


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

Unidad Didáctica III

MÉTODOS TOPOGRÁFICOS

Profesor Responsable : Julio Manuel de Luis Ruiz

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

ESTRUCTURA

- 1. INTRODUCCIÓN GENERAL**
 - 1.1. Necesidad del establecimiento metodológico
 - 1.2. Técnicas elementales de campo y gabinete
 - 1.3. Principales Metodologías Topográficas
- 2. MÉTODOS BASADOS EN EL EMPLEO DE ESTACIONES TOPOGRÁFICAS**
 - 2.1. Conceptos previos y objetivos
 - 2.2. Determinaciones Planimétricas
 - 2.3. Determinaciones Altimétricas
 - 2.4. Cálculo y Ajuste de Poligonales
- 3. MÉTODOS BASADOS EN EL EMPLEO EXCLUSIVO DEL TEODOLITO**
 - 3.1. Método de Intersección Directa
 - 3.2. Método de Intersección Inversa

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

ESTRUCTURA

- 4. MÉTODOS BASADOS EN EL EMPLEO EXCLUSIVO DEL DISTANCIÓMETRO**
 - 4.1. La Distanciometría
 - 4.2. Intersección de Distancias
 - 4.3. Cálculo de la Tolerancia

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

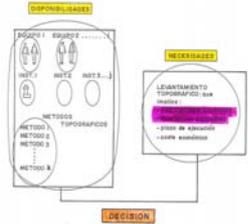
ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

1.- INTRODUCCIÓN GENERAL

1.1.- NECESIDAD DEL ESTABLECIMIENTO METODOLÓGICO

PLANTEAMIENTO GENERAL.-

REQUISITOS



DECISION

DECISION

| | |
|-------------------|---|
| Equipo..... | I |
| Instrumental..... | J |
| Método..... | K |

PRECISIÓN > TOLERANCIA > CIERRE

PRECISIÓN.-
Error permitido.
TOLERANCIA.-
Error esperado.
CIERRE.-
Error real.

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

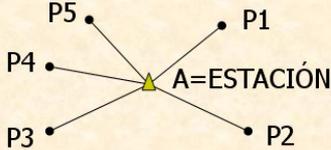
ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

1.- INTRODUCCIÓN GENERAL

1.1.- NECESIDAD DEL ESTABLECIMIENTO METODOLÓGICO

PLANTEAMIENTO GENERAL.-

RADIACIÓN



Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

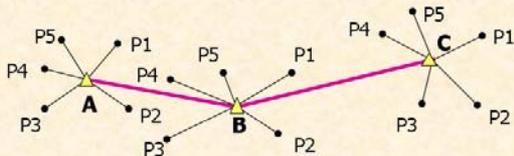
ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

1.- INTRODUCCIÓN GENERAL

1.1.- NECESIDAD DEL ESTABLECIMIENTO METODOLÓGICO

PLANTEAMIENTO GENERAL.-

POLIGONAL O ITINERARIO



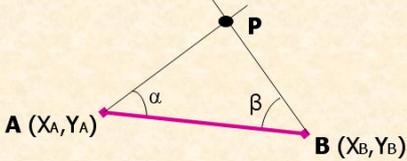
Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

1.- INTRODUCCIÓN GENERAL
 1.1.- NECESIDAD DEL ESTABLECIMIENTO METODOLÓGICO

PLANTEAMIENTO GENERAL.-
INTERSECCIÓN DIRECTA



Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

1.- INTRODUCCIÓN GENERAL
 1.2.- TÉCNICAS ELEMENTALES DE CAMPO Y GABINETE

OBSERVACIÓN DE LOS DATOS DE CAMPO.-

- 1º.- Estacionamiento del instrumento en el lugar elegido.
- 2º.- Realizar la corrección atmosférica.
- 3º.- Orientación de la estación total.
- 4º.- Captación de los datos de campo necesarios para definir la posición de cualquier punto.

- Altura de instrumento
- Nombre de la estación
- Nombre del punto visado
- Distancia geométrica
- Angulo horizontal
- Angulo vertical
- Altura del prisma

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

1.- INTRODUCCIÓN GENERAL
 1.2.- TÉCNICAS ELEMENTALES DE CAMPO Y GABINETE

PRECAUCIÓN EN LA CAPTURA DE DATOS.-
CÁLCULO DE PROMEDIOS

DISTANCIA $D = \frac{D_{CD} + D_{CI}}{2}$

ANG. HORIZONTAL $H = \frac{CD + (CI \pm 200)}{2}$

ANG. VERTICAL $V = CD + \left[\frac{400 - CD - CI}{2} \right]$

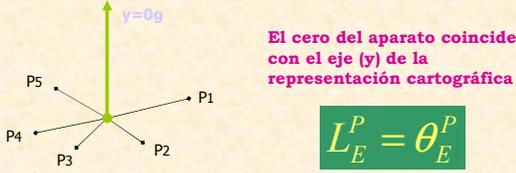
Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

1.- INTRODUCCIÓN GENERAL
 1.2.- TÉCNICAS ELEMENTALES DE CAMPO Y GABINETE

PRECAUCIÓN EN LA CAPTURA DE DATOS.-
OBSERVACIONES SIN DESORIENTACIÓN



$L_E^P = \theta_E^P$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

1.- INTRODUCCIÓN GENERAL
 1.2.- TÉCNICAS ELEMENTALES DE CAMPO Y GABINETE

PRECAUCIÓN EN LA CAPTURA DE DATOS.-
OBSERVACIONES CON DESORIENTACIÓN



$\theta_E^P = \epsilon_E + L_E^P$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

1.- INTRODUCCIÓN GENERAL
 1.3.- PRINCIPALES METODOLOGÍAS TOPOGRÁFICAS

- **MÉTODOS PLANIMÉTRICOS**
 - RADIACIÓN
 - POLIGONAL O ITINERARIO
 - INTERSECCIÓN
- **MÉTODOS ALTIMÉTRICOS**
 - NIVELACIÓN GEOMÉTRICA
 - NIVELACIÓN TRIGONOMÉTRICA

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.

ESCUOLA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

2.- MÉTODOS BASADOS EN LAS ESTACIONES TOPOGRÁFICAS
2.1.- CONCEPTOS PREVIOS Y OBJETIVOS

CÁLCULO DE COORDENADAS

$$D_A^B = D_g \left|_A^B \cdot \text{Sen } V_A^B\right.$$

$$\theta_A^B = \varepsilon_A + L_A^B$$

$$X_B = X_A + D_A^B \cdot \text{Sen } \theta_A^B$$

$$Y_B = Y_A + D_A^B \cdot \text{Cos } \theta_A^B$$

$$Z_B = Z_A + i_A^B - m_B + 0,42 \frac{D^2}{R}$$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.

ESCUOLA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

2.- MÉTODOS BASADOS EN LAS ESTACIONES TOPOGRÁFICAS
2.1.- CONCEPTOS PREVIOS Y OBJETIVOS

CÁLCULO DE TOLERANCIAS

ERRORES DISTANCIOMÉTRICOS.-
A mm + B ppm \Rightarrow 10 mm + 5 ppm

ERRORES ANGULARES.-

$$\varepsilon_r^H = \sqrt{\varepsilon_v^2 + \varepsilon_d^2 + \varepsilon_p^2 + \varepsilon_l^2}$$

$$\varepsilon_r^C = \sqrt{\varepsilon_v^2 + \varepsilon_p^2 + \varepsilon_l^2}$$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.

ESCUOLA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

2.- MÉTODOS BASADOS EN LAS ESTACIONES TOPOGRÁFICAS
2.2.- DETERMINACIONES PLANIMÉTRICAS

MÉTODO DE RADIACIÓN

CONCEPTO Y RESOLUCIÓN

- La Radiación es un método topográfico planimétrico que permite determinar la posición de un punto respecto a otro de coordenadas conocidas

$$X_1 = X_A + D_A^1 \cdot \text{Sen } \theta_A^1$$

$$Y_1 = Y_A + D_A^1 \cdot \text{Cos } \theta_A^1$$

** Es costumbre aprovechar los datos y realizar Nivelación Trigonométrica Simple

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.

ESCUOLA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

2.- MÉTODOS BASADOS EN LAS ESTACIONES TOPOGRÁFICAS
2.2.- DETERMINACIONES PLANIMÉTRICAS

MÉTODO DE RADIACIÓN

TOLERANCIA PLANIMÉTRICA

ELIPSE DE ERROR:
Zona de mayor probabilidad de que se encuentre la medición

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.

