

# CURSO TOPOGRAFIA ALTIMÉTRICA

## 2do. Semestre 2024

DOCENTES:

Ing. Agrim. MAGALI MARTINEZ – Ing. Agrim. MARTIN WAINSTEIN

# DETERMINACION DEL DESNIVEL VERDADERO Y LA INCERTIDUMBRE ASOCIADA

## ERROR DE COLIMACION Y DETERMINACION DEL DESNIVEL VERDADERO

¿PORQUE ES UNA BUENA PRACTICA ESTACIONAR EL NIVEL EQUIDISTANTE DE LAS MIRAS?



- elimina errores sistemáticos del instrumento
- minimiza la incidencia real los de curvatura y refracción

# DETERMINACION DEL ERROR DE COLIMACION

## TOPOGRAFIA ALTIMETRICA

### NIVELACION GEOMETRICA

#### TIPOS DE NIVELACIÓN GEOMETRICA CLASIFICACIÓN Y METODOLOGIAS A APLICAR EN CADA CASO

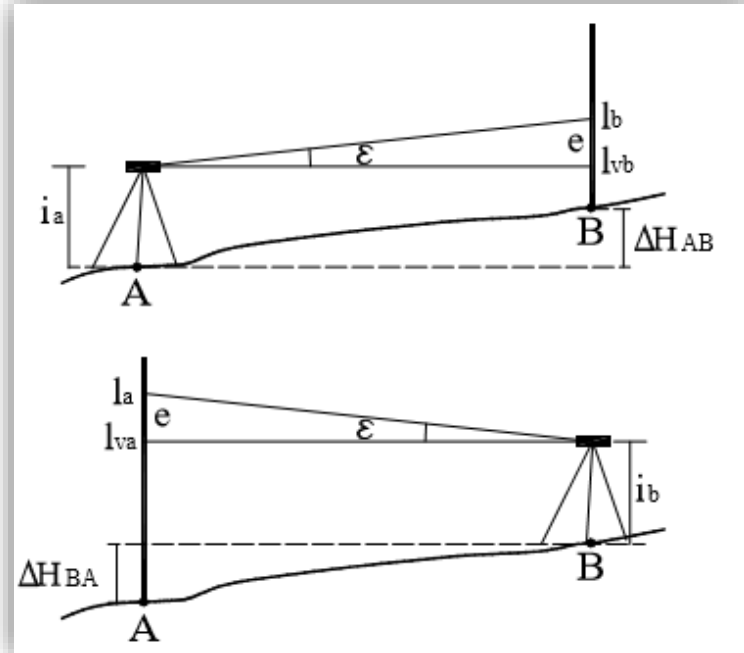
- |                             |   |         |   |
|-----------------------------|---|---------|---|
| 1) NIVELACIÓN:<br>SIMPLE    |  | METODOS | <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Punto MEDIO</li> <li>b) Punto EXTREMO</li> <li>c) Estaciones RECIPROCAS</li> <li>d) Estaciones EQUIDISTANTES</li> </ul> |
| 2) NIVELACIÓN:<br>COMPUESTA |  | METODOS | <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Punto MEDIO</li> <li>b) Estaciones DOBLES</li> <li>c) Estaciones EQUIDISTANTES (método creado por PORRO)</li> </ul>     |

#### *RECOMENDACIÓN:*

Este tema puede estudiarse de manera detalladamente en el libro TOPOGRAFIA GENERAL Y APLICADA – autor FRANCISCO DOMINGUEZ GARCIA-TEJERO (Capitulo VI – Métodos Altimétricos – Nivelación Geométrica)

