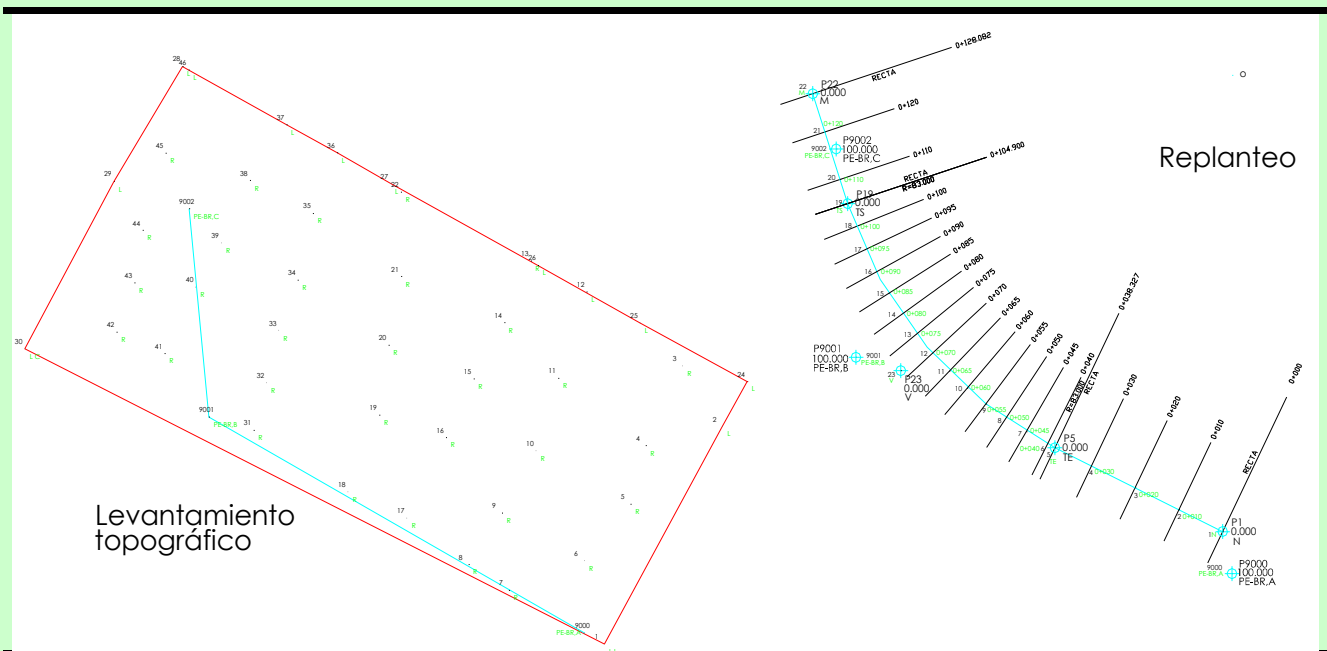


# MÉTODOS TOPOGRÁFICOS



Antonio Fernández Ortiz  
Ingeniero Técnico Agrícola  
Año 2004

## ÍNDICE

1.- Métodos altimétricos o nivelaciones.....	1
1.1.- Geométrica o por alturas	
1.1.1.- Simple	
1.1.2.- Compuesta o itinerario altimétrico	
1.2.- Trigonométrica o taquimétrica	
1.2.1.- Radiación	
1.2.2.- Itinerarios	
2.- Métodos para el cálculo de puntos inaccesibles.....	3
2.1.- Cálculo distancia entre dos puntos cuando uno de ellos es inaccesible	
2.2.- Cálculo distancia entre dos puntos cuando los dos son inaccesibles	
2.3.- Cálculo de cotas a puntos inaccesibles	
2.3.1.- Sin utilizar punto auxiliar	
2.3.2.- Utilizando un punto auxiliar	
2.3.3.- Utilizando un punto auxiliar alineado	
3.- Métodos planimétricos.....	4
3.1.- Radiación	
3.1.1.- Orientada	
3.1.2.- No Orientada	
3.1.3.- Orientada en gabinete	
3.2.- Itinerarios o poligonales	
3.2.1.-Itinerario cerrado	
3.2.2.-Itinerario abierto	
3.2.2.1.- Colgado	
3.2.2.2.- Encuadrado	
3.3.- Intersecciones	
3.3.1.- Intersección directa simple	
3.3.2.- Intersección directa múltiple	
3.3.3.- Intersección mixta	
3.3.4.- Intersección inversa o trisección inversa o método de Pothnot	
4.- Enlaces taquimétricos para estaciones.....	8
4.1.- Método de Moinot o directo	
4.2.- Método de Porro o indirecto	
4.3.- Método de Villani o mixto	
5.- Métodos de replanteo.....	9
5.1.- Replanteo planimétrico	

---

5.1.1.- Replanteo de puntos

5.1.2.- Replanteo de alineaciones rectas

5.1.3.- Replanteo de alineaciones a partir de una dada

5.1.4.- Replanteo de alineaciones curvas

5.2.- Replanteo altimétrico

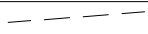





5.2.1.- Método 1, estaca enterrada

5.2.2.- Método 2

5.2.3.- Método 3

5.2.4.- Método 4

### ABREVIATURAS Y SIMBOLOGÍA UTILIZADA

	Visual
	Poligonal
X PE	Punto de estacionamiento
X PRef	Punto de referencia
	Punto de coordenadas conocidas UTM, puede ser PE y/o PRef
	Punto de coordenadas relativas o locales, puede ser PE y/o PRef
•	Punto visado
	El Norte del itinerario o radiación coincide con el Norte geográfico
	El Norte del itinerario o radiación No coincide con el Norte geográfico
VG	Vértice Geodésico
n	Punto radiado o visado de número n
BR	Base de Replanteo
AH	Ángulo horizontal
$\theta$	Acimut geodésico
L	Lectura angular
$\alpha$	Ángulo de curvatura de una alineación curva
F	Flecha
C	Compensable de errores
NC	No Compensable de errores
*	Método más utilizado
Ng	Número Generador
T	Vector T
Z	Cota
$\Delta Z$	Desnivel
AV	Ángulo Vertical
F	Flecha
i	Altura instrumento topográfico
h,H	Altura