ESCUOLA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

2.- MÉTODOS BASADOS EN LAS ESTACIONES TOPOGRÁFICAS
2.2.- DETERMINACIONES PLANIMÉTRICAS

MÉTODO DE RADIACIÓN

TOLERANCIA PLANIMÉTRICA

Error transversal.-

$$e_t = \frac{D \cdot \varepsilon_r^H}{636.620} \Rightarrow \varepsilon_r^H \left\{ \begin{array}{l} Ee + Ep = 2cm. \\ \text{No_Bessel} \end{array} \right.$$

Error Longitudinal.-

$$e_l = (Ee + Ep) + (A + Bppm)$$

$$e_l = (20mm) + (10 + 5mm) = 35mm.$$

SE CONSIDERA LA TOLERANCIA EN LA RADIACIÓN, EL MAYOR DE LOS DOS ERRORES.

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.

ESCUOLA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

2.- MÉTODOS BASADOS EN LAS ESTACIONES TOPOGRÁFICAS
2.2.- DETERMINACIONES PLANIMÉTRICAS

MÉTODO DE POLIGONAL O ITINERARIO.-

CONCEPTO Y RESOLUCIÓN

- Un itinerario o poligonal no es más que una sucesión encadenada de radiaciones que tienen como uno de los objetivos más importantes establecer las estaciones necesarias para radiar puntos.

** Es costumbre aprovechar los datos y realizar Nivelación Trigonométrica Compuesta

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

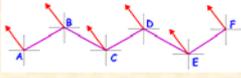

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA
2.- MÉTODOS BASADOS EN LAS ESTACIONES TOPOGRÁFICAS
 2.2.- DETERMINACIONES PLANIMÉTRICAS

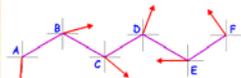
MÉTODO DE POLIGONAL O ITINERARIO.-

TIPOLOGÍA EN FUNCIÓN DE SU OBSERVACIÓN

SI ORIENTADOS



NO ORIENTADOS



Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
 Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA
2.- MÉTODOS BASADOS EN LAS ESTACIONES TOPOGRÁFICAS
 2.2.- DETERMINACIONES PLANIMÉTRICAS

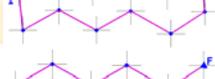
MÉTODO DE POLIGONAL O ITINERARIO.-

TIPOLOGÍA EN FUNCIÓN DE SU NATURALEZA

COLGADOS



CERRADOS



ENCUADRADOS



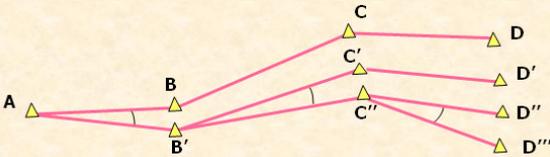
Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
 Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA
2.- MÉTODOS BASADOS EN LAS ESTACIONES TOPOGRÁFICAS
 2.2.- DETERMINACIONES PLANIMÉTRICAS

MÉTODO DE POLIGONAL O ITINERARIO.-

TOLERANCIAS



Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
 Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA
2.- MÉTODOS BASADOS EN LAS ESTACIONES TOPOGRÁFICAS
 2.2.- DETERMINACIONES PLANIMÉTRICAS

MÉTODO DE POLIGONAL O ITINERARIO.-

TOLERANCIAS

Error transversal.-

$$e_t = \frac{D \cdot \epsilon_t'' \cdot \sqrt{2}}{636.620} \cdot \sqrt{\frac{n \cdot (n+1) \cdot (2n+1)}{6}}$$

$Ee + Ep = 1cm. \Leftrightarrow Si_Bessel$

Error Longitudinal.-

$$e_l \Rightarrow \frac{(Ee + Ep) + (A + Bppm)}{\sqrt{2}} = \frac{(10) + (10+10)}{\sqrt{2}} \cong 20mm. \Rightarrow e_l = 0,02 \cdot \sqrt{n}$$

SE CONSIDERA LA TOLERANCIA EN LA POLIGONAL, EL MAYOR DE LOS DOS ERRORES.

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
 Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA
2.- MÉTODOS BASADOS EN LAS ESTACIONES TOPOGRÁFICAS
 2.2.- DETERMINACIONES PLANIMÉTRICAS

TOLERANCIA CONJUNTA.-

$$E_p = \sqrt{e_R^2 + e_p^2}$$

- E_p = Error Total Planimétrico
- e_R = Error radiación
- e_p = Error poligonal

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
 Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA
2.- MÉTODOS BASADOS EN LAS ESTACIONES TOPOGRÁFICAS
 2.3.- DETERMINACIONES ALTIMÉTRICAS

NIVELACIÓN TRIGONOMÉTRICA SIMPLE (Radiación)

CONCEPTO Y RESOLUCIÓN

La Nivelación Trigonométrica Simple permite calcular las cotas de los puntos observados mediante relaciones trigonométricas sencillas, se hace a la vez que la Radiación.



$$Z_B = Z_A + \frac{D_A^B}{\text{tg } V_A^B} + i_A - m_B + 0,42 \cdot \frac{D^2}{R}$$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
 Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.

ESCUOLA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

2.- MÉTODOS BASADOS EN LAS ESTACIONES TOPOGRÁFICAS
2.3.- DETERMINACIONES ALTIMÉTRICAS

NIVELACIÓN TRIGONOMÉTRICA SIMPLE (Radiación)
TOLERANCIA ALTIMÉTRICA

$e_i^I = \Delta D \cdot \text{Cotg} V$
 $e_i^{II} = D[\text{Cotg}(V \pm \varepsilon_r^c) - \text{Cotg} V]$
 $e_i = 1 \text{ cm}$
 $e_m = \text{función } [D]$

$\Delta D = 0,035 \text{ m.}$
 $V = \text{Ángulo cenital que más se aleje de la visual horizontal.}$
 $D = \text{Distancia más larga.}$
Error cenital SIN Bessel.

$e_{TOTAL} = \sqrt{e_i^{I2} + e_i^{II2} + e_i^2 + e_m^2}$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.

ESCUOLA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

2.- MÉTODOS BASADOS EN LAS ESTACIONES TOPOGRÁFICAS
2.3.- DETERMINACIONES ALTIMÉTRICAS

NIVELACIÓN TRIGONOMÉTRICA COMPUESTA (Itinerario)
CONCEPTO Y RESOLUCIÓN

La Nivelación Trigonométrica Compuesta permite calcular las cotas de los puntos observados mediante relaciones trigonométricas sencillas, se hace a la vez que la Poligonal o Itinerario.

$Z_B = Z_A + \frac{D_A^B}{\text{tg} V_A^B} + i_A - m_B + 0,42 \cdot \frac{D^2}{R}$

El procedimiento de cálculo no cambia, pero si la tolerancia.

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.

ESCUOLA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

2.- MÉTODOS BASADOS EN LAS ESTACIONES TOPOGRÁFICAS
2.3.- DETERMINACIONES ALTIMÉTRICAS

NIVELACIÓN TRIGONOMÉTRICA COMPUESTA (Itinerario)
TOLERANCIA ALTIMÉTRICA

$e_i^I = \Delta D \cdot \text{Cotg} V$
 $e_i^{II} = D[\text{Cotg}(V \pm \varepsilon_r^c) - \text{Cotg} V]$
 $e_i = 1 \text{ cm}$
 $e_m = \text{función } [D]$

$\Delta D = 0,020 \text{ m.}$
 $V = \text{Ángulo cenital que más se aleje de la visual horizontal.}$
 $D = \text{Distancia más larga.}$
Error cenital CON Bessel.

$e_{TOTAL} = \sqrt{e_i^{I2} + e_i^{II2} + e_i^2 + e_m^2}$ \Rightarrow $e_{TOTAL} = \frac{e_{TRAMO} \cdot \sqrt{n}}{\sqrt{2}}$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.

ESCUOLA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

2.- MÉTODOS BASADOS EN LAS ESTACIONES TOPOGRÁFICAS
2.3.- DETERMINACIONES ALTIMÉTRICAS

TOLERANCIA CONJUNTA EN NTS y NTC.-

$E_A = \sqrt{e_{NTS}^2 + e_{NTC}^2}$

- $E_A = \text{Error Total Altimétrico.}$
- $e_{NTS} = \text{Error Nivelación Trigonométrica Simple.}$
- $e_{NTC} = \text{Error Nivelación Trigonométrica Compuesta.}$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.

