo plancheta: Siempre que sea posible y operativo elegir una "De" similar a la altura del árbol, desplazandonos en sentido pendiente arriba del árbol de forma suave (no en la línea de máxima pendiente).



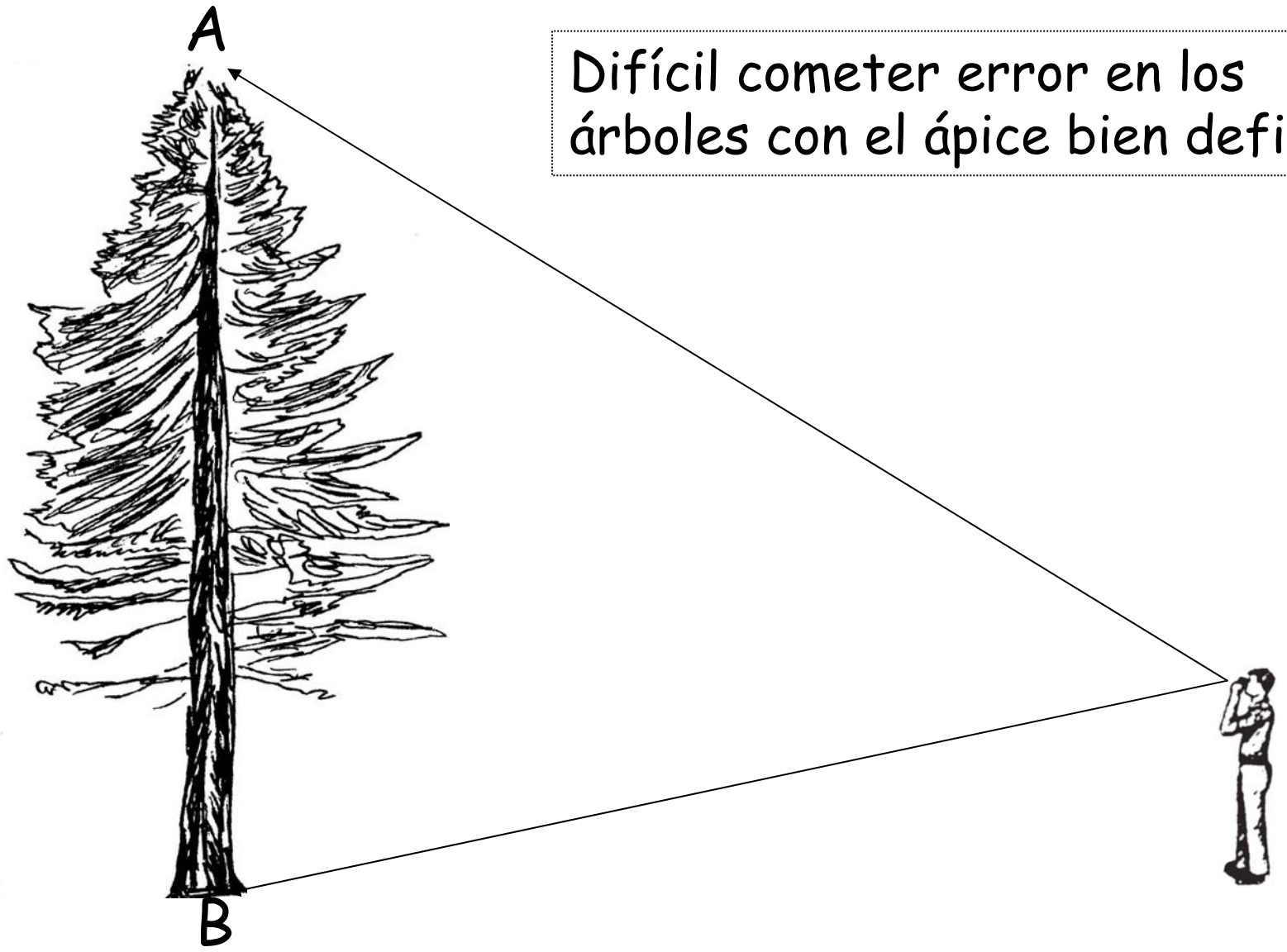
1. Errores que dependen de la forma del árbol