# MÉTODOS TOPOGRÁFICOS

## 1.- MÉTODOS ALTIMÉTRICOS O NIVELACIONES

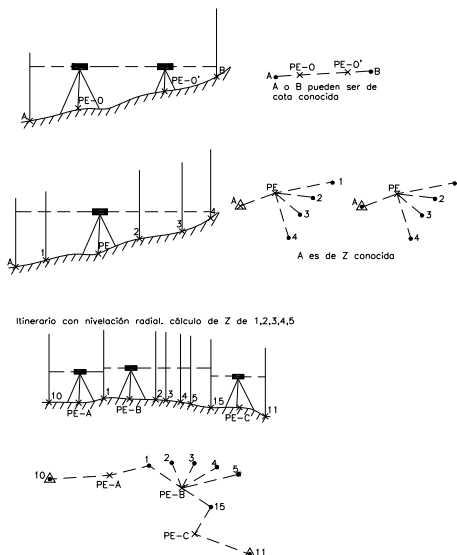
Según sistema de coordenadas utilizadas:

- No integrado en la red geodésica: cotas relativas o locales
- Integrado en la red geodésica: cotas sistema UTM

### 1.1.- Geométrica o por alturas

#### 1.1.1.- Simple (NC)

- ◆ Método del punto medio\*
- ◆ Método del punto extremo
- ◆ Método de las estaciones equidistantes
- ◆ Método de las visuales recíprocas
- ◆ Método radial o radiación\*



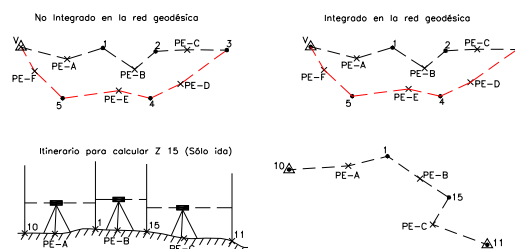
#### 1.1.2.- Compuesta o itinerario altimétrico

Puede incluir métodos de nivelación simple (Radiación, puntos extremo, etc)

- ◆ Cerrado\*  
(Siempre C)



- ◆ Abierto
  - Encuadrado\* (C)  
Siempre integrado red geodésica
  - Colgado (NC)



#### Métodos de compensar:

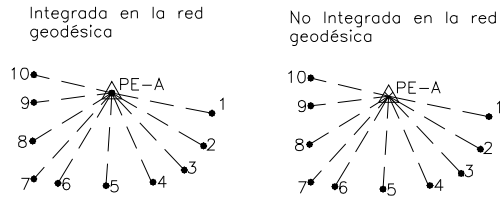
- Proporcional al nº de planos de comparación\*  No se estaciona en los mismos puntos a la ida
- Proporcional a las distancias  que a la vuelta
- Proporcional a los desniveles  Se estaciona en los mismos puntos a la ida que a la vuelta, si es cerrado

- Los puntos estarán cerca del PE (<50m), para evitar mayor error por refracción
- No se suelen marcar los PE, salvo que se realice compensación en función de desniveles o métodos que exijan conocer el PE.
- Datos a tomar: en los itinerarios se hace lectura atrás y adelante, en las radiaciones lecturas intermedias.  $Z_{\text{punto}}$  si trabajamos en UTM, lectura hilos,  $i_{\text{aparato}}$  (Punto extremo)

**1.2.- Trigonometría o taquimétrica**

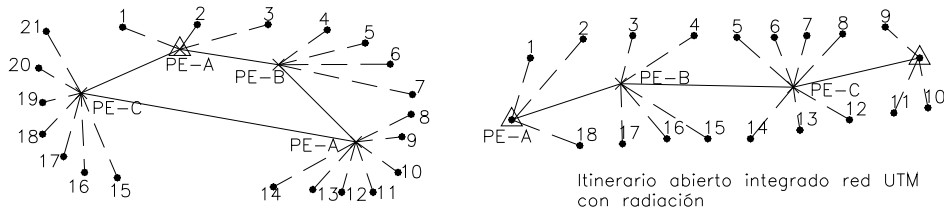
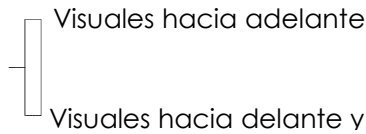
Suelen ir acompañados de métodos planimétricos

**1.2.1.- Radiación\***



**1.2.2.- Itinerarios**

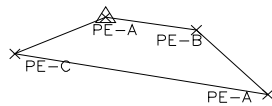
Puede incluir radiación



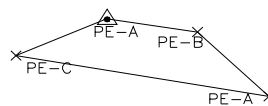
Itinerario cerrado no integrado red UTM con radiación

Itinerario abierto integrado red UTM con radiación

◆ **Cerrados\* (C)**



Itinerario cerrado no integrado red UTM

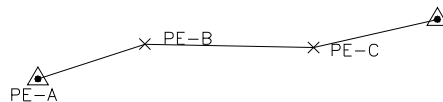


Itinerario cerrado integrado red UTM

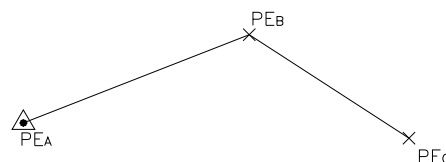
◆ **Abiertos**

• **Encuadrado\* (C)**

Siempre integrado red geodésica



• **Colgado (NC)**



Métodos de compensar:

- Proporcional al nº de tramos\*
- Proporcional a las distancias
- Proporcional a los desniveles