ESCUOLA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

EJERCICIO PRÁCTICO Número 17.-

Dada la siguiente libreta de campo, en la cual se encuentran los datos de una poligonal que para mayor comodidad, ya se han calculado los promedios, dado que la poligonal se ha observado en círculo directo e inverso.

| CLAVE | ALTIMETRIA (punto) | | PUNTOS | | DISTANCIAS | | ÁNGULO H | | ÁNGULO V | | ALTIMETRIA (punto) | | | | | |
|-------|--------------------|----|----------|--------|------------|-----|----------|----------|----------|----------|--------------------|----|----|----|----|----|
| | m | cm | Estación | Visual | metros | mm | Grados | Segundos | Grados | Segundos | | m | cm | | | |
| 1 6 0 | A | R | E | F | | | 3 | 18 | 17 | 19 | | | | | | |
| | | | B | | 19 | 153 | 64 | 15 | 03 | 17 | 81 | 01 | 24 | 13 | 13 | |
| 1 5 8 | B | A | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | C | | 2 | 025 | 79 | 1 | 84 | 87 | 61 | 9 | 9 | 76 | 41 | 13 |
| 1 6 1 | C | B | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | D | | 1 | 98 | 077 | 63 | 94 | 71 | 82 | 10 | 3 | 11 | 41 | 13 |
| 1 5 8 | D | C | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | I | | 9 | 30 | 614 | 26 | 07 | 14 | 1 | 9 | 6 | 31 | 94 | 13 |

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.

ESCUOLA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

EJERCICIO PRÁCTICO Número 17.-

- Obtener las coordenadas de la poligonal así como las del punto uno radiado desde la base D, sabiendo que:
 $A [423.726,392/4.876.614,714/704,612]$
 $REF.[423.591,476/4.878.035,655/697,621]$
- Obtener también los errores planimétrico y altimétrico del punto uno, sabiendo que los datos de campo se han obtenido con una estación total de las siguientes especificaciones técnicas:
 $[S = 50cc; A = 32; a = 3cc; 10mm + 5ppm]$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.

ESCUOLA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

EJERCICIO PRÁCTICO Número 17.-

CÁLCULO DE ACIMUTES

$$\theta_A^{REF} = 300 + \text{Arctg} \frac{\Delta Y}{\Delta X} = 300 + \text{Arctg} \frac{1.420,941}{134,916} = 393,9734^\circ$$

$$\Sigma_A = \theta_A^{REF} - L_A^{REF} = 393,9734 - 318,1719 = 75,8015^\circ$$

$$\theta_A^B = \Sigma_A + L_A^B = 75,8015 + 150,3178 = 226,1193^\circ$$

$$\Sigma_B = \theta_A^B - L_B^A = 226,1193 - 214,2914 + 400 = 211,8279^\circ$$

$$\theta_B^C = \Sigma_B + L_B^C = 211,8279 + 84,8761 = 296,7040^\circ$$

$$\Sigma_C = \theta_B^C - L_C^B = 296,7040 - 191,3476 + 400 = 305,3564^\circ$$

$$\theta_C^D = \Sigma_C + L_C^D = 305,3564 + 394,7182 = 300,0746^\circ$$

$$\Sigma_D = \theta_C^D - L_D^C = 300,0746 - 43,2146 = 256,8600^\circ$$

$$\theta_D^B = \Sigma_D + L_D^B = 256,8600 + 260,7141 = 317,5741^\circ$$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.

ESCUOLA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

EJERCICIO PRÁCTICO Número 17.-

CÁLCULO DE COORDENADAS

COORDENADAS DE B.-

$$D_A^B = 1.915,000m. \quad B \left\{ \begin{array}{l} 422.962,562 \\ 4.874.858,642 \\ 667,810 \end{array} \right.$$

COORDENADAS DE C.-

$$D_B^C = 2.025,777m. \quad C \left\{ \begin{array}{l} 420.939,499 \\ 4.874.753,807 \\ 675,867 \end{array} \right.$$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.

ESCUOLA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

EJERCICIO PRÁCTICO Número 17.-

CÁLCULO DE COORDENADAS

COORDENADAS DE D.-

$$D_C^D = 1.978,407m. \quad D \left\{ \begin{array}{l} 418.961,093 \\ 4.874.756,125 \\ 579,582 \end{array} \right.$$

COORDENADAS DE I.-

$$D_D^I = 929,059m. \quad I \left\{ \begin{array}{l} 418.067,209 \\ 4.875.009,350 \\ 633,692 \end{array} \right.$$

$\theta_D^I = 317,5741^\circ$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.

ESCUOLA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

EJERCICIO PRÁCTICO Número 17.-

TOLERANCIA PLANIMÉTRICA

TOLERANCIA EN LA POLIGONAL.-

$$e_v = \frac{S}{12} = \frac{50}{12} = 4,16''$$

$$e_u = \frac{0,01}{1,915} \cdot 636620 = 3,32''$$

$$e_p = \frac{30}{32} \left(1 + \frac{4 \cdot 32}{100} \right) \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} = 1,51''$$

$$e_r = \frac{2}{3} \cdot 3 \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} = 1,41''$$

$$e_r'' = \sqrt{4,16^2 + 3,32^2 + 1,51^2 + 1,41^2} = 5,70''$$

$$e_r = \frac{D \cdot e_r'' \cdot \sqrt{2}}{636.620} \cdot \sqrt{\frac{n \cdot (n+1) \cdot (2n+1)}{6}} = \frac{2.025,777 \cdot 5,7 \cdot \sqrt{2}}{636.620} \cdot \sqrt{\frac{3 \cdot 4 \cdot 7}{6}} = 0,096m.$$

$$e_r = 0,02 \cdot \sqrt{n} = 0,02 \cdot \sqrt{3} = 0,034m.$$

Tolerancia en la poligonal 9,6 cm.

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.

ESCUOLA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

EJERCICIO PRÁCTICO Número 17.-

TOLERANCIA PLANIMÉTRICA

TOLERANCIA EN LA RADIACIÓN.-

$$e_v = \frac{S}{12} = \frac{50}{12} = 4,16''$$

$$e_u = \frac{0,02}{929} \cdot 636620 = 13,7''$$

$$e_p = \frac{30}{32} \left(1 + \frac{4 \cdot 32}{100} \right) = 2,13''$$

$$e_r = \frac{2}{3} \cdot 3 = 2,0''$$

$$e_r'' = \sqrt{4,16^2 + 13,7^2 + 2,13^2 + 2,0^2} = 14,6''$$

$$e_r = \frac{D \cdot e_r''}{636.620} = \frac{929,059 \cdot 14,6}{636.620} = 0,021m.$$

$$e_r = 0,035m.$$

Tolerancia en la radiación 3,5 cm.

TOLERANCIA PLANIMÉTRICA

$$e_{TOTAL} = \sqrt{9,6^2 + 3,5^2} \approx 10cm.$$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.

ESCUOLA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

EJERCICIO PRÁCTICO Número 17.-

TOLERANCIA ALTIMÉTRICA

TOLERANCIA EN LA NTC.-

$$e_l' = \Delta D \cdot \text{Cotg} V = 0,02 \cdot \text{Cotg} 103,1141 = 0,0009m.$$

$$e_l'' = D \cdot [\text{Cotg}(V \pm e_r'') - \text{Cotg} V] =$$

$$e_l'' = 2.025,777 \cdot [\text{Cotg}(103,1141 \pm 0,0019) - \text{Cotg} 103,1141] = 0,060m.$$

$$e_v = \frac{50}{3} = 16,7''$$

$$e_p = \frac{150}{32} \left(1 + \frac{4 \cdot 32}{100} \right) \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} = 7,55''$$

$$e_r = \frac{2}{3} \cdot 3 \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} = 1,41''$$

$e_r^C = 19''$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.

ESCUOLA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

EJERCICIO PRÁCTICO Número 17.-

TOLERANCIA ALTIMÉTRICA

TOLERANCIA EN LA NTC.-
 $e_i = 0,01m.$

$$e_m \Rightarrow \left. \begin{array}{l} 0 < D < 100 \Rightarrow e_m = 1cm \\ 100 < D < 200 \Rightarrow e_m = 2cm \\ 200 < D < 500 \Rightarrow e_m = 3cm \\ 500 < D < 1000 \Rightarrow e_m = 4cm \\ 1000 < D < 2000 \Rightarrow e_m = 5cm \end{array} \right\} \Rightarrow e_m = 0,10m$$

TOLERANCIA EN UN TRAMO $e = \sqrt{6^2 + 1^2 + 10^2} = 11,7cm.$

TOLERANCIA ALTIMÉTRICA EN NTC $e_T = \frac{e \cdot \sqrt{n}}{\sqrt{2}} = \frac{11,7 \cdot \sqrt{3}}{\sqrt{2}} \approx 14,3cm.$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.