## DETERMINACION DEL ERROR DE COLIMACION

### Método de las ESTACIONES RECIPROCAS



$$\Delta H_{AB} = i_a - (l_b - e)$$

$$\Delta H_{BA} = i_b - (l_a - e_a)$$

(Restando ambas)

$$2\Delta H_{AB} = (i_a - i_b) + (l_a - l_b)$$

$$\Delta H_{AB} = \frac{(i_a - i_b) + (l_a - l_b)}{2}$$

$$\Delta H_{AB} = i_a - (l_b - e)$$

$$\Delta H_{BA} = i_b - (l_a - e_a)$$

(Sumando ambas)

$$i_a + i_b + 2e - (l_a + l_b) = 0$$

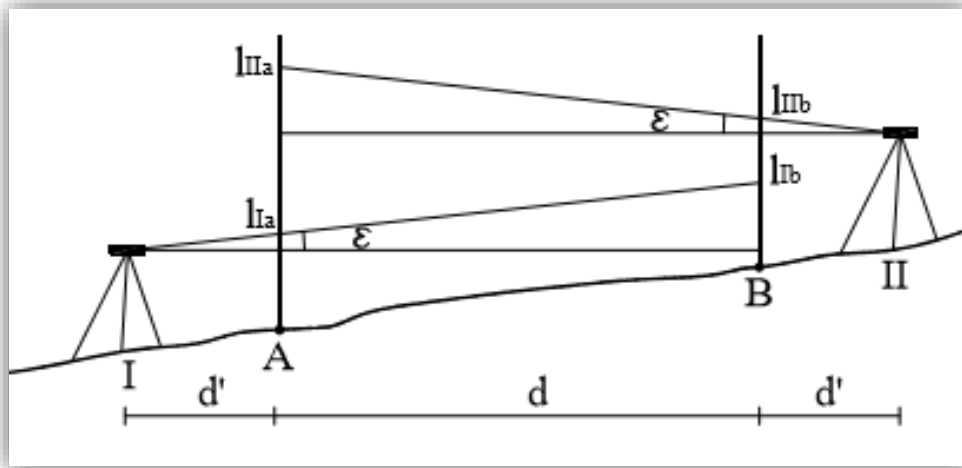
$$i_a + i_b + 2d \cdot \text{tg } \varepsilon - (l_a + l_b) = 0$$

$$\text{tg } \varepsilon = \frac{l_a + l_b - (i_a + i_b)}{2d}$$

OBSERVACION: debemos tener en cuenta que no se elimina el error de la medida de la altura del instrumento.

**DETERMINACION DEL ERROR DE COLIMACION**

**Método de las ESTACIONES EQUIDISTANTES**



Desde I

$$\Delta H_{AB} = (l_{IA} - e_{IA}) - (l_{IB} - e_{IB}) = [l_{IA} - d'(\text{tg } \epsilon)] - [l_{IB} - (d' + d)(\text{tg } \epsilon)]$$

$$\Delta H_{AB} = (l_{IA} - l_{IB}) + d(\text{tg } \epsilon)$$

Desde II

$$\Delta H_{BA} = (l_{IIB} - e_{IIB}) - (l_{IIA} - e_{IIA}) = [l_{IIB} - d'(\text{tg } \epsilon)] - [l_{IIA} - (d' + d)(\text{tg } \epsilon)]$$

$$\Delta H_{BA} = (l_{IIB} - l_{IIA}) + d(\text{tg } \epsilon)$$

$$(1) - (2): \quad 2 \Delta H_{AB} = (l_{IA} - l_{IB}) - (l_{IIB} - l_{IIA})$$

$$\Delta H_{AB} = \frac{(l_{IA} - l_{IB}) - (l_{IIB} - l_{IIA})}{2}$$

$$(1) + (2):$$

$$0 = (l_{IA} - l_{IB}) + d(\text{tg } \epsilon) + (l_{IIB} - l_{IIA}) + d(\text{tg } \epsilon)$$