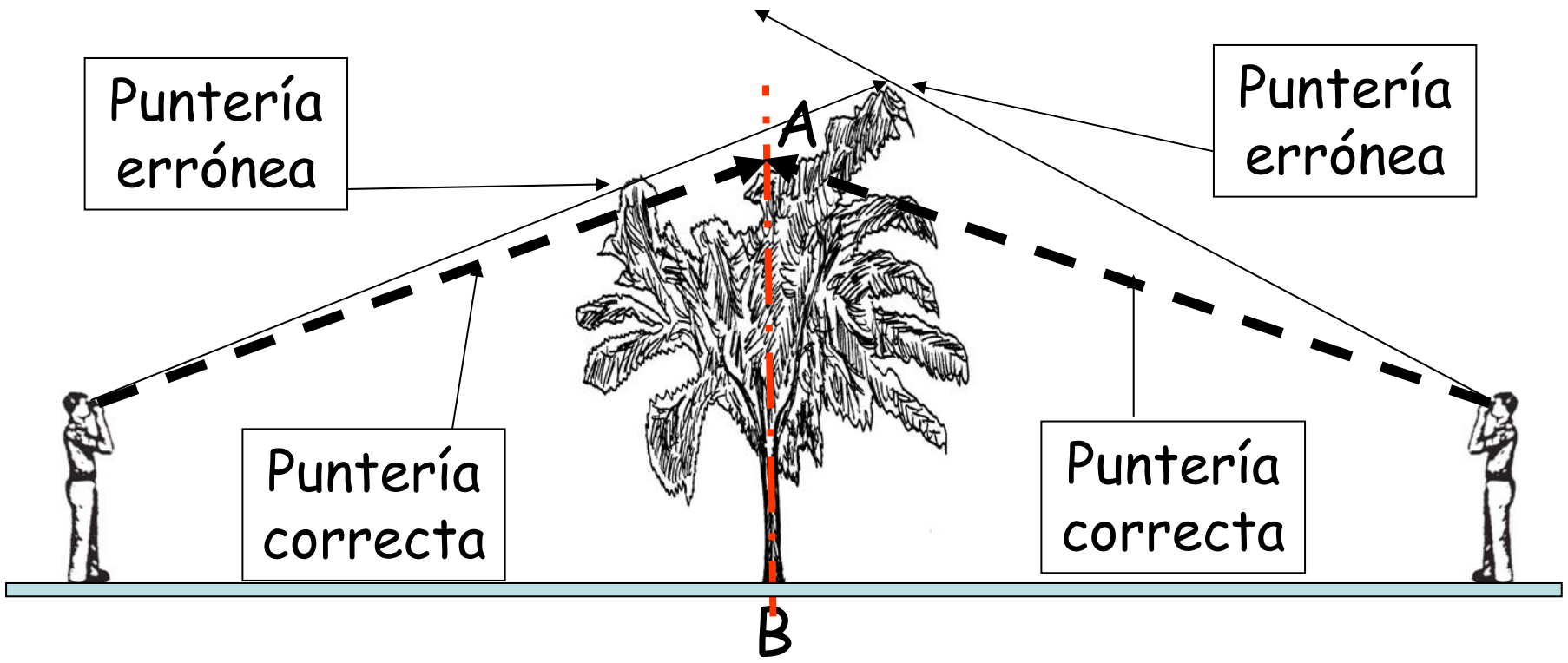
1. Errores que dependen de la forma del árbol

Difícil cometer error en los árboles con el ápice bien definido





En los árboles con copas irregulares es más fácil cometer errores. Para evitarlos o minimizarlos, hemos de tener claro el concepto de ápice o cima del árbol, como la parte mas alta de la copa, prolongación del eje de su tronco.





Errores que dependen de la situación del árbol dentro de la masa:

1. Dificultad de visibilidad para apuntar a la base del árbol.

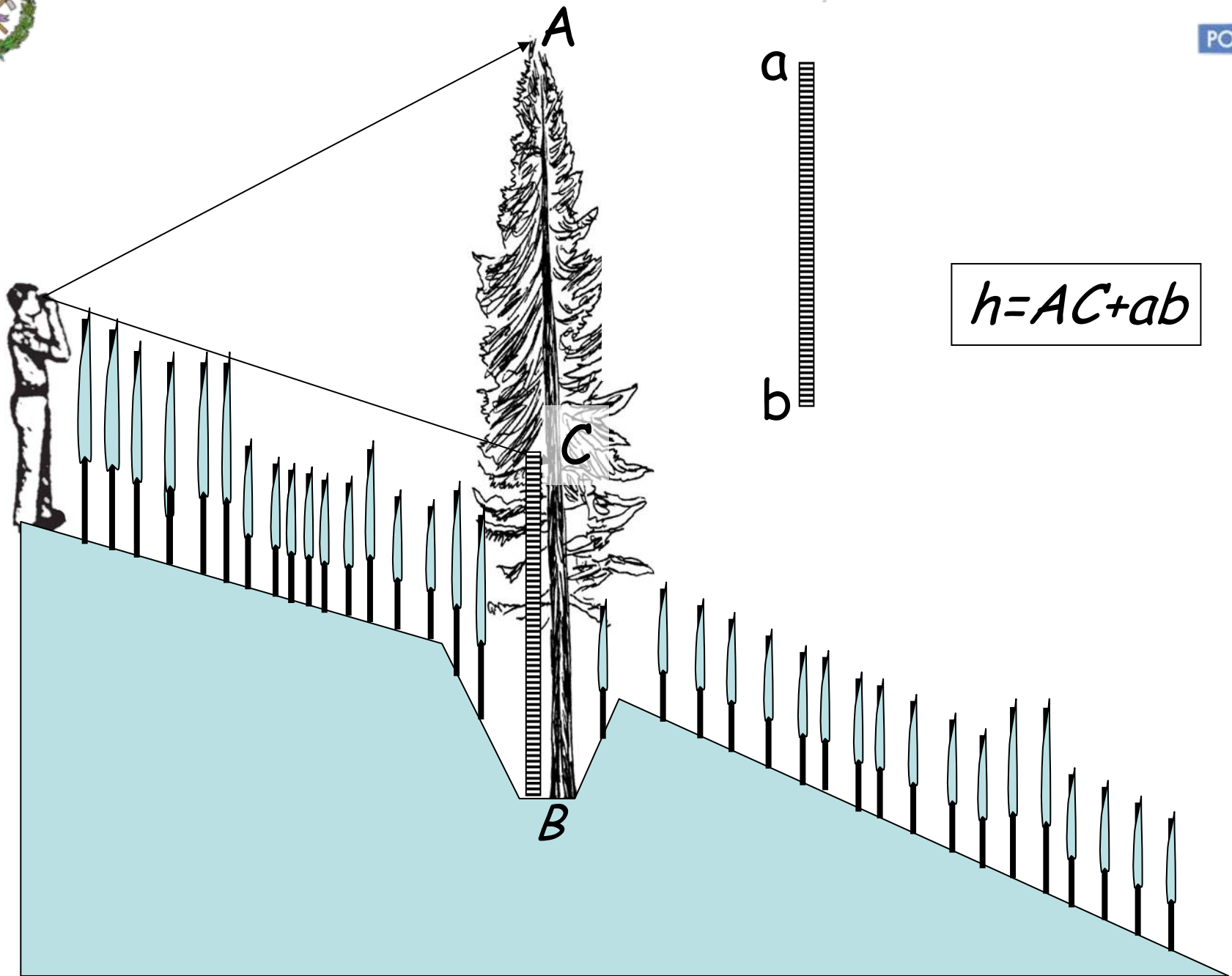
Esto es frecuente en zonas de matorral espeso y elevado, se puede solucionar colocando un ayudante o un jalón delante del árbol, que nos permita intuir donde está la base, o bien medir desde la parte superior visible del jalón a la cima y luego sumarle la altura correspondiente del mismo.