ESCUOLA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

EJERCICIO PRÁCTICO Número 17.-

TOLERANCIA ALTIMÉTRICA

TOLERANCIA EN LA NTS.-

$$e_i^I = \Delta D \cdot \text{Cotg} V = 0,035 \cdot \text{Cotg} 96,3194 = 0,002m.$$

$$e_i^II = D \cdot [\text{Cotg}(V \pm \varepsilon_T^C) - \text{Cotg} V] =$$

$$e_i^II = 929,059 \cdot [\text{Cotg}(96,3194 \pm 0,0020) - \text{Cotg} 96,3194] = 0,029m.$$

$$\left. \begin{array}{l} \varepsilon_r = \frac{50}{3} = 16,7'' \\ \varepsilon_p = \frac{150}{32} \cdot \left(1 + \frac{4 \cdot 32}{100}\right) = 10,7'' \\ \varepsilon_i = \frac{2}{3} \cdot 3 = 2,0'' \end{array} \right\} \varepsilon_T^C = 20,0''$$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.

ESCUOLA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

EJERCICIO PRÁCTICO Número 17.-

TOLERANCIA ALTIMÉTRICA

TOLERANCIA EN LA NTS.-
 $e_i = 0,01m.$

$$e_m \Rightarrow \left. \begin{array}{l} 0 < D < 100 \Rightarrow e_m = 1cm \\ 100 < D < 200 \Rightarrow e_m = 2cm \\ 200 < D < 500 \Rightarrow e_m = 3cm \\ 500 < D < 1000 \Rightarrow e_m = 4cm \\ 1000 < D < 2000 \Rightarrow e_m = 5cm \end{array} \right\} \Rightarrow e_m = 0,50m$$

TOLERANCIA EN LA NTS $e = \sqrt{0,2^2 + 2,9^2 + 1^2 + 5^2} = 5,8cm.$

TOLERANCIA ALTIMÉTRICA.- $e = \sqrt{14,3^2 + 5,8^2} = 15,4cm.$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.

ESCUOLA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

2.- MÉTODOS BASADOS EN LAS ESTACIONES TOPOGRÁFICAS
2.4.- CÁLCULO Y AJUSTE DE POLIGONALES

CONCEPTO DE COMPENSACIÓN

DEFINICIÓN:
Ajuste Matemático de los resultados obtenidos de unos datos de campo, con el suficiente rigor topográfico, cuyo objetivo terminal es que el resultado final obtenido sea el deseado de antemano.

El ajuste Matemático se hace a través de pequeñas variaciones en los incrementos de coordenadas, de las bases de la poligonal.

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.

ESCUOLA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

2.- MÉTODOS BASADOS EN LAS ESTACIONES TOPOGRÁFICAS
2.4.- CÁLCULO Y AJUSTE DE POLIGONALES

TIPOS DE POLIGONALES A COMPENSAR

POLIGONALES COLGADAS:
De antemano se conocen las coordenadas del punto inicial, pero no las del punto final, por lo que nunca se conoce el error cometido y por lo tanto no hay nada que compensar.

Como del punto final no se tiene comprobación formal hay que suponer que está bien. NUNCA se deben dejar poligonales colgadas.

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.

ESCUOLA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

2.- MÉTODOS BASADOS EN LAS ESTACIONES TOPOGRÁFICAS
2.4.- CÁLCULO Y AJUSTE DE POLIGONALES

TIPOS DE POLIGONALES A COMPENSAR

POLIGONALES CERRADAS:
De antemano se conocen las coordenadas del punto inicial y final ya que es el mismo y por lo tanto se puede obtener el error y compensarlo, aún así existen otros dos tipos de error no detectables y por lo que hay que evitar este tipo de poligonales.

- Errores angulares.
- Errores distanciométricos.

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

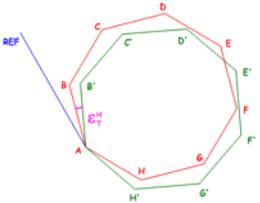
ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA
2.- MÉTODOS BASADOS EN LAS ESTACIONES TOPOGRÁFICAS
 2.4.- CÁLCULO Y AJUSTE DE POLIGONALES

TIPOS DE POLIGONALES A COMPENSAR

POLIGONALES CERRADAS:

A.- ERRORES EN ÁNGULOS

Errores angulares bien en la orientación inicial o el propio error del instrumento provocan errores no detectables en el cálculo inicial.



Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

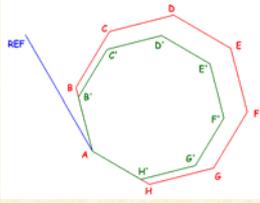
ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA
2.- MÉTODOS BASADOS EN LAS ESTACIONES TOPOGRÁFICAS
 2.4.- CÁLCULO Y AJUSTE DE POLIGONALES

TIPOS DE POLIGONALES A COMPENSAR

POLIGONALES CERRADAS:

B.- ERRORES EN DISTANCIAS

Una poligonal con las distancias mal tomadas por el motivo que sea, produce una poligonal de error final cero, pero totalmente diferente a la buscada.



Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

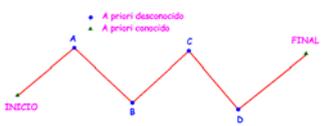

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA
2.- MÉTODOS BASADOS EN LAS ESTACIONES TOPOGRÁFICAS
 2.4.- CÁLCULO Y AJUSTE DE POLIGONALES

TIPOS DE POLIGONALES A COMPENSAR

POLIGONALES ENCUADRADAS:

De antemano se conocen las coordenadas del punto inicial y final y por lo tanto se puede obtener el error final y compensarlo.



Este tipo de poligonales es el ideal para compensar ya que todos sus errores se pueden detectar.

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA
2.- MÉTODOS BASADOS EN LAS ESTACIONES TOPOGRÁFICAS
 2.4.- CÁLCULO Y AJUSTE DE POLIGONALES

CONDICIÓN DE COMPENSACIÓN

Para que una poligonal se pueda compensar, debe cumplir que:

PRECISIÓN > TOLERANCIA > CIERRE

PRECISIÓN:

Es el valor máximo del error que se permite en la ejecución del trabajo, generalmente demandado por el Responsable del Trabajo, el Cliente. En su defecto se suele tomar el límite de percepción visual a la escala correspondiente.

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA
2.- MÉTODOS BASADOS EN LAS ESTACIONES TOPOGRÁFICAS
 2.4.- CÁLCULO Y AJUSTE DE POLIGONALES

CONDICIÓN DE COMPENSACIÓN

TOLERANCIA:

Es el valor del error esperado al realizar una poligonal con un determinado instrumento topográfico.

La Tolerancia puede ser planimétrica:

$$e_p = D \cdot \frac{\epsilon'' \cdot \sqrt{2}}{636620} \sqrt{\frac{n(n+1)(2n+1)}{6}} \quad \text{ó} \quad e_p = 0,02 \cdot \sqrt{n} = \frac{D \cdot \epsilon''}{100} \cdot \sqrt{n}$$

La Tolerancia puede ser altimétrica:

$$e_{alt} = \frac{\sqrt{n}}{\sqrt{2}} \sqrt{(e'_i)^2 + (e''_i)^2 + (e'_m)^2 + (e''_m)^2}$$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA
2.- MÉTODOS BASADOS EN LAS ESTACIONES TOPOGRÁFICAS
 2.4.- CÁLCULO Y AJUSTE DE POLIGONALES

CONDICIÓN DE COMPENSACIÓN

CIERRE:

Es el valor del error real que se obtiene entre las coordenadas calculadas con los datos de campo y las que se tienen a priori.

El Cierre puede ser planimétrico:

$$\epsilon_x = X_{OBTENIDA} - X_{DATO} \quad \Leftrightarrow \quad \epsilon_y = Y_{OBTENIDA} - Y_{DATO}$$

$$Cierre = \sqrt{(\epsilon_x)^2 + (\epsilon_y)^2}$$

El Cierre puede ser altimétrico:

$$\epsilon_z = Cierre = Z_{OBTENIDA} - Z_{DATO}$$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

2.- MÉTODOS BASADOS EN LAS ESTACIONES TOPOGRÁFICAS
 2.4.- CÁLCULO Y AJUSTE DE POLIGONALES

TIPOS Y FUNDAMENTO DE COMPENSACIÓN
COMPENSACIÓN PLANIMÉTRICA:

En la actualidad existen varios métodos de compensación como por ejemplo, el Ajuste por Mínimos Cuadrados, Métodos de Segundo Orden, Métodos Lineales etc.