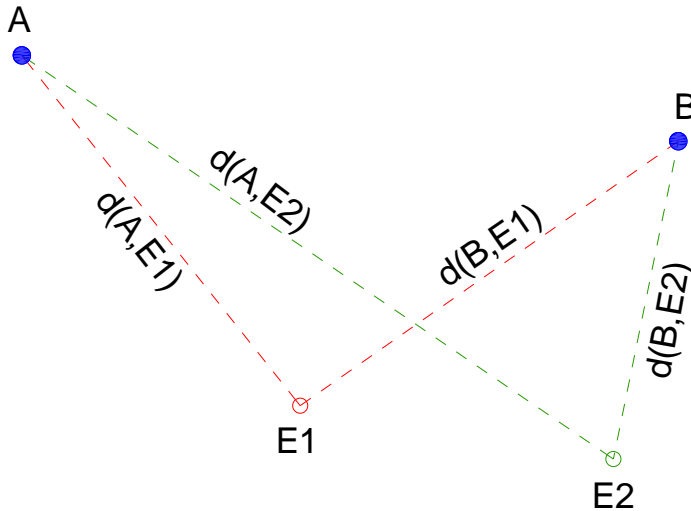
$$2d(\text{tg } \epsilon) = -[(l_{IA} - l_{IB}) + (l_{IIB} - l_{IIA})] \Rightarrow$$

$$\text{tg } \epsilon = -\frac{(l_{IA} - l_{IB}) + (l_{IIB} - l_{IIA})}{2d}$$

**OBSERVACION:** Se elimina el error de la medida de la altura del aparato.

## DETERMINACION DEL ERROR DE COLIMACION

### Método de PORRO



Metodología:

Desde E1:  $\Delta h_{(AB)} = (l_{(A)} + D_{1A} \cdot \text{tg}(\mathcal{E})) - (l_{(B)} + D_{1B} \cdot \text{tg}(\mathcal{E}))$

Desde E2:  $\Delta h_{(AB)} = (l'_{(A)} + D_{2A} \cdot \text{tg}(\mathcal{E})) - (l'_{(B)} + D_{2B} \cdot \text{tg}(\mathcal{E}))$

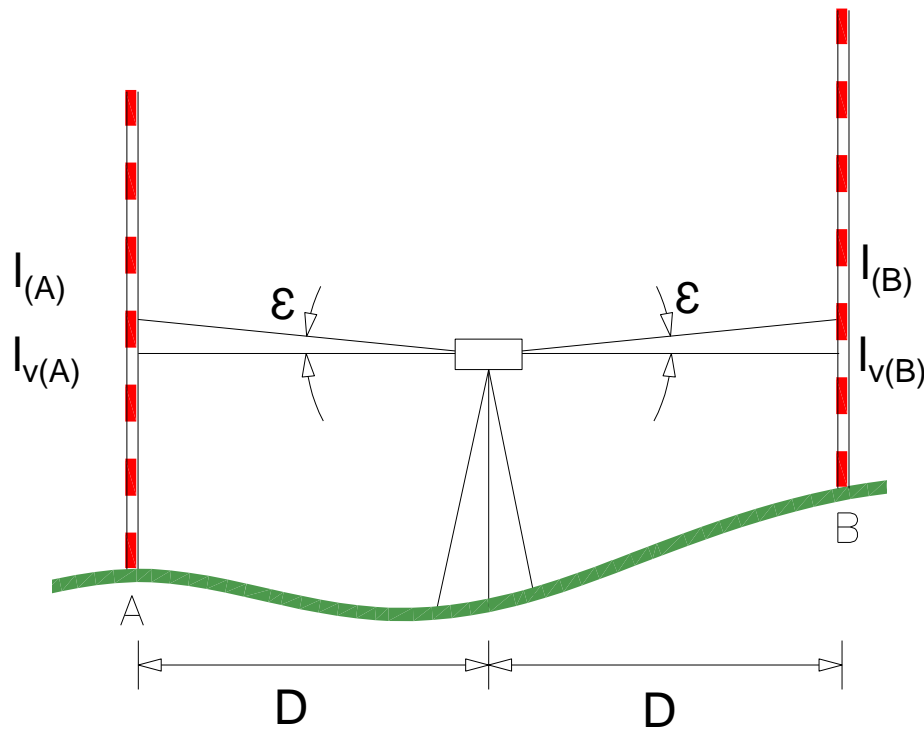
Igualo ambas expresiones ya que representan lo mismo (diferencia de nivel entre los puntos A y B) y obtengo la siguiente expresión para el calculo del error de colimación ( $\mathcal{E}$ ):

$$\text{tg}(\mathcal{E}) = \frac{(l_{(A)} - l_{(B)}) - (l'_{(A)} - l'_{(B)})}{D_{2A} - D_{2B} - D_{1A} + D_{1B}}$$