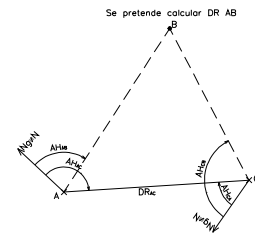
- Necesidad de marcar siempre los PE

- Los datos a tomar o a llevar a campo depende de la tecnología del instrumento topográfico ( $Z_{\text{P.Ei}}$ ,  $i_{\text{aparto}}$ , lecturas de hilos,  $h_{\text{prisma}}$ ,  $\Delta Z$ ,  $Z$ ,  $AV$ ,  $Ng$ ,  $T$ ,  $DR$ )

## 2.- MÉTODOS PARA CÁLCULO DE PUNTOS INACCESIBLES

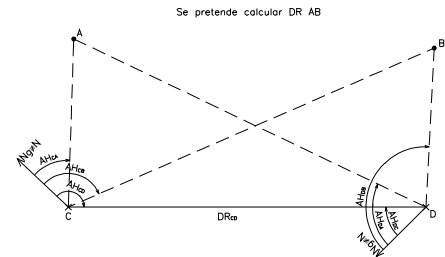
### 2.1.- Cálculo distancia entre dos puntos cuando uno de ellos es inaccesible\*

Datos a tomar en campo:  $AH_{AB}$ ,  $AH_{AC}$ ,  $AH_{CB}$ ,  $AH_{CA}$ ,  $DR_{AC}$   
 Método resolución: por th. Seno  
 Conviene que A,B,C formen un triángulo rectángulo



### 2.2.- Cálculo distancia entre dos puntos cuando los dos son inaccesibles\*

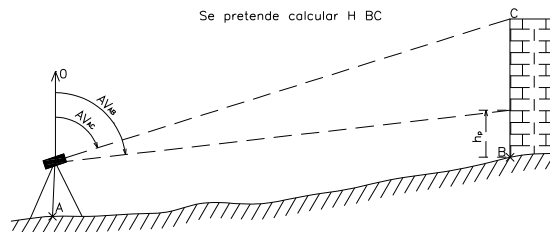
Datos a tomar en campo:  $AH_{CA}$ ,  $AH_{CB}$ ,  $AH_{CD}$ ,  $AH_{DB}$ ,  
 $AH_{DA}$ ,  $AH_{DC}$ ,  $DR_{CD}$   
 Método resolución: por th. Seno y del Coseno  
 Conviene que A,B,C formen un cuadrilápedo



### 2.3.- Cálculo de cotas a puntos inaccesibles

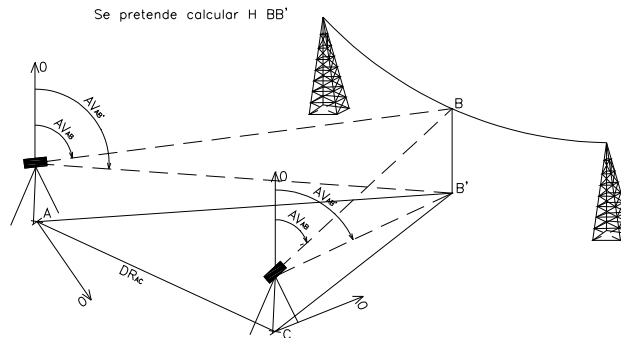
#### 2.3.1.- Sin utilizar punto auxiliar\*

Datos a tomar en campo:  $AV_{AC}$ ,  $AV_{AB}$ ,  $AV_{AB'}$ ,  $h_{prisma}$  o  $h_{hilos}$ ,  $DR_{AB} = DR_{AC}$



#### 2.3.2.- auxiliar\*

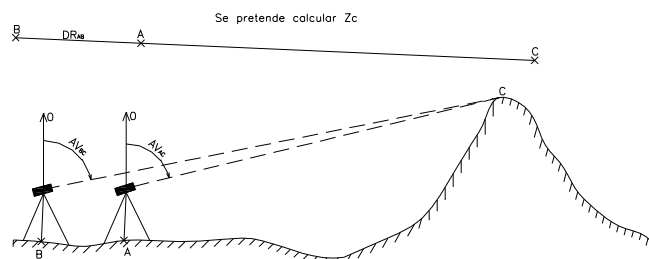
Datos a tomar en campo:  $AH_{AB} = AH_{AB'}$ ,  $AV_{AB}$ ,  $AV_{AB'}$ ,  $AH_{AC}$ ,  $AH_{CA}$ ,  $AH_{CB} = AH_{CB'}$ ,  
 $AV_{CB}$ ,  $AV_{CB'}$ ,  $DR_{AC}$ ,  $i_C$  aparato,  $i_A$  aparato (Medir h desde A y C, para hacer media)



Utilizando un punto

#### 2.3.3.- punto auxiliar alineado

Datos a tomar en campo:  $AV_{AC}$ ,  $AV_{BC}$ ,  $Z_A$ ,  $Z_B$ ,  $i_{aparato}$ ,  $i_{aparato}$ ,  $DR_{AB}$   
 A,B,C deben estar alineados



Utilizando un

Sirven para calcular alturas de catenarias, gálibos, edificios, árboles, distancias reducidas entre grúas o edificios, etc.

### 3.- MÉTODOS PLANIMÉTRICOS

Según sistema de coordenadas utilizadas:

- No integrado en la red geodésica: relativas o locales
- Integrado en la red geodésica: UTM

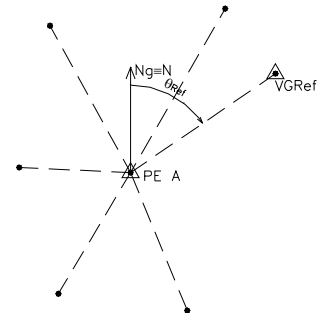
Pueden ir acompañados de métodos altimétricos para determinar cotas

3.1.- Radiación\* (NC): obtenemos red de relleno formada por puntos radiados.