Debido a la dificultad existente a la hora de realizar los cálculos de forma manual, sólo se deducen métodos lineales que además de ser los más usuales, matemáticamente son fácilmente resolubles de forma manual.

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
 Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

2.- MÉTODOS BASADOS EN LAS ESTACIONES TOPOGRÁFICAS
 2.4.- CÁLCULO Y AJUSTE DE POLIGONALES

TIPOS Y FUNDAMENTO DE COMPENSACIÓN
COMPENSACIÓN PLANIMÉTRICA:

MAYOR PRECISIÓN EN DISTANCIAS QUE EN ÁNGULOS

Caso de poligonales ejecutadas con **ESTACIONES TOPOGRÁFICAS con teodolito y distanciometro convencional.**

$$e_{\text{ÁNGULOS}} \gg e_{\text{DISTANCIAS}}$$

$$e_i \gg e_l$$

Analizando lo que sucede en un único tramo de la poligonal, en el que se desprecia el error en distancias, dado que se ha supuesto que es mucho más pequeño, sucede lo siguiente:

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
 Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

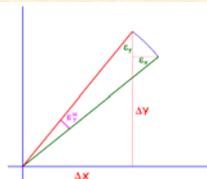

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

2.- MÉTODOS BASADOS EN LAS ESTACIONES TOPOGRÁFICAS
 2.4.- CÁLCULO Y AJUSTE DE POLIGONALES

TIPOS Y FUNDAMENTO DE COMPENSACIÓN
COMPENSACIÓN PLANIMÉTRICA:

MAYOR PRECISIÓN EN DISTANCIAS QUE EN ÁNGULOS



$$\frac{\epsilon_X}{\Delta_Y} = \frac{\epsilon_Y}{\Delta_X}$$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
 Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

2.- MÉTODOS BASADOS EN LAS ESTACIONES TOPOGRÁFICAS
 2.4.- CÁLCULO Y AJUSTE DE POLIGONALES

TIPOS Y FUNDAMENTO DE COMPENSACIÓN
COMPENSACIÓN PLANIMÉTRICA:

MAYOR PRECISIÓN EN DISTANCIAS QUE EN ÁNGULOS

Con lo que el cálculo de variaciones en los incrementos y los correspondientes incrementos compensados es la siguiente:

$$V\Delta X_i^{i+1} = \frac{\epsilon_x}{\sum_i |\Delta Y|} \cdot \Delta Y_i^{i+1} \Rightarrow \Delta x^* = \Delta x \pm V\Delta X$$

$$V\Delta Y_i^{i+1} = \frac{\epsilon_y}{\sum_i |\Delta X|} \cdot \Delta X_i^{i+1} \Rightarrow \Delta y^* = \Delta y \pm V\Delta Y$$

$$\Rightarrow X^* = X_E + \Delta x^*$$

$$Y^* = Y_E + \Delta y^*$$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
 Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

2.- MÉTODOS BASADOS EN LAS ESTACIONES TOPOGRÁFICAS
 2.4.- CÁLCULO Y AJUSTE DE POLIGONALES

TIPOS Y FUNDAMENTO DE COMPENSACIÓN
COMPENSACIÓN PLANIMÉTRICA:

MAYOR PRECISIÓN EN ÁNGULOS QUE EN DISTANCIAS

Caso de poligonales ejecutadas con **TAQUÍMETROS:**

$$e_{\text{DISTANCIAS}} \gg e_{\text{ÁNGULOS}}$$

$$e_i \gg e_l$$

Analizando lo que sucede en un único tramo de la poligonal, en el que se desprecia el error en ángulos, dado que se ha supuesto que es mucho más pequeño, sucede lo siguiente:

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
 Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

2.- MÉTODOS BASADOS EN LAS ESTACIONES TOPOGRÁFICAS
 2.4.- CÁLCULO Y AJUSTE DE POLIGONALES

TIPOS Y FUNDAMENTO DE COMPENSACIÓN
COMPENSACIÓN PLANIMÉTRICA:

MAYOR PRECISIÓN EN ÁNGULOS QUE EN DISTANCIAS



Despreciando el error en ángulos y suponiendo todo el error en la observación de distancias se deduce:

$$\frac{\epsilon_X}{\Delta_X} = \frac{\epsilon_Y}{\Delta_Y}$$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
 Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGAMETRÍA.
 

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

2.- MÉTODOS BASADOS EN LAS ESTACIONES TOPOGRÁFICAS
 2.4.- CÁLCULO Y AJUSTE DE POLIGONALES

TIPOS Y FUNDAMENTO DE COMPENSACIÓN

COMPENSACIÓN PLANIMÉTRICA:

MAYOR PRECISIÓN EN ÁNGULOS QUE EN DISTANCIAS

Con lo que el cálculo de variaciones en los incrementos y los correspondientes incrementos compensados es la siguiente:

$$V\Delta x_i^{i+1} = \frac{\epsilon_x}{\sum_1^n |\Delta x|} \cdot \Delta x_i^{i+1} \Rightarrow \Delta x^* = \Delta x \pm V\Delta x \Rightarrow X^* = X_E + \Delta x^*$$

$$V\Delta y_i^{i+1} = \frac{\epsilon_y}{\sum_1^n |\Delta y|} \cdot \Delta y_i^{i+1} \Rightarrow \Delta y^* = \Delta y \pm V\Delta y \Rightarrow Y^* = Y_E + \Delta y^*$$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
 Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGAMETRÍA.
 

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

2.- MÉTODOS BASADOS EN LAS ESTACIONES TOPOGRÁFICAS
 2.4.- CÁLCULO Y AJUSTE DE POLIGONALES

TIPOS Y FUNDAMENTO DE COMPENSACIÓN

COMPENSACIÓN PLANIMÉTRICA:

PRECISIONES EN ÁNGULOS Y DISTANCIAS PARECIDAS

Caso general de medir poligonales con ESTACIÓN TOPOGRÁFICA DE ALTAS PRESTACIONES (E.T.A.P.), teodolito de 0,1 segundos de apreciación.

$$e_{DISTANCIAS} \cong e_{ÁNGULOS}$$

$$e_i \cong e_i$$

Analizando lo que sucede en un único tramo de la poligonal, en el que no se puede despreciar ninguno de los errores, sucede lo siguiente:

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
 Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGAMETRÍA.
 

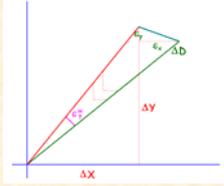
ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

2.- MÉTODOS BASADOS EN LAS ESTACIONES TOPOGRÁFICAS
 2.4.- CÁLCULO Y AJUSTE DE POLIGONALES

TIPOS Y FUNDAMENTO DE COMPENSACIÓN

COMPENSACIÓN PLANIMÉTRICA:

PRECISIONES EN ÁNGULOS Y DISTANCIAS PARECIDAS



En este caso no se puede despreciar ninguno de los dos errores por lo que ahora los triángulos no son semejantes, aún así se ve perfectamente que el cierre es mayor a mayor distancia de donde se deduce:

$$\frac{\epsilon_x}{D} = \frac{\epsilon_y}{D}$$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
 Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGAMETRÍA.
 

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

2.- MÉTODOS BASADOS EN LAS ESTACIONES TOPOGRÁFICAS
 2.4.- CÁLCULO Y AJUSTE DE POLIGONALES

TIPOS Y FUNDAMENTO DE COMPENSACIÓN

COMPENSACIÓN PLANIMÉTRICA:

PRECISIONES EN ÁNGULOS Y DISTANCIAS PARECIDAS

Con lo que el cálculo de variaciones en los incrementos y los correspondientes incrementos compensados es la siguiente:

$$V\Delta x_i^{i+1} = \frac{\epsilon_x}{\sum_1^n D} \cdot D_i^{i+1} \Rightarrow \Delta x^* = \Delta x \pm V\Delta x \Rightarrow X^* = X_E + \Delta x^*$$

$$V\Delta y_i^{i+1} = \frac{\epsilon_y}{\sum_1^n D} \cdot D_i^{i+1} \Rightarrow \Delta y^* = \Delta y \pm V\Delta y \Rightarrow Y^* = Y_E + \Delta y^*$$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
 Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGAMETRÍA.
 