## DETERMINACION DEL ERROR DE COLIMACION

### Método INGLES (o Método del PUNTO MEDIO)



Metodología:

1) Nos estacionamos de manera equidistante de los puntos A y B entre los cuales queremos hallar el desnivel.

El error de colimación ( $e_c$ ) denominado  $\epsilon$  en la imagen, genera que las visuales no describan un plano (Plano Colimador) sino un cono de revolución.

Como estamos estacionados a igual distancia de ambos puntos, la incidencia del error sobre las lecturas en ambas miras es la misma (la diferencia entre la lectura verdadera y la lectura leída efectivamente sobre cada una de las es la misma):  $e_c = l_{v(A)} - l(A) = l_{v(B)} - l(B)$

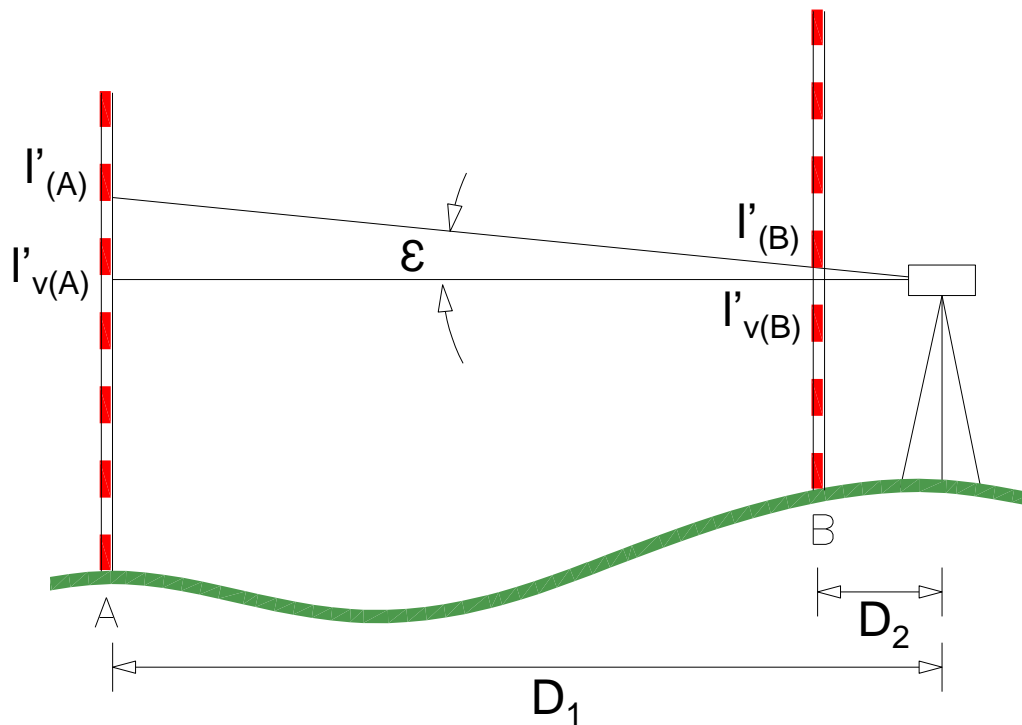
Por todo esto, en estas condiciones la diferencia de nivel verdadero entre A y B coincide con la diferencia de lecturas (exista o no error de colimación).

$$\Delta h_{(AB)} = (l_{v(A)} + e_c) - (l_{v(B)} + e_c) = l(A) - l(B)$$

$$\Delta h_{(AB)} = l(A) - l(B)$$

## DETERMINACION DEL ERROR DE COLIMACION

### Método INGLES (o Método del PUNTO MEDIO)



2) Ahora estacionamos el instrumento muy cerca de una de las miras (punto B) y lejos de la otra (punto A).