Dificultad de visibilidad para apuntar a la base del árbol.



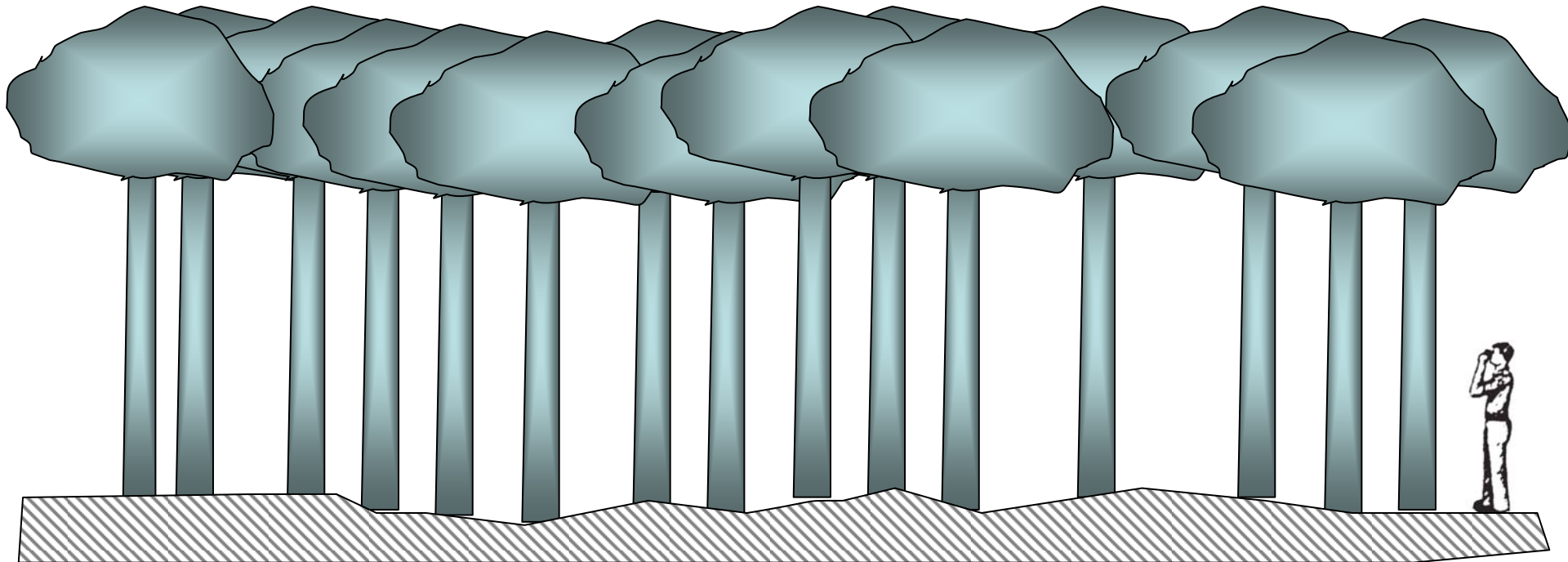
POLITÉCNICA





2. Dificultad de visibilidad para apuntar a la cima del árbol

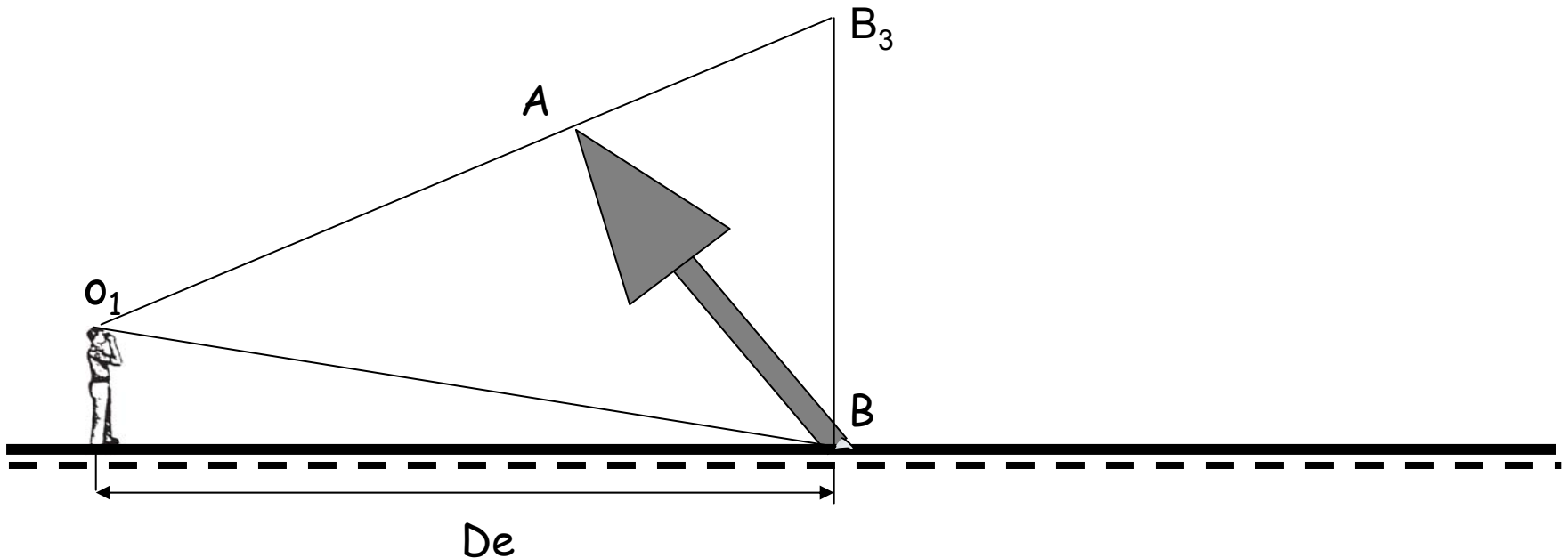
En masas muy espesas con copas entrelazadas difícil visualizar el ápice del árbol a medir. La posible ayuda será que auxiliar, de