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

2.- MÉTODOS BASADOS EN LAS ESTACIONES TOPOGRÁFICAS
 2.4.- CÁLCULO Y AJUSTE DE POLIGONALES

TIPOS Y FUNDAMENTO DE COMPENSACIÓN

COMPENSACIÓN ALTIMÉTRICA:

FUNDAMENTO:

La variación de los incrementos de cota se hacen proporcionales a las distancias ya que es el parámetro que más peso tiene dentro del error total altimétrico.

$$e_i' = \Delta D \cdot \text{Cotg} V$$

$$e_i'' = D \cdot [\text{Cotg}(V \pm \epsilon_r^c) - \text{Cotg} V]$$

$$e_i = 1 \text{ cm}$$

$$e_m = f(D)$$

$$V\Delta Z_i^{i+1} = \frac{\epsilon_z}{\sum_1^n D} \cdot D_i^{i+1}$$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
 Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGAMETRÍA.
 

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

2.- MÉTODOS BASADOS EN LAS ESTACIONES TOPOGRÁFICAS
 2.4.- CÁLCULO Y AJUSTE DE POLIGONALES

TIPOS Y FUNDAMENTO DE COMPENSACIÓN

COMPENSACIÓN ALTIMÉTRICA:

Con lo que el cálculo de variaciones en los incrementos y los correspondientes incrementos compensados es la siguiente:

$$V\Delta Z_i^{i+1} = \frac{\epsilon_z}{\sum_1^n D} \cdot D_i^{i+1} \Rightarrow \Delta Z^* = \Delta Z \pm V\Delta Z \Rightarrow Z^* = Z_E \pm \Delta Z^*$$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
 Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGAMETRÍA.
 

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

EJERCICIO PRÁCTICO Número 18.-
SUPUESTO PRÁCTICO III-1 (Pág. 33)

Dada la libreta de campo encuadrada, que para mayor comodidad, tiene los datos promediados, debido a que la poligonal se observó en campo con lecturas en Círculo Directo e Inverso. Obtener las coordenadas compensadas de la poligonal, si lo errores obtenidos lo permiten, sabiendo que ésta se observó con una Estación Topográfica Total con las siguientes especificaciones técnicas:

Sensibilidad 60^{CC}, Aumentos 30, Apreciación 9^{CC}
Distanciómetro: 10mm.+ 5ppm.

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
 Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGAMETRÍA.
 

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

EJERCICIO PRÁCTICO Número 18.-
SUPUESTO PRÁCTICO III-1 (Pág. 33)

Las coordenadas de los vértices topográficos son las siguientes:

V1[423642,18/4811314,27/152,15]
V2[424021,19/4812732,18/159,38]
V6[428696,62/4812080,01/69,85]

| CLAVES | ALTURA m cm | PUNTOS | | DISTANCIA | | ANGULO H | | ANGULO V | | ALTURA PRISMA m cm |
|--------|------------------|----------|---------|-----------|-------|----------|----------|----------|----------|----------------------------|
| | | Estación | Visado | metros | mm | Grados | Segundos | Grados | Segundos | |
| 1 4 8 | V 1 | V 2 | 1 9 1 5 | 3 8 0 | 1 1 0 | 3 2 1 4 | 1 0 0 | 3 2 1 1 | 1 3 0 | |
| 1 5 1 | V 3 | V 1 | 1 7 3 8 | 2 4 0 | 3 7 5 | 2 1 1 6 | | | | |
| 1 4 9 | V 4 | V 3 | 2 1 0 3 | 7 9 0 | 1 4 2 | 7 7 2 1 | 1 0 1 | 4 7 2 2 | 1 3 0 | |
| 1 5 0 | V 5 | V 4 | 1 9 7 2 | 1 4 0 | 1 8 4 | 4 2 4 | 1 0 2 | 3 1 4 3 | 1 3 0 | |

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
 Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGAMETRÍA.
 

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

EJERCICIO PRÁCTICO Número 18.-
SUPUESTO PRÁCTICO III-1 (Pág. 33)

CÁLCULO DE ACIMUTES

$$\theta_{V1}^{V2} = \varepsilon_{V1} = \text{Arctg} \frac{379,01}{1417,91} = 16,6282$$

$$\theta_{V1}^{V3} = \varepsilon_{V1} + L_{V1}^{V3} = 16,6282 + 110,3214 = 126,9496$$

$$\varepsilon_{V3} = \theta_{V3}^{V1} - L_{V3}^{V1} = 326,9496 - 375,2116 = 351,738$$

$$\theta_{V3}^{V4} = \varepsilon_{V3} + L_{V3}^{V4} = 651,7380 + 54,3642 = 6,1022$$

$$\varepsilon_{V4} = \theta_{V4}^{V3} - L_{V4}^{V3} = 206,1022 - 203,1614 = 2,908$$

$$\theta_{V4}^{V5} = \varepsilon_{V4} + L_{V4}^{V5} = 2,9408 + 142,7721 = 145,7129$$

$$\varepsilon_{V5} = \theta_{V5}^{V4} - L_{V5}^{V4} = 345,7129 - 306,1114 = 39,6015$$

$$\theta_{V5}^{V6} = \varepsilon_{V5} + L_{V5}^{V6} = 39,6015 + 18,4424 = 58,0439$$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
 Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGAMETRÍA.
 

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

EJERCICIO PRÁCTICO Número 18.-
SUPUESTO PRÁCTICO III-1 (Pág. 33)

CÁLCULO DE COORDENADAS

- Coordenadas de V3**

| |
|------------------|
| X = 425.388,46 |
| Y = 4.810.527,46 |
| Z = 142,91 |
- Coordenadas de V4**

| |
|------------------|
| X = 425.554,76 |
| Y = 4.182.257,12 |
| Z = 189,26 |

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
 Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGAMETRÍA.
 

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

EJERCICIO PRÁCTICO Número 18.-
SUPUESTO PRÁCTICO III-1 (Pág. 33)

CÁLCULO DE COORDENADAS

- Coordenadas de V5**

| |
|------------------|
| X = 427.138,67 |
| Y = 4.810.873,36 |
| Z = 141,10 |
- Coordenadas de V6**

| |
|------------------|
| X = 428.696,77 |
| Y = 4.812.080,23 |
| Z = 69,88 |

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
 Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGAMETRÍA.
 

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

EJERCICIO PRÁCTICO Número 18.-
SUPUESTO PRÁCTICO III-1 (Pág. 33)

CIERRE

$$\varepsilon_x = 428696,62 - 428696,77 = -0,15m = 15cm$$

$$\varepsilon_y = 4812080,01 - 4812080,23 = -0,22m = 22cm$$

$$\varepsilon_z = 69,85 - 69,88 = -0,03m = 3cm$$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
 Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGAMETRÍA.
 

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

EJERCICIO PRÁCTICO Número 18.-
SUPUESTO PRÁCTICO III-1 (Pág. 33)

CÁLCULO DEL ERROR PLANIMÉTRICO

$$\varepsilon_v = \frac{S}{12} = \frac{60}{12} = 5''$$

$$\varepsilon_d = \frac{0,01}{1737,63} \cdot 636620 = 3,6''$$

$$\varepsilon_p = \frac{30}{30} \left(1 + \frac{4 \cdot 30}{100}\right) \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} = 1,5''$$

$$\varepsilon_i = \frac{2}{3} \cdot 9 \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} = 4,2''$$

$$\varepsilon_T^H = \sqrt{5^2 + 3,6^2 + 1,5^2 + 4,2^2} = 7,6''$$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
 Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGAMETRÍA.
 

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

EJERCICIO PRÁCTICO Número 18.-
SUPUESTO PRÁCTICO III-1 (Pág. 33)

CÁLCULO DEL ERROR PLANIMÉTRICO

$$e_i = 2103,23 \cdot \frac{7,6 \cdot \sqrt{2}}{636620} \cdot \sqrt{\frac{4 \cdot 5 \cdot 9}{6}} = 0,20m$$

$$e_l = 0,02 \cdot \sqrt{n} = 0,02 \cdot \sqrt{4} = 0,04m$$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
 Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGAMETRÍA.
 