Si el instrumento esta afectado de error de colimación, el error que se comete al leer en la mira sobre el punto B esta por debajo del error de estimación que pueda cometer, por lo que puede considerarse que todo el error de colimación se vera reflejado en la lectura sobre la mira del punto A.

$$\Delta h_{(AB)} = (l'_{v(A)} + e_{c(A)}) - (l'_{v(B)} + e_{c(B)})$$

$$\Delta h_{(AB)} = (l'_{v(A)} - l'_{v(B)}) + (e_{c(A)} - e_{c(B)})$$

$$\text{tg}(\epsilon) = e_{c(A)} / D_1$$

0

$$\Delta h_{(AB)} = (l'_{v(A)} - l'_{v(B)}) + D_1 \cdot \text{tg}(\epsilon)$$

# INCERTIDUMBRE ASOCIADA AL CALCULO DE ERROR DE COLIMACION

## METODO DEL "PUNTO MEDIO"

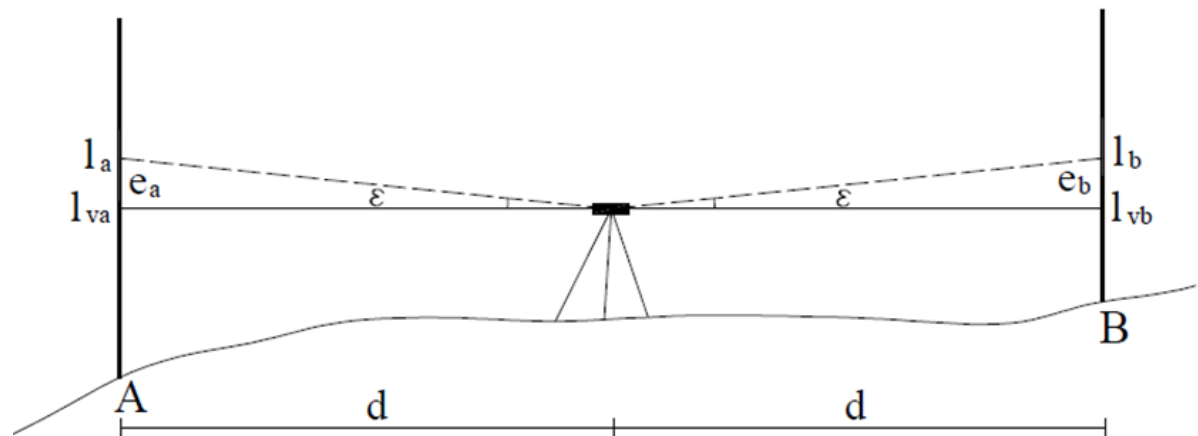
Consiste en estacionar el nivel a la misma distancia de los puntos cuyo desnivel queremos determinar (A y B). La diferencia de las lecturas de las miras nos dará el desnivel verdadero entre los puntos, aún estando el instrumento descorregido, ya que al ser el ángulo  $\epsilon$  de la visual con la horizontal el mismo en ambas direcciones y ser iguales las distancias, el error de lectura en cada mira también será igual, por lo que, al hacer la diferencia, éstos se eliminan.

Este es el método más aconsejable, pues como vemos se eliminan los errores sistemáticos del nivel, y también la influencia de los errores debido a la curvatura terrestre y la refracción atmosférica.

$$\Delta H_{AB} = l_{vA} - l_{vB} = (l_A - e_A) - (l_B - e_B)$$

$$\Delta H_{AB} = [l_A - (d \times \tan \epsilon)] - [l_B - (d \times \tan \epsilon)]$$

$$\Delta H_{AB} = l_A - l_B$$



## METODO DEL "PUNTO MEDIO"

### PROPAGACION DE ERRORES - METODO DEL "PUNTO MEDIO"

El error cometido en el calculo de la diferencia de nivel entre ambos puntos depende del error de lectura ( $\sigma_l$ )

$$\Delta H_{AB} = l_A - l_B$$

$$\sigma_{\Delta H}^2 = \left( \frac{\partial \Delta H}{\partial l_A} \right)^2 \cdot \sigma_{l_A}^2 + \left( \frac{\partial \Delta H}{\partial l_B} \right)^2 \cdot \sigma_{l_B}^2$$