un golpe con la planta del pie en el tronco, y el operador consiga ver en el entramado de copas, cual es la que se cimbreo.





Medición de alturas en árboles inclinados

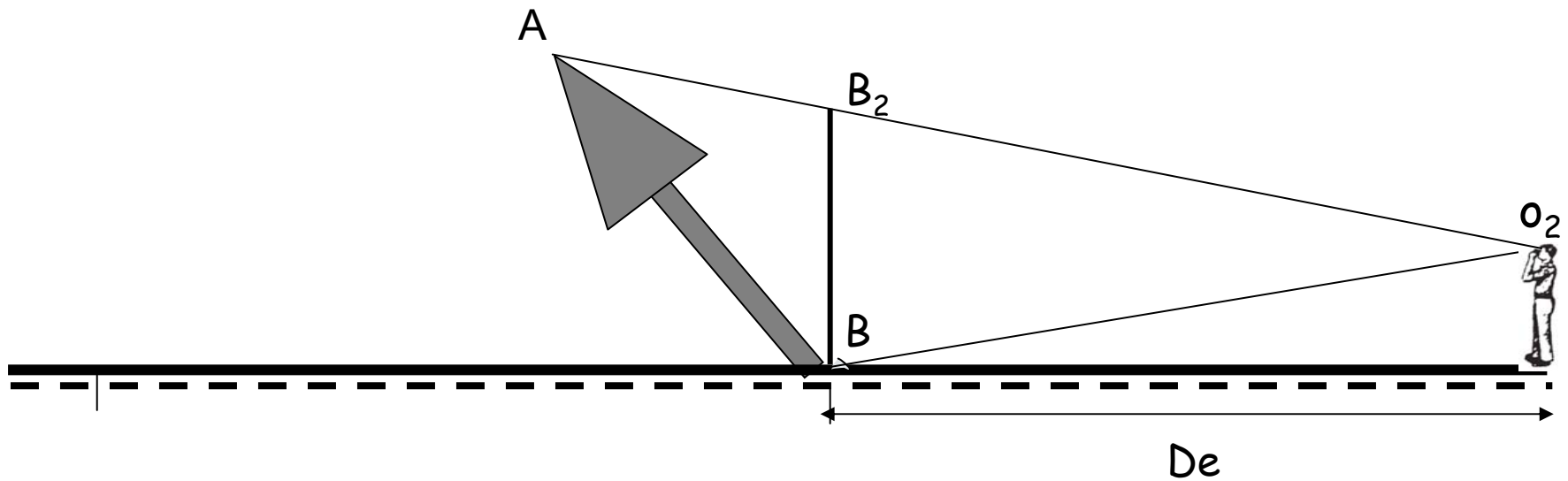
Si llevamos la "De" en el sentido de caída del árbol, y lanzamos la visual desde O_1 leeremos una altura por exceso $BB_3 > AB = h$.