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

EJERCICIO PRÁCTICO Número 18.-
SUPUESTO PRÁCTICO III-1 (Pág. 33)

CONDICIÓN PARA PODER COMPENSAR UNA POLIGONAL:

PRECISIÓN > TOLERANCIA > CIERRE

$$20cm \approx 26,6cm$$

En teoría no se debiera de compensar, como caso límite y por ser un supuesto exclusivamente didáctico, a continuación se desarrolla el procedimiento de compensación.

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
 Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

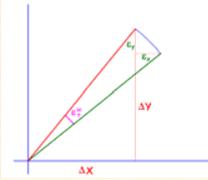

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGAMETRÍA.
 

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

EJERCICIO PRÁCTICO Número 18.-
SUPUESTO PRÁCTICO III-1 (Pág. 33)

COMPENSACIÓN PLANIMÉTRICA

- FUNDAMENTO:**
Poligonal obtenida con estación total suponiendo nulo el error longitudinal y por semejanza de triángulos se obtiene:



$$\frac{\varepsilon_x}{\Delta_y} = \frac{\varepsilon_y}{\Delta_x}$$

$$V\Delta x_i^{i+1} = \frac{\varepsilon_x}{\sum_i |\Delta y|} \cdot \Delta y_i^{i+1}$$

$$V\Delta y_i^{i+1} = \frac{\varepsilon_y}{\sum_i |\Delta x|} \cdot \Delta x_i^{i+1}$$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
 Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGAMETRÍA.
 

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

EJERCICIO PRÁCTICO Número 18.-
SUPUESTO PRÁCTICO III-1 (Pág. 33)

COMPENSACIÓN PLANIMÉTRICA

- INCREMENTOS DE LA COORDENADA X**

$$\left. \begin{array}{l} \Delta x_{V1}^{V3} = 1746,28 \\ \Delta x_{V3}^{V4} = 166,30 \\ \Delta x_{V4}^{V5} = 1583,91 \\ \Delta x_{V5}^{V6} = 1558,10 \end{array} \right\} \Sigma \Delta x_i^n = 5054,59$$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
 Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGAMETRÍA.
 

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

EJERCICIO PRÁCTICO Número 18.-
SUPUESTO PRÁCTICO III-1 (Pág. 33)

COMPENSACIÓN PLANIMÉTRICA

- INCREMENTOS DE LA COORDENADA Y**

$$\left. \begin{array}{l} \Delta y_{V1}^{V3} = -786,81 \\ \Delta y_{V3}^{V4} = 1729,66 \\ \Delta y_{V4}^{V5} = -1383,76 \\ \Delta y_{V5}^{V6} = 1206,87 \end{array} \right\} \Sigma \Delta y_i^n = 5107,10$$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
 Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

EJERCICIO PRÁCTICO Número 18.-
SUPUESTO PRÁCTICO III-1 (Pág. 33)

COMPENSACIÓN DE LA COORDENADA “X”

- VARIACIÓN EN LOS INCREMENTOS:**

$$V\Delta x_{V1}^{I3} = \frac{15}{5107,10} \cdot 786,81 = 2,31 \approx 2\text{cm}$$

$$V\Delta x_{V3}^{I4} = \frac{15}{5107,10} \cdot 1729,66 = 5,08 \approx 5\text{cm}$$

$$V\Delta x_{V4}^{I5} = \frac{15}{5107,10} \cdot 1383,76 = 4,06 \approx 4\text{cm}$$

$$V\Delta x_{V5}^{I6} = \frac{15}{5107,10} \cdot 1206,87 = 3,54 \approx 4\text{cm}$$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

EJERCICIO PRÁCTICO Número 18.-
SUPUESTO PRÁCTICO III-1 (Pág. 33)

COMPENSACIÓN DE LA COORDENADA “X”

- INCREMENTOS COMPENSADOS:**

$$\Delta x_{V1}^{I3*} = 1746,28 - 0,02 = 1746,26$$

$$\Delta x_{V3}^{I4*} = 166,30 - 0,05 = 166,25$$

$$\Delta x_{V4}^{I5*} = 1583,91 - 0,04 = 1583,87$$

$$\Delta x_{V5}^{I6*} = 1558,10 - 0,04 = 1558,06$$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

EJERCICIO PRÁCTICO Número 18.-
SUPUESTO PRÁCTICO III-1 (Pág. 33)

COMPENSACIÓN DE LA COORDENADA “X”

- COORDENADA “X” COMPENSADA:**

$$X_{V1}^* = 423.642,18$$

$$X_{V3}^* = 423.642,18 + 1746,26 = 425.388,44$$

$$X_{V4}^* = 425.388,44 + 166,25 = 425.554,69$$

$$X_{V5}^* = 425.554,69 + 1583,87 = 427.138,56$$

$$X_{V6}^* = 427.138,56 + 1558,06 = 428.696,62$$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

EJERCICIO PRÁCTICO Número 18.-
SUPUESTO PRÁCTICO III-1 (Pág. 33)

COMPENSACIÓN DE LA COORDENADA “Y”

- VARIACIÓN EN LOS INCREMENTOS:**

$$V\Delta y_{V1}^{I3} = \frac{22}{5054,59} \cdot 1746,28 = 7,60 \approx 7\text{cm}$$

$$V\Delta y_{V3}^{I4} = \frac{22}{5054,59} \cdot 166,30 = 0,72 \approx 1\text{cm}$$

$$V\Delta y_{V4}^{I5} = \frac{22}{5054,59} \cdot 1583,91 = 6,89 \approx 7\text{cm}$$

$$V\Delta y_{V5}^{I6} = \frac{22}{5054,59} \cdot 1558,10 = 6,78 \approx 7\text{cm}$$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

EJERCICIO PRÁCTICO Número 18.-
SUPUESTO PRÁCTICO III-1 (Pág. 33)

COMPENSACIÓN DE LA COORDENADA “Y”

- INCREMENTOS COMPENSADOS:**

$$\Delta y_{V1}^{I3*} = -786,81 - 0,07 = -786,88$$

$$\Delta y_{V3}^{I4*} = 1729,66 - 0,01 = 1729,65$$

$$\Delta y_{V4}^{I5*} = -1383,76 - 0,07 = -1383,83$$

$$\Delta y_{V5}^{I6*} = 1206,87 - 0,07 = 1206,80$$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

EJERCICIO PRÁCTICO Número 18.-
SUPUESTO PRÁCTICO III-1 (Pág. 33)

COMPENSACIÓN DE LA COORDENADA “Y”

- COORDENADA “Y” COMPENSADA:**

$$y_{V1}^* = 4.811.314,27$$

$$y_{V3}^* = 4.811.314,27 - 786,88 = 4.810.527,39$$

$$y_{V4}^* = 4.810.527,39 + 1729,65 = 4.812.257,04$$

$$y_{V5}^* = 4.812.257,04 - 1383,83 = 4.810.873,21$$

$$y_{V6}^* = 4.810.873,21 + 1206,80 = 4.812.080,01$$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

EJERCICIO PRÁCTICO Número 18.-
SUPUESTO PRÁCTICO III-1 (Pág. 33)

CÁLCULO DE LA TOLERANCIA ALTIMÉTRICA

$e_i' = 0,02 \cdot \text{Cotg} (102,3143) = 0,0007 \text{ m}$
 $e_i'' = 2103,23 \cdot [\text{Cotg} (102,3143 - 0,0022) - \text{Cotg} (102,3143)] = 0,07 \text{ m}$

$\varepsilon_v = \frac{60}{3} = 20''$
 $\varepsilon_p = \frac{150}{30} \cdot (1 + \frac{4 \cdot 30}{100}) \cdot \sqrt{2} = 7,8''$
 $\varepsilon_i = \frac{2}{3} \cdot 9 \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} = 4,2''$

$\varepsilon_T^C = 0,0022^g$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

EJERCICIO PRÁCTICO Número 18.-
SUPUESTO PRÁCTICO III-1 (Pág. 33)

CÁLCULO DE LA TOLERANCIA ALTIMÉTRICA

$e_i = 0,01 \text{ m}$
 $e_m = 0,10 \text{ m}$

$e = \sqrt{7^2 + 1^2 + 10^2} = 12,2 \text{ cm}$
 $e_z = \frac{e \cdot \sqrt{n}}{\sqrt{2}} = \frac{12,2 \cdot \sqrt{4}}{\sqrt{2}} = 17,3 \text{ cm}$

CÁLCULO DEL CIERRE ALTIMÉTRICO

$\varepsilon_z = Z_{\text{DATO}} - Z_{\text{CALCULADA}} = 69,85 - 69,88 = 0,03 \text{ m}$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