No se aplica Bessel a los puntos radiados y lecturas solo hacia delante.

3.1.1.- Orientada\*

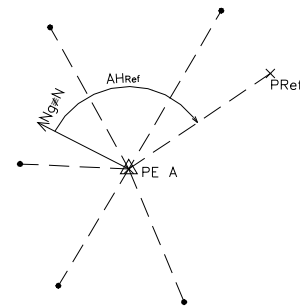
Siempre Integrada en la red geodésica: UTM



3.1.2.- No Orientada\*

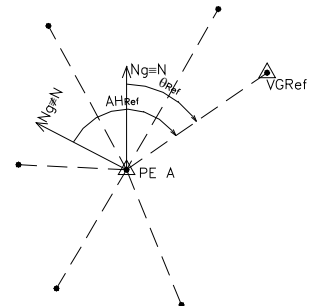
Siempre No integrada en la red geodésica

La dirección del  $N_g$  puede coincidir con el PRef.



3.1.3.- Orientada en gabinete\*

Siempre Integrada en la red geodésica



3.2.- Itinerarios o poligonales: obtenemos una red topográfica formada por puntos topográficos.

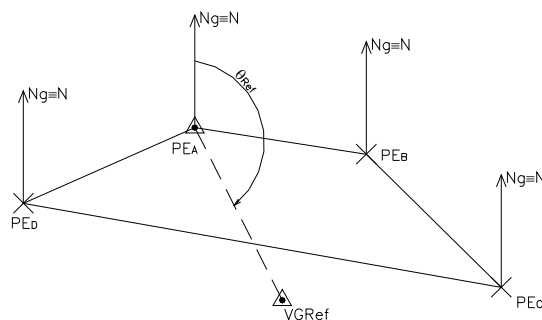
Se aplica Bessel y lecturas delante y atrás a los PE

Suelen ir acompañados de radiación

3.2.1.- Itinerario cerrado\* (C)

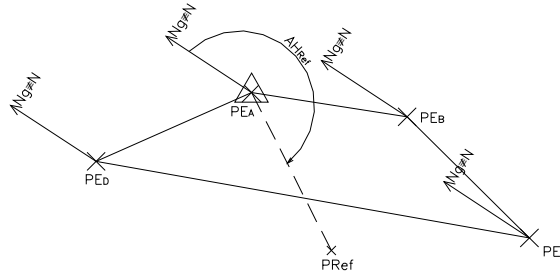
◆ Orientado\*

- Integrado en la red geodésica

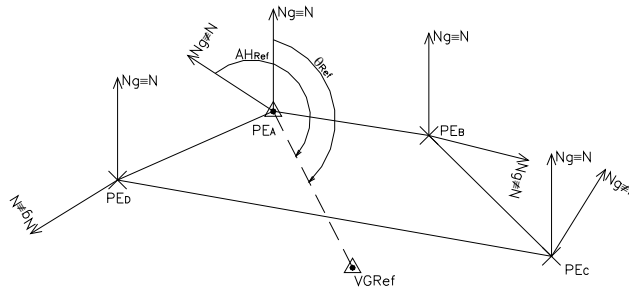




- No integrado en la red geodésica

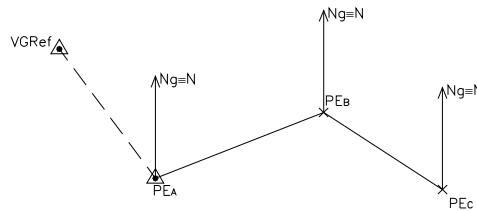


- ◆ No Orientado, orientado en gabinete \*: siempre Integrado en la red geodésica



3.2.2.-Itinerario abierto:

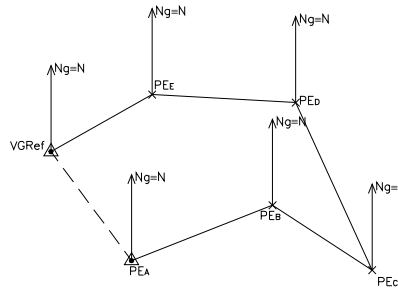
- 3.2.2.1.- Colgado (NC) siempre integrado en la red geodésica



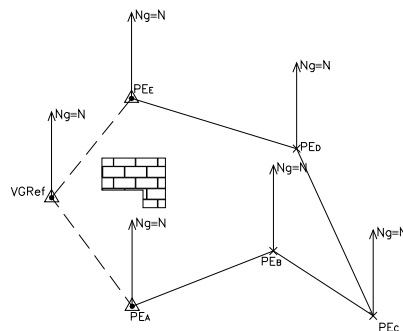
- 3.2.2.2.- Encuadrado\* (C) siempre integrado en la red geodésica

- ◆ Orientado

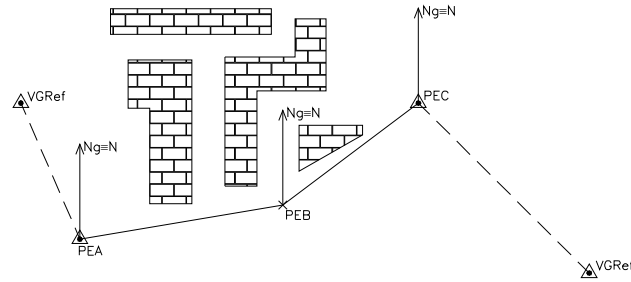
- Dos puntos



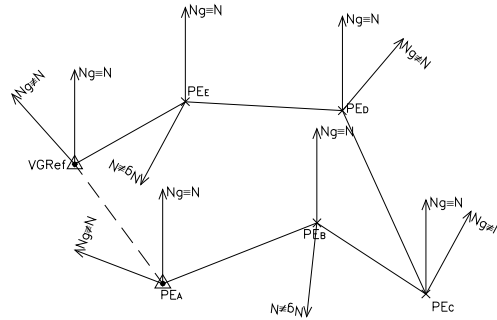
- Tres puntos



• Cuatro puntos



◆ No Orientado, orientado en gabinete  
Puede ser de 2,3 o 4 puntos



Métodos de compensación:

- . Angular: proporcional al nº de estaciones
- . Lineal; x e y: proporcional al incremento de coordenadas

- Para todos los casos de itinerarios No orientados-orientados en gabinete acompañados de radiación; donde el N varía en cada estación, conviene fijar un punto de referencia (poste, torre, esquina, etc) para poder reanudar el trabajo en caso de desnivelación del PE.
- Datos a tomar en campo: depende de la tecnología del instrumento topográfico y método; generalmente AH o  $\theta$ , DR o lecturas hilos + AV, X e Y
- Hay que señalar los PE
- Se puede hacer primero la poligonal, compensarla y después volver a estacionar sobre los mismos PE para hacer la radiación, que define el levantamiento topográfico
- También se puede hacer la poligonal del itinerario a la vez que la radiación

**3.3.- Intersecciones:** obtenemos redes trigonométricas formada por puntos llamados vértices.

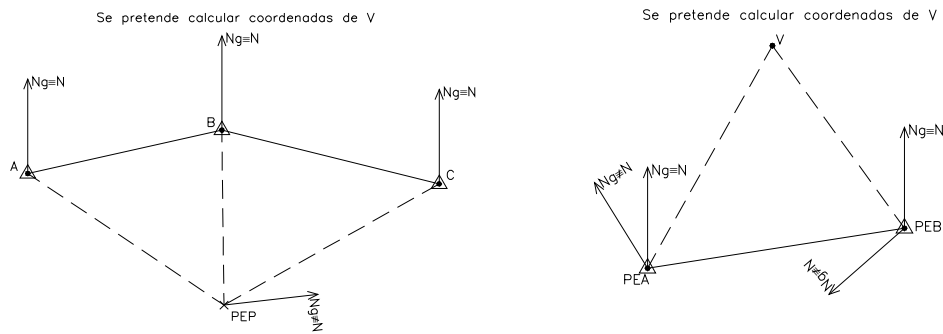
Se calculan puntos de apoyo o de coordenadas conocidas de gran precisión, para levantamientos taquimétricos o fotogramétricos.

Pueden ir acompañados de métodos altimétricos para determinar cotas de los mismos

**3.3.1.- Intersección directa simple\*** (NC)

Datos necesarios: coord. de A,B,;  $AH_{AV}$ ,  $AH_{AB}$ ,  $AH_{BA}$ ,  $AH_{BV}$ . Los AH pueden ser sustituidos por  $\theta$  si trabajamos orientados en coordenadas UTM. (Se aplica Bessel)

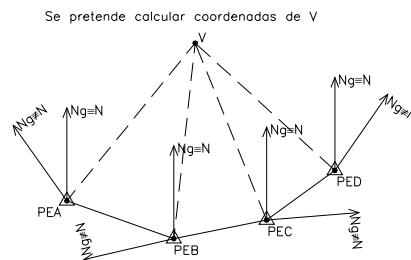
También puede ser orientada en gabinete



**3.3.2.- Intersección directa múltiple:** (NC) igual que la anterior pero utilizando

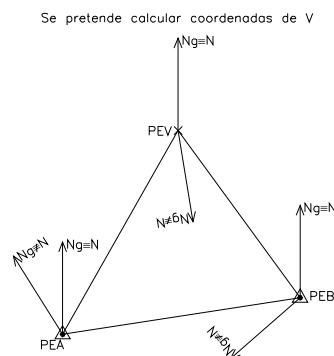
más de dos puntos de coordenadas conocidas, sobre los que se estaciona.

Se resuelve cada triángulo como si fuese una intersección directa simple, haciendo media de las coordenadas obtenidas de V. (Se aplica Bessel)



**3.3.3.- Intersección mixta:** (C) igual que una simple pero se estaciona también

sobre el punto a calcular. (Se aplica Bessel)



**3.3.4.- Intersección inversa o trisección inversa o método de Pothenet\*** (NC)

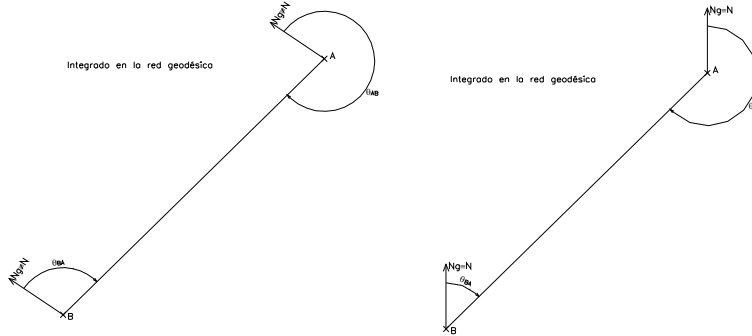
Datos necesarios: coord. de A,B,C;  $AH_{PA}$ ,  $AH_{PB}$ ,  $AH_{PC}$  (Se aplica Bessel)

Se trabaja no orientados, se calculan  $\theta$  en gabinete



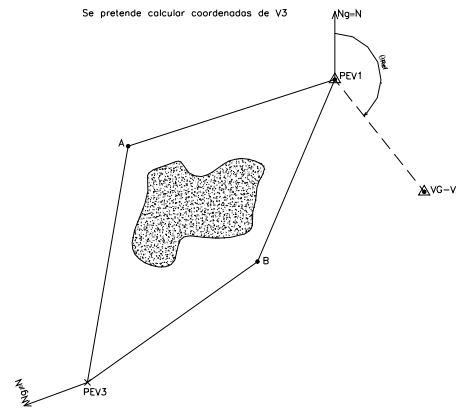
## 4.- ENLACES TAQUIMÉTRICOS PARA ESTACIONES

**4.1.- Método de Moirnot o directo\***: el empleado con taquímetros para enlazar estaciones de un itinerario. (Se aplica Bessel)  
 Consiste en visar de una estación a la anterior con  $\pm 200^g$  para mantener la orientación, dentro del alcance máximo del instrumento topográfico.  
 Puede ser integrado en la red geodésica o no integrado.