La altura real del árbol es $AB=h$; $\longrightarrow BB_3 > AB=h$



Si llevamos la "De" en sentido contrario desde O_2 leeremos una altura por defecto $BB_2 < AB = h$



La altura real del árbol es $AB = h$; $\longrightarrow BB_2 < AB = h$



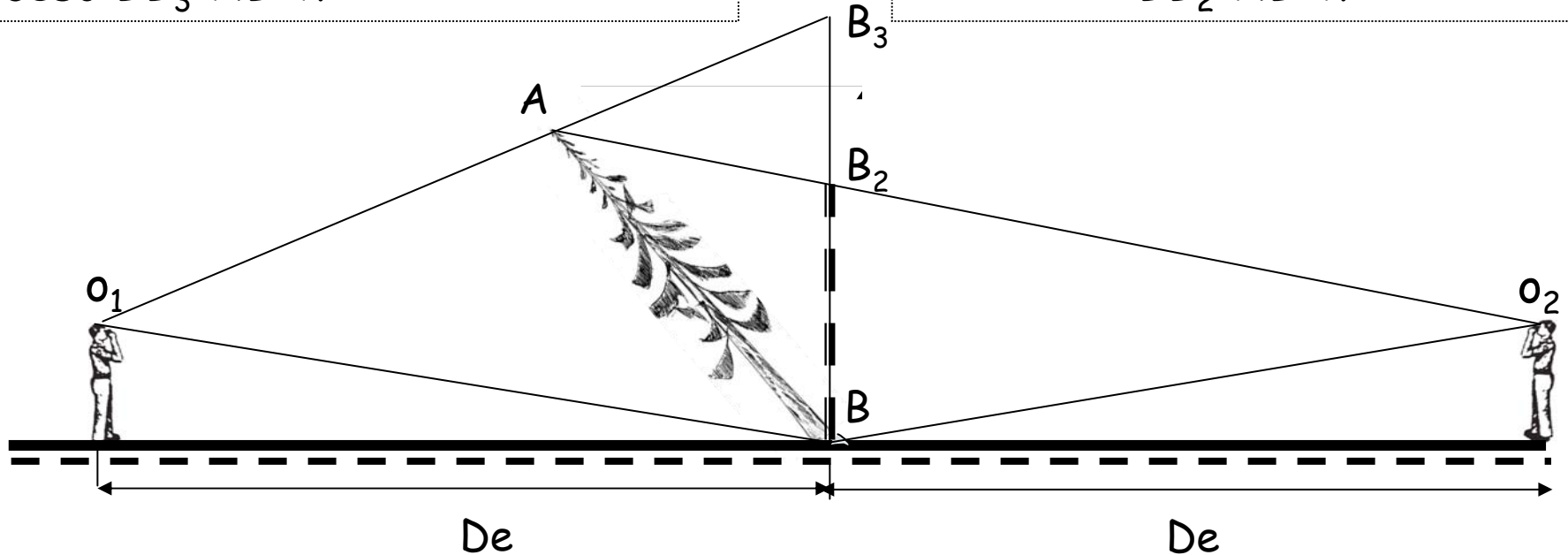
Minimizar errores en la medición de alturas en árboles inclinados



POLITÉCNICA

Si llevamos la "De" en el sentido de caída del árbol, y lanzamos la visual desde O_1 leeremos una altura por exceso $BB_3 > AB = h$

Si llevamos la De en sentido contrario desde O_2 leeremos una altura por defecto $BB_2 < AB = h$



En la medición de la altura de árboles inclinados, hemos de evitar llevar la "De", en la dirección de inclinación del árbol.