Al estar a la misma distancia para cada tramo y utilizando el mismo instrumental, se considera el mismo  $\sigma_l$

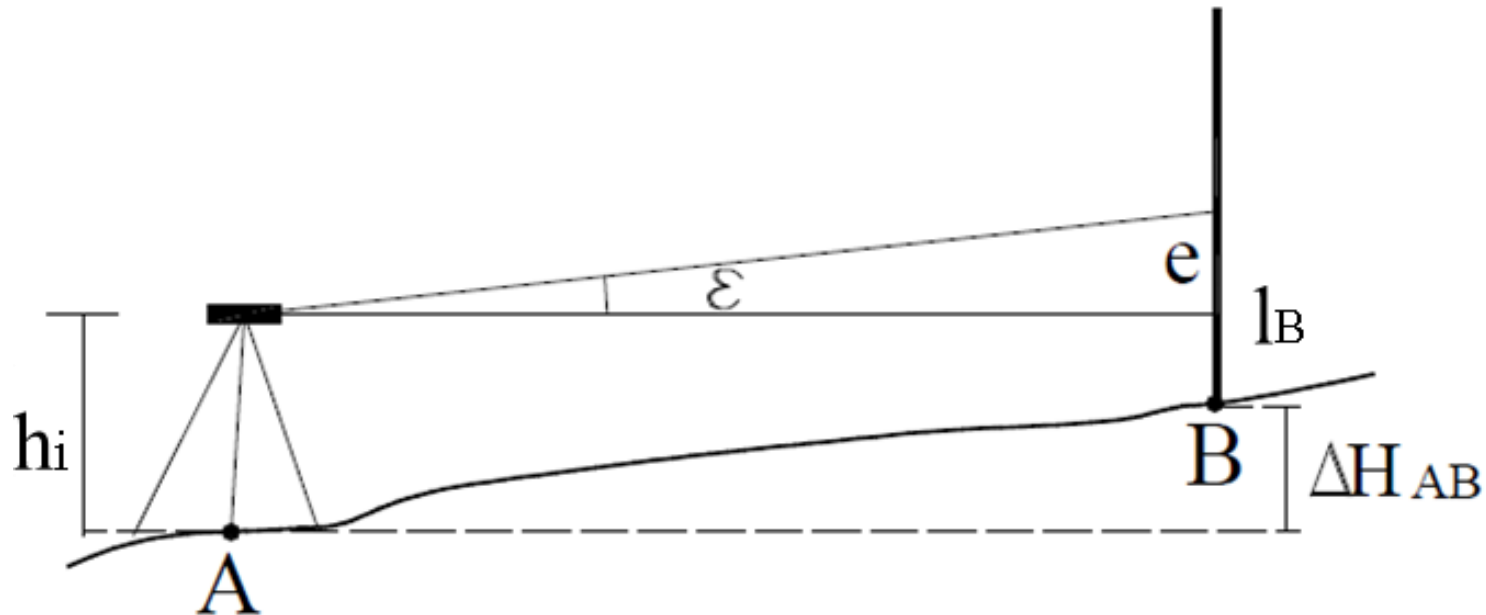
$$\sigma_{\Delta H}^2 = 2\sigma_l^2$$

## METODO DEL "PUNTO EXTREMO"

### METODO DEL "PUNTO EXTREMO"

En este método es necesario medir la altura instrumental.

$$\Delta H = h_{iA} - l_B$$



## METODO DEL "PUNTO EXTREMO"

### PROPAGACION DE ERRORES - METODO DEL "PUNTO EXTREMO"

El error cometido en el cálculo de la diferencia de nivel entre ambos puntos depende del error de lectura y del error al medir la altura del instrumento.