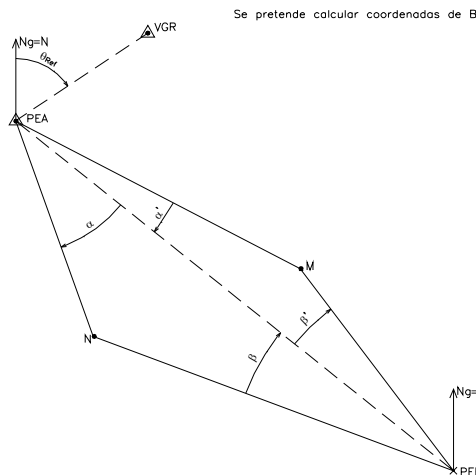
**4.2.- Método de Porro o indirecto:** para enlazar estaciones no visibles entre sí debido a un obstáculo  
 Orientado e integrado en la red geodésica

Datos necesarios: coord. de  $V_1, V_2$ ;  $\theta_{V_1B}$ ,  $\theta_{V_1A}$ ,  $AH_{V_3B}$ ,  $AH_{V_3A}$ ,  
 $DR_{V_1B}$ ,  $DR_{V_1A}$ ,  $DR_{V_3B}$ ,  $DR_{V_3A}$  (Se aplica Bessel)



**4.3.- Método de Villani** o mixto: estaciones visibles entre sí, situadas al doble de distancia del alcance del taquímetro.  
 Orientado e integrado en la red geodésica  
 Se debe de cumplir:  $\beta + \beta' < 10^g$ ;  $\alpha + \alpha' < 10^g$

Datos necesarios: coord. de A,R;  $\theta_{AN}$ ,  $\theta_{AM}$ ,  $\theta_{AB}$ ,  $\theta_{BA}$ ,  $\theta_{BN}$ ,  $\theta_{BM}$ ,  
 $DR_{AN}$ ,  $DR_{AM}$ ,  $DR_{BN}$ ,  $DR_{BM}$ , (Se aplica Bessel)



## 5.- MÉTODOS DE REPLANTEO

### 5.1.- Replanteo planimétrico

Según el sistema de coordenadas puede ser:

- No integrado en la red geodésica: relativas o locales. Los AH serán L
- Integrado en la red geodésica: UTM. Los AH serán  $\theta$

El sistema de coordenadas no influye demasiado en la mecánica y distintos métodos de replanteo.

El sistema de coordenadas queda definido por las empleadas en el levantamiento taquimétrico previo.

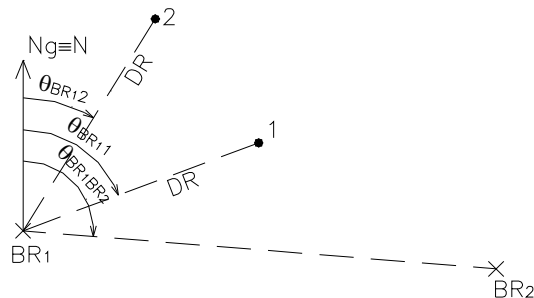
#### 5.1.1.- Replanteo de puntos

##### ◆ Por coord. polares\*

Datos necesarios: depende de la tecnología del instrumento topográfico.

Generalmente  $AH_{orientación}, AH_{BRn}, DR_{BRn}$

Son necesarias al menos dos BR

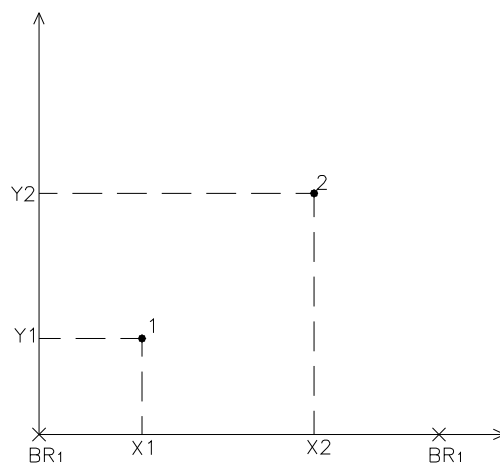


##### ◆ Por coord. rectangulares\*

Datos necesarios: depende de la tecnología del instrumento topográfico.

Generalmente  $X_n, Y_n$

Son necesarias al menos dos BR

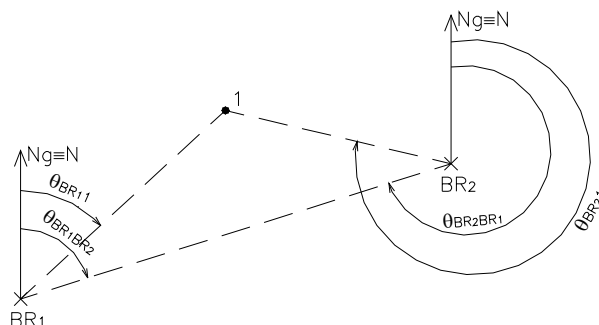


##### ◆ Por intersección angular

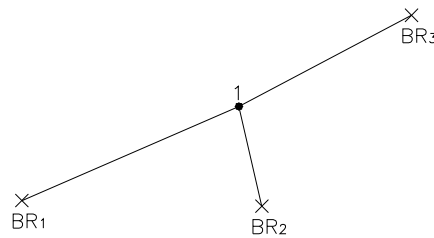
Datos necesarios: depende de la tecnología del instrumento topográfico.