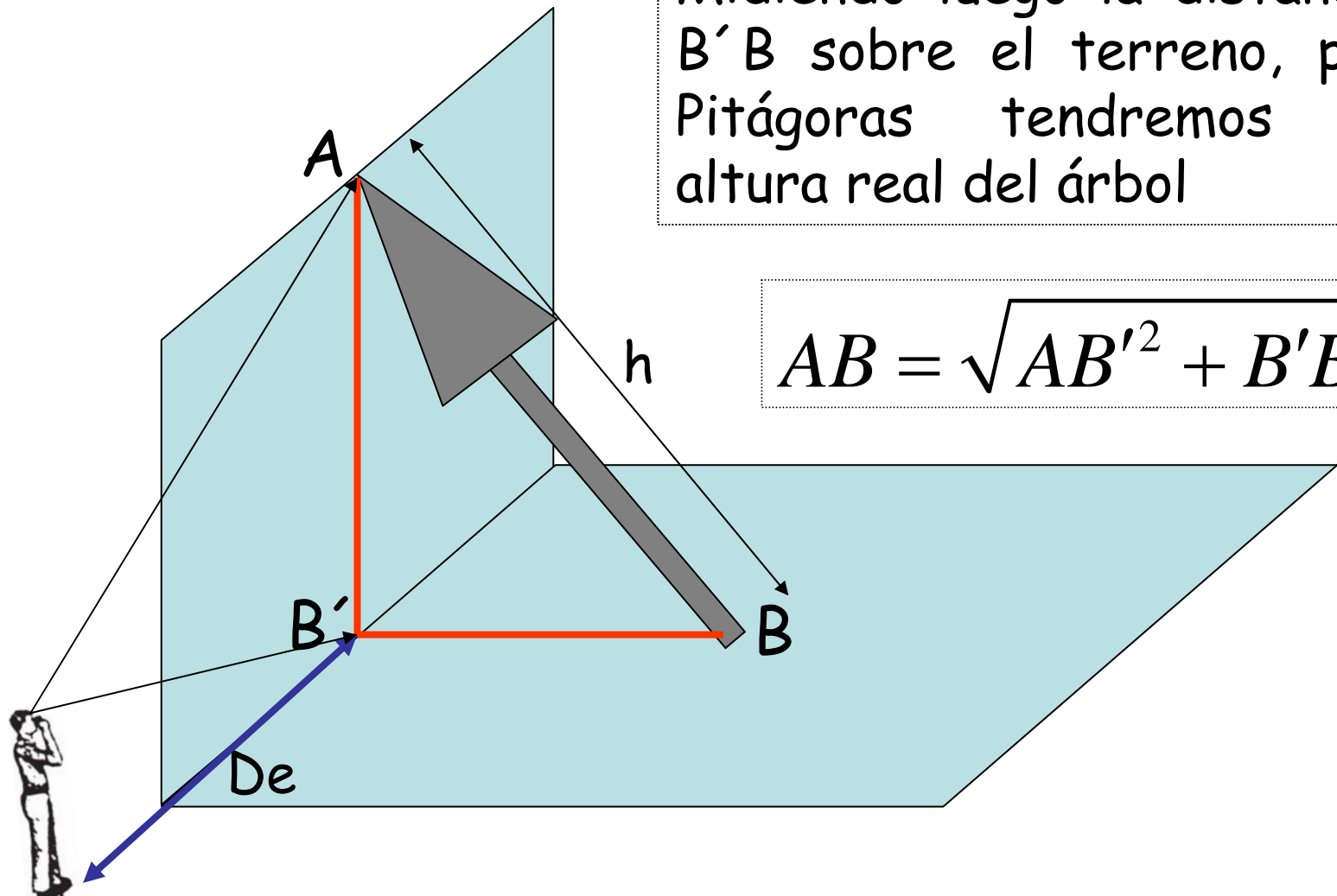


Minimizar errores en la medición de alturas en árboles inclinados

Cuando pretendemos medir la altura de un árbol inclinado con precisión, lo podemos conseguir desplazándonos la "De" en dirección transversal a la su caída y medir AB'.

Midiendo luego la distancia B'B sobre el terreno, por Pitágoras tendremos la altura real del árbol