$$\Delta H = h_{iA} - l_B$$

$$\sigma_{\Delta H}^2 = \left( \frac{\partial \Delta H}{\partial h_{iA}} \right)^2 \cdot \sigma_{h_{iA}}^2 + \left( \frac{\partial \Delta H}{\partial l_B} \right)^2 \cdot \sigma_{l_B}^2$$

$$\sigma_{\Delta H}^2 = \sigma_{h_{iA}}^2 + \sigma_{l_B}^2$$

# INCIDENCIA DEL ERROR DE VERTICALIDAD DE LA MIRA



## ERROR PROCEDENTE DE LA FALTA DE VERTICALIDAD DE LA MIRA

El **error de verticalidad de la mira** en una nivelación geométrica incide directamente en el valor de la lectura sobre la mira.

Para mantener la verticalidad de la mira es necesario que el operador (o mirero) sostenga con firmeza la mira para evitar así su basculamiento.

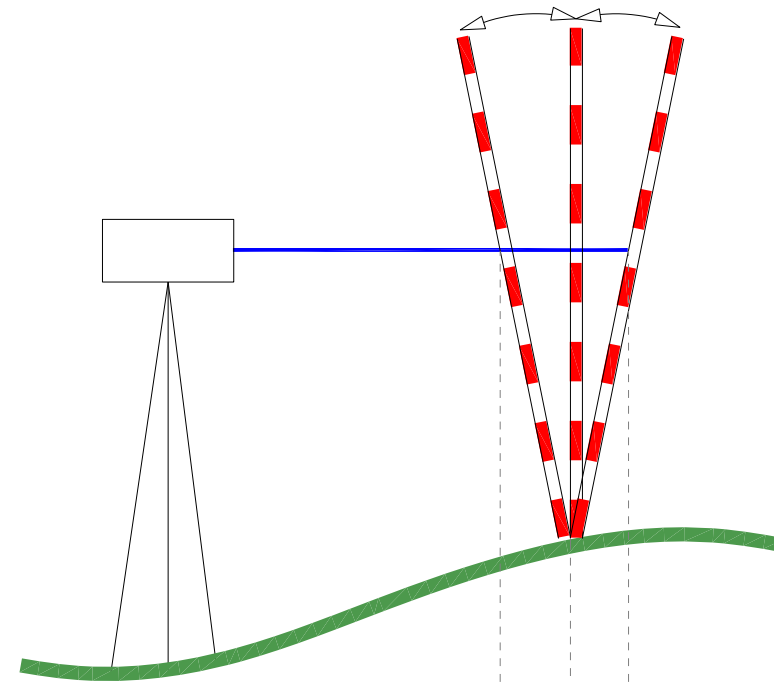
La inclinación de la mira puede darse en dos sentidos:

- *En la dirección de la visual*
- *En la dirección perpendicular a la visual*

- *En la dirección de la visual*

El movimiento en el sentido de la visual del operador, en principio, no es detectable por quien realiza la lectura.

Una manera de verificar la verticalidad es bascular hacia adelante y hacia atrás la mira correspondiendo la menor de las lecturas realizadas a la posición vertical de la mira.



## ERROR PROCEDENTE DE LA FALTA DE VERTICALIDAD DE LA MIRA

- *En la dirección perpendicular a la visual*

El movimiento en este sentido puede ser verificado por el operador, alineando el hilo vertical con la arista de la mira previo a realizar la lectura.

### Algunos factores que influyen en la falta de verticalidad de la mira:

El movimiento de la mira puede ser producto de varios factores:

- desatención parte del mirero
- viento
- morfología del terreno
- el propio peso de la mira, entre otros.

### ¿Como minimizarlo?

- Utilización de accesorios como una niveleta o un bipode.
- Basculamiento de la mira “hacia adelante y hacia atrás”
- el mirero debe estar atento al momento de realizarse la lectura.