Generalmente sólo  $AH_{orientación}, AH_{BR1n}, AH_{BR2n}$

Son necesarias al menos dos BR



- ◆ Por intersección de distancias  
 Datos necesarios: depende de la tecnología del instrumento topográfico.  
 Generalmente sólo  $DR_{BR1n}$ ,  $DR_{BR2n}$ ,  $DR_{BR3n}$   
 Son necesarias al menos tres BR

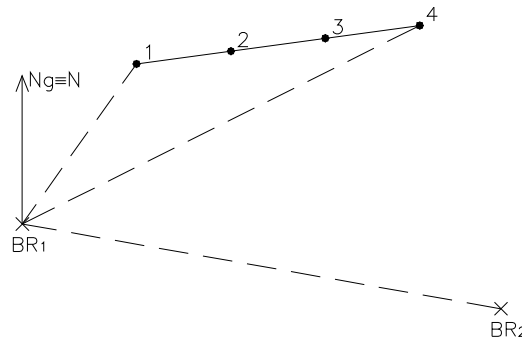


5.1.2.- Replanteo

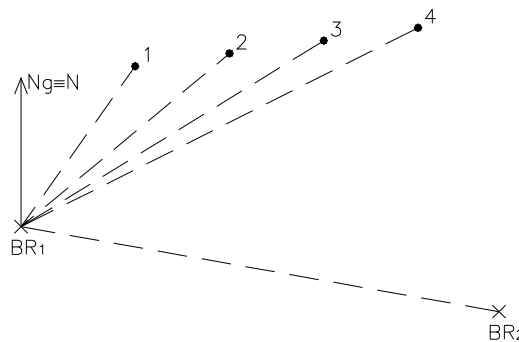
de alineaciones rectas

Casos especiales de replanteo de puntos

- ◆ Replanteo desde dentro, previo replanteo de puntos extremo Desde una BR ajena a la alineación se replantean los puntos extremos y desde estos se replantean por DR y alineación los puntos interiores.  
 Datos necesarios: depende de la tecnología del instrumento topográfico.  
 Generalmente  $AH_{orientación}$ ,  $AH_{BR1}$ ,  $DR_{BR1}$ ,  $AH_{BR4}$ ,  $DR_{BR4}$  (Puntos extremos),  $DR_{1-2}$ ,  $DR_{1-3}$   
 Las DR conviene replantearlas en paralelo



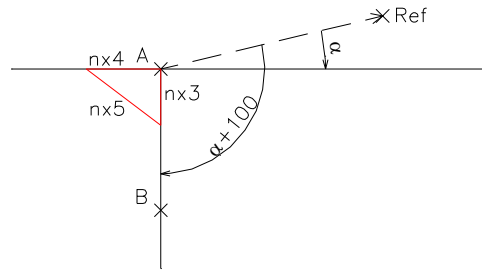
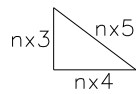
- ◆ Replanteo desde fuera  
 Desde una BR ajena a la alineación se replantean todos los puntos de la alineación  
 Datos necesarios: depende de la tecnología del instrumento topográfico.  
 Generalmente  $AH_{orientación}$ ,  $AH_{BRn}$ ,  $DR_{BRn}$



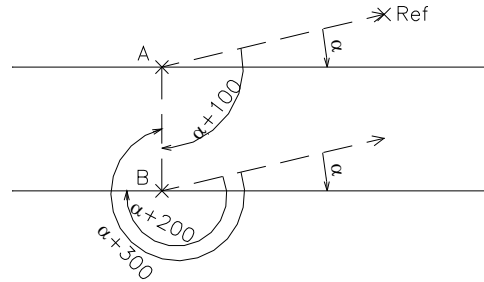
### 5.1.3.- Replanteo de alineaciones a partir de una dada

Casos especiales de replanteo de puntos

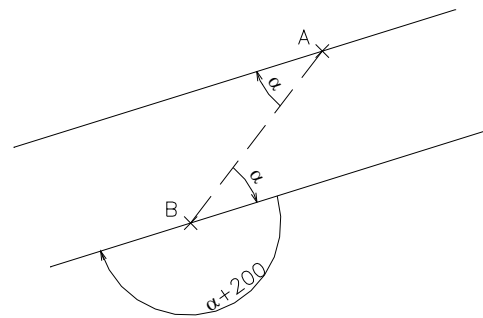
- ◆ Caso de alineación perpendicular  
Por ángulos o triángulo egipcio



- ◆ Caso de alineación paralela  
Por ángulos



- ◆ Caso de alineación que pase por un punto dado  
Por ángulos



### 5.1.4.- Replanteo de alineaciones curvas

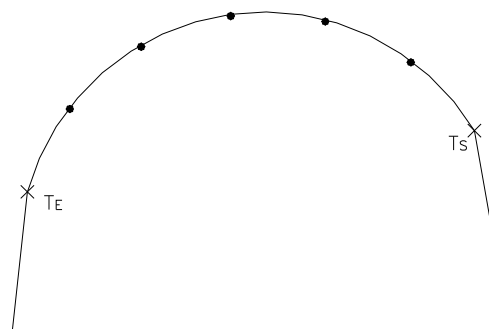
Casos especiales de replanteo de puntos

Para replantear los puntos de la curva se utilizan la  $T_E$  y/o  $T_S$  como BR, para lo cual primero hay que replantearlas desde otras BR.

- ◆ Por coord. polares desde la tangente\*
- Conviene replantear la  $\frac{1}{2}$  desde la  $T_E$  y la otra  $\frac{1}{2}$  desde la  $T_S$ .  
 Datos necesarios: depende de la tecnología del instrumento topográfico.