$$AB = \sqrt{AB'^2 + B'B^2}$$

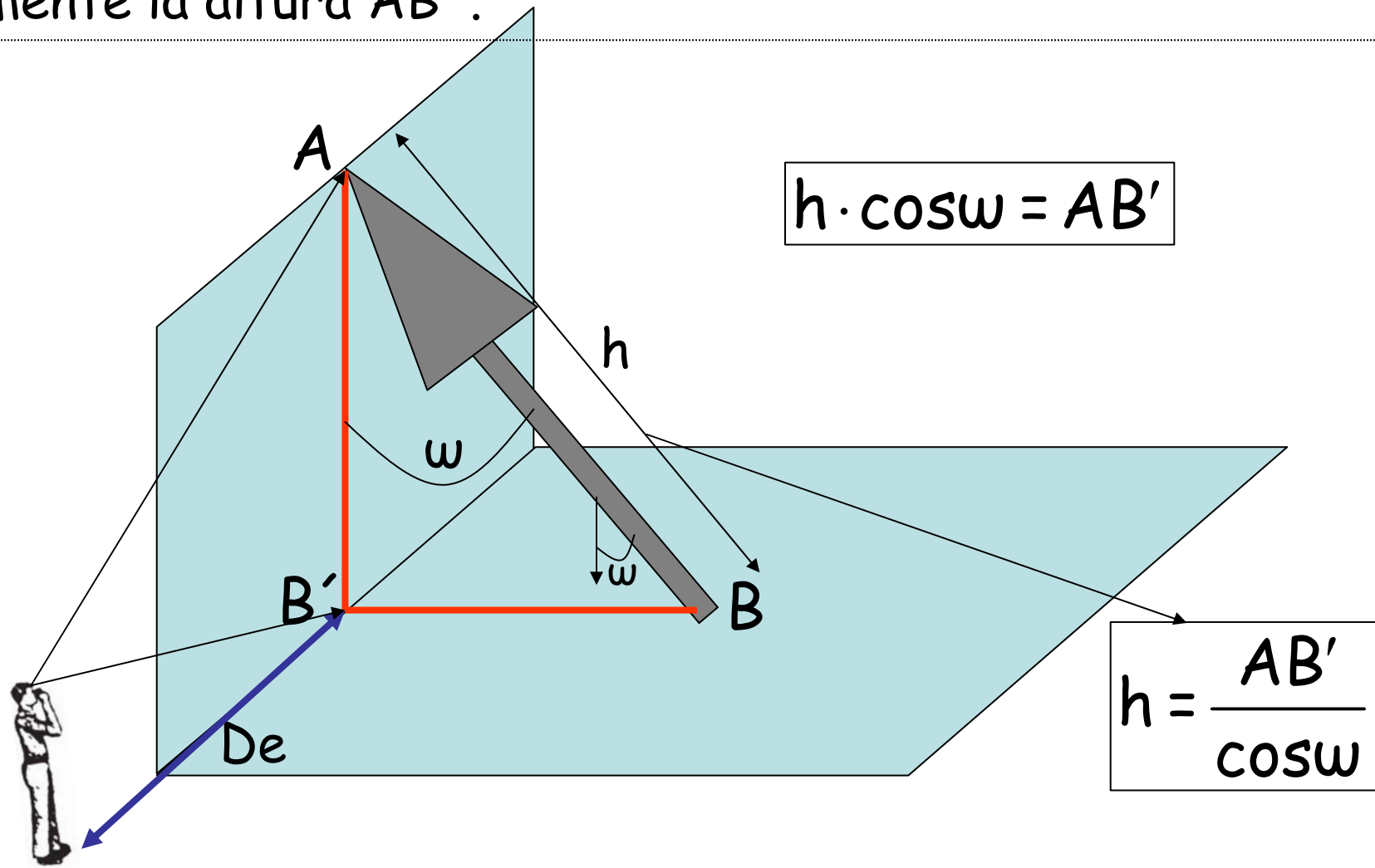


Minimizar errores en la medición de alturas en árboles inclinados



POLITÉCNICA

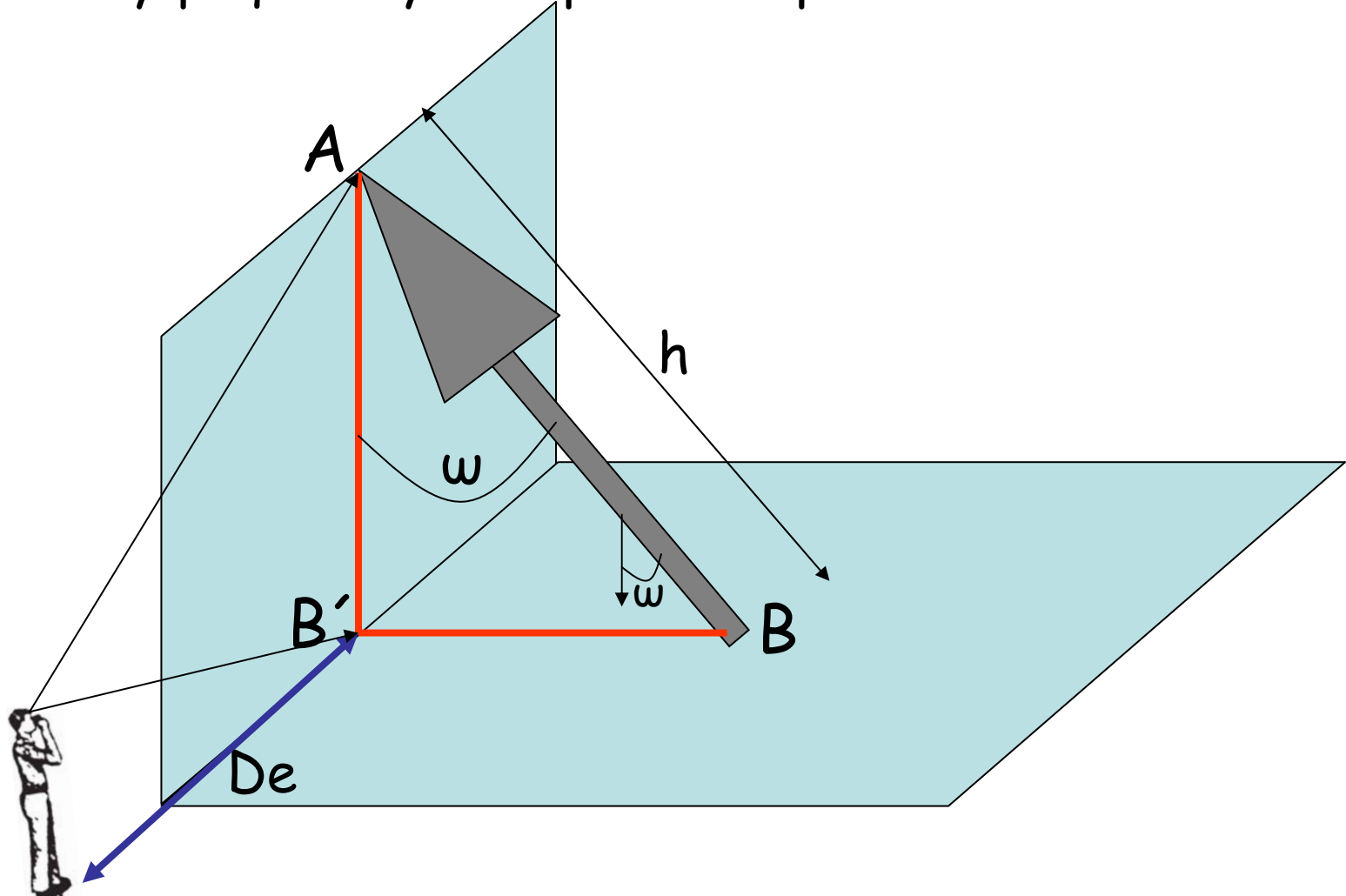
También podemos medir con una plomada y un transportador de ángulos, o con cualquier otro tipo de clinómetro adecuado, la inclinación w . Podemos así obtener la altura real, midiendo previamente la altura AB' .