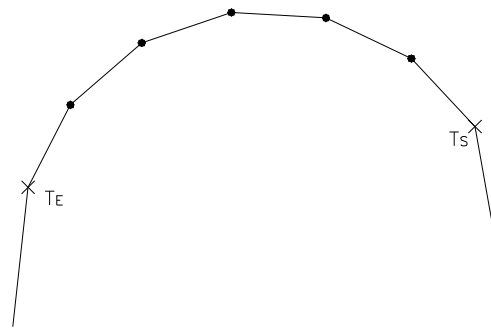
Generalmente  $AH_{orientación}, AH_{BRn}, DR_{BRn}$

- Sobre el desarrollo de la curva  
 Cuando tenemos que replantear cada X m sobre el desarrollo de la circunferencia



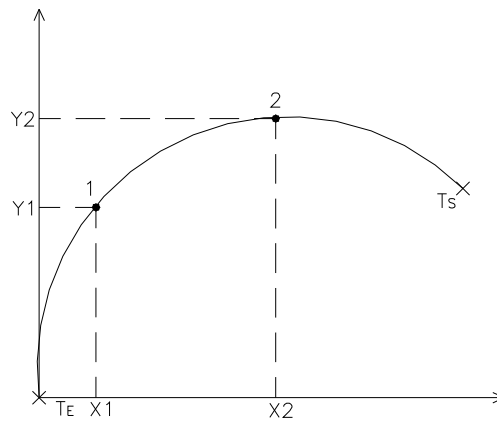


- Sobre las cuerdas  
Cuando tenemos que replantear para colocar elementos rígidos sobre una curva, como bordillos

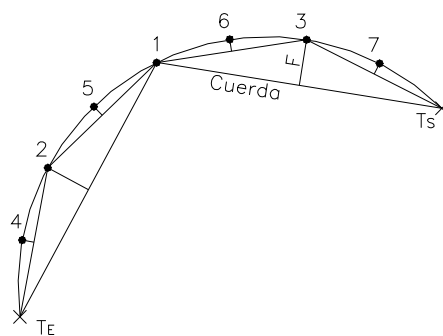


- ◆ Por coord. cartesianas desde la tangente  
Para circunferencias de radio pequeño

- Por x e y  
Datos necesarios: depende de la tecnología del instrumento topográfico. Generalmente  $X_n, Y_n$



- Por cuerdas y flechas\*  
Datos necesarios: depende de la tecnología del instrumento topográfico. Generalmente cuerda<sub>n</sub> y  $F_{max.n}$



- ◆ Por ángulos inscritos

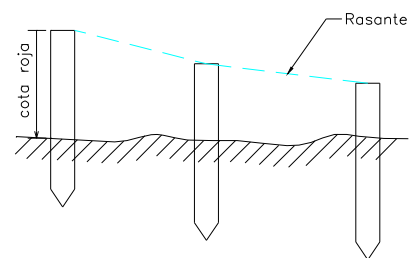
## 5.2.- Replanteo altimétrico

Consiste en replantear una rasante proyectada sobre un terreno natural existente, definiendo la cota roja de puntos singulares de la misma. Previamente estos han sido replanteado planimétricamente.

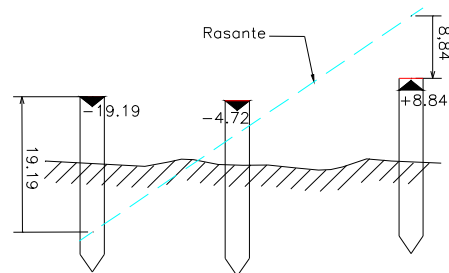
La cota roja de un punto puede ser calculada por:

- Por software MDT, se calculan cotas rojas a partir de un terreno simulado a partir del real y una rasante proyectada. La cota roja así calculada no es exacta. Puede ser complementado por los métodos siguientes.
- Por medio de Estación Total: conociendo la  $Z_{real}$  de un punto y la cota proyectada para ese punto de replanteo, calculamos (o calcula la ET) el desnivel entre ambos. Este desnivel es la cota roja.
- Por medio del nivel o taquímetro: a partir de la  $Z$  de un punto del terreno o de la rasante ya conocido, calculamos desniveles y cotas rojas de los demás.

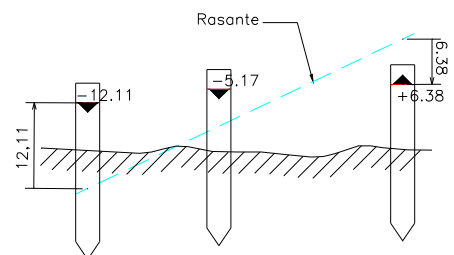
5.2.1.- Método 1, estaca enterrada: situar la cabeza de la estaca o ferralla a la cota de la rasante



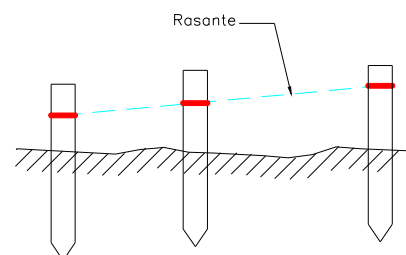
5.2.2.- Método 2: marcar, referido a la cabeza de la estaca o ferralla, la altitud que hay que desmontar o terraplenar



5.2.3.- Método 3: realizar una marca en la estaca o ferralla y referir la distancia de la rasante a dicha marca



5.2.4.- Método 4: marcar directamente sobre la estaca o ferralla la cota que alcanzará la rasante.



- Para todo replanteo con ciertas garantías de estar bien es necesario realizar un levantamiento topográfico previo, sobre el cual se diseña el proyecto a replantear.
- A la hora de realizar el levantamiento conviene marcar 3 ó 4 puntos, cercanos a la zona de levantamiento pero fuera de la posible zona de influencia de la obra, para utilizar como BR en caso que sea necesario.
- Para lograr alineaciones rectas son útiles la utilización de triángulos egipcios.
- Los cálculos y proceso de gabinete dependen de los datos que el ingeniero nos facilite, así como de las preferencias del encargado de obra y operarios
- Tanto en el replanteo altimétrico como planimétrico se pueden conjugar los distintos métodos, según se ajuste mejor a las condiciones de cada caso.