Minimizar errores en la medición de alturas en árboles inclinados

Salvo casos de inclinaciones muy pronunciadas, lo habitual es medir AB' y asimilar esta medida a la altura del árbol en lugar de "h", en la mayor parte de los casos el error que cometemos es muy pequeño y siempre será por defecto.





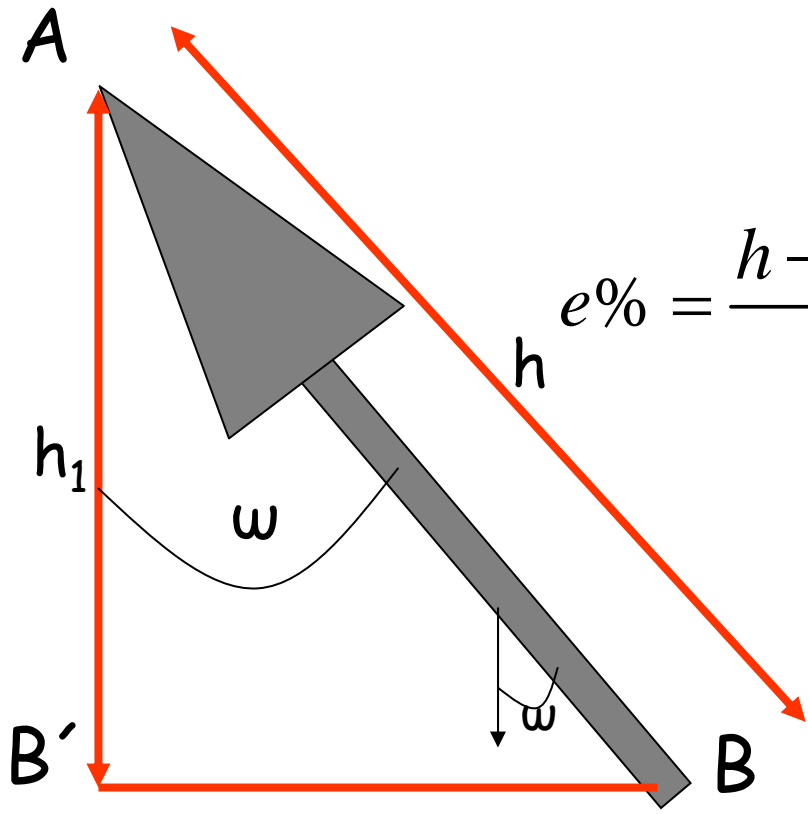
El error que cometemos al medir "h₁" y asimilarlo a "h" será:

$$e = h - h_1 \Rightarrow e\% = \frac{h - h_1}{h} \cdot 100$$

$$h_1 = h \cdot \cos \omega$$

$$e\% = \frac{h - h \cdot \cos \omega}{h} \cdot 100 = \frac{h(1 - \cos \omega)}{h} \cdot 100$$

$$e\% = (1 - \cos \omega) \cdot 100$$





Minimizar errores en la medición de alturas en árboles inclinados



POLITÉCNICA

En la práctica en el caso de árboles inclinados, lo que se suele hacer es medir la altura h_1 y asimilarla a la altura real del árbol h , conociendo que cometemos un pequeño error por defecto en su estimación. Este se suele despreciar dada su escasa importancia.

$$e\% = (1 - \cos \omega) \cdot 100$$

Para un árbol inclinado $\omega=10^\circ$ $h_1 < h$ un 1,5%

Para un árbol inclinado $\omega=15^\circ$
 $h_1 < h$ un 3,5%

Para un árbol inclinado $\omega=20^\circ$
 $h_1 < h$ un 6%