EJERCICIO PRÁCTICO Número 18.-
SUPUESTO PRÁCTICO III-1 (Pág. 33)

CONDICIÓN PARA PODER COMPENSAR UNA POLIGONAL

PRECISIÓN > TOLERANCIA > CIERRE

$17 \text{ cm} > 3 \text{ cm}$

SE PUEDE COMPENSAR

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

EJERCICIO PRÁCTICO Número 18.-
SUPUESTO PRÁCTICO III-1 (Pág. 33)

COMPENSACIÓN ALTIMÉTRICA :

La variación en los incrementos de cota se hace proporcional a las distancias, ya que este parámetro es el que más peso tiene dentro del error altimétrico:

$\Delta z_1^3 = -9,24$ $D_1^3 = 1.915,35$
 $\Delta z_3^4 = 46,35$ $D_3^4 = 1.737,63$
 $\Delta z_4^5 = -48,16$ $D_1^5 = 2.103,23$
 $\Delta z_5^6 = -71,22$ $D_1^6 = 1.970,84$

$\sum_1^n D = 7.727,05$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

EJERCICIO PRÁCTICO Número 18.-
SUPUESTO PRÁCTICO III-1 (Pág. 33)

COMPENSACIÓN DE LA COORDENADA "Z"

• VARIACIÓN EN LOS INCREMENTOS:

$V\Delta z_1^3 = \frac{3}{7727,05} \cdot 1915,35 = 0,74 \approx 1 \text{ cm}$
 $V\Delta z_3^4 = \frac{3}{7727,05} \cdot 1737,63 = 0,67 \approx 0 \text{ cm}$
 $V\Delta z_4^5 = \frac{3}{7727,05} \cdot 2103,23 = 0,81 \approx 1 \text{ cm}$
 $V\Delta z_5^6 = \frac{3}{7727,05} \cdot 1970,84 = 0,76 \approx 1 \text{ cm}$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

EJERCICIO PRÁCTICO Número 18.-
SUPUESTO PRÁCTICO III-1 (Pág. 33)

COMPENSACIÓN DE LA COORDENADA "Z"

• INCREMENTOS COMPENSADOS:

$\Delta z_1^{3*} = -9,24 - 0,01 = -9,25$
 $\Delta z_3^{4*} = 46,35 - 0,00 = 46,35$
 $\Delta z_4^{5*} = -48,16 - 0,01 = -48,17$
 $\Delta z_5^{6*} = -71,22 - 0,01 = -71,23$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

**EJERCICIO PRÁCTICO Número 18.-
SUPUESTO PRÁCTICO III-1 (Pág. 33)**

COMPENSACIÓN DE LA COORDENADA "Z"

• COORDENADA "Z" COMPENSADA:

$$z_{F1}^* = 152,15$$

$$z_{F2}^* = 152,15 - 9,25 = 142,90$$

$$z_{F3}^* = 142,90 + 46,35 = 189,25$$

$$z_{F4}^* = 189,25 - 48,17 = 141,08$$

$$z_{F6}^* = 141,08 - 71,23 = 69,85$$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

**EJERCICIO PRÁCTICO Número 19.-
SUPUESTO PRÁCTICO III-2 (Pág. 39)**

Teniendo los datos de campo de una poligonal realizada con una Estación Topográfica Total de las siguientes especificaciones técnicas

Sensibilidad = 60^{CC} ; Aumentos = 30 ; Apreciación = 25^{CC}

Sabiendo además que la poligonal tiene como origen un vértice I, finaliza en otro F, que ambos son intervisibles y se utilizan como referencia y cierre. Compensar la poligonal tanto planimétricamente como altimétricamente si los errores obtenidos los permiten.

I [448.277,15 / 4.816.399,66 / 474,56]
F [454.925,93 / 4.816.924,39 / 475,42]

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

**EJERCICIO PRÁCTICO Número 19.-
SUPUESTO PRÁCTICO III-2 (Pág. 39)**

| CLAVES | ALTURA APARATO (m) cm | PUNTOS | | DISTANCIA metros mm | ÁNGULO H | | ÁNGULO V | | ALTURA PRISMA (m) cm |
|--------|-----------------------|----------|---------------|---------------------|-----------|----------|----------|----------|----------------------|
| | | Estación | Visado | | Grados | Segundos | Grados | Segundos | |
| 1 4 8 | 1 | F | | 1 1 9 8 4 3 0 | | | | | |
| | | EL | 1 6 2 2 1 8 0 | 3 3 0 | 1 1 0 5 0 | 1 0 3 | 1 7 6 0 | 1 1 7 | |
| 1 3 5 | EL | 1 | 1 6 2 2 2 4 0 | 1 3 0 | 1 1 0 6 0 | 9 6 8 | 2 0 0 | 1 1 2 0 | |
| | | E2 | 1 5 9 8 4 2 0 | 3 1 8 | 1 1 0 7 0 | 9 9 3 | 4 5 0 | 1 1 3 0 | |
| 1 3 0 | E2 | EL | 1 5 9 8 4 6 0 | 1 1 8 | 1 1 0 6 0 | 1 0 6 | 4 4 0 | 1 1 7 | |
| | | E3 | 2 1 7 3 2 3 0 | 2 3 5 | 9 2 0 | 9 9 3 | 2 0 0 | 1 1 7 | |
| 1 3 5 | E3 | E2 | 2 1 7 3 2 0 0 | 1 2 3 | 5 9 2 | 0 1 0 | 4 5 2 0 | 1 3 0 | |
| | | F | 1 3 5 0 4 4 0 | 3 0 3 | 0 9 7 0 | 9 7 6 | 5 4 0 | 1 2 0 | |
| 1 4 8 | F | E3 | 1 3 5 0 4 8 0 | 1 0 3 | 0 9 7 0 | 1 0 2 | 5 2 0 | 1 1 7 | |
| | | I | | 1 1 9 8 5 2 0 | | | | | |
| | | | | 1 1 9 8 5 4 0 | | | | | |

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

**EJERCICIO PRÁCTICO Número 19.-
SUPUESTO PRÁCTICO III-2 (Pág. 39)**

DEPURACIÓN DE LA LIBRETA DE CAMPO

• PROMEDIO HORIZONTAL

$$H = \frac{CD + (CI \pm 200)}{2}$$

• PROMEDIO VERTICAL

$$V = CD + \left(\frac{400 - CD - CI}{2} \right)$$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

**EJERCICIO PRÁCTICO Número 19.-
SUPUESTO PRÁCTICO III-2 (Pág. 39)**

DEPURACIÓN DE LA LIBRETA DE CAMPO

| CLAVES | ALTURA APARATO (m) cm | PUNTOS | | DISTANCIA metros mm | ÁNGULO H | | ÁNGULO V | | ALTURA PRISMA (m) cm |
|--------|-----------------------|----------|---------------|---------------------|-----------|----------|----------|----------|----------------------|
| | | Estación | Visado | | Grados | Segundos | Grados | Segundos | |
| 1 4 8 | 1 | F | | 1 1 9 8 4 3 0 | | | | | |
| | | EL | 1 6 2 2 1 8 0 | 3 3 0 | 1 1 0 5 0 | 1 0 3 | 1 7 6 0 | 1 1 7 | |
| 1 3 5 | EL | 1 | 1 6 2 2 2 4 0 | 1 3 0 | 1 1 0 6 0 | 9 6 8 | 2 0 0 | 1 1 2 0 | |
| | | E2 | 1 5 9 8 4 2 0 | 3 1 8 | 1 1 0 7 0 | 9 9 3 | 4 5 0 | 1 1 3 0 | |
| 1 3 0 | E2 | EL | 1 5 9 8 4 6 0 | 1 1 8 | 1 1 0 6 0 | 1 0 6 | 4 4 0 | 1 1 7 | |
| | | E3 | 2 1 7 3 2 3 0 | 2 3 5 | 9 2 0 | 9 9 3 | 2 0 0 | 1 1 7 | |
| 1 3 5 | E3 | E2 | 2 1 7 3 2 0 0 | 1 2 3 | 5 9 2 | 0 1 0 | 4 5 2 0 | 1 3 0 | |
| | | F | 1 3 5 0 4 4 0 | 3 0 3 | 0 9 7 0 | 9 7 6 | 5 4 0 | 1 2 0 | |
| 1 4 8 | F | E3 | 1 3 5 0 4 8 0 | 1 0 3 | 0 9 7 0 | 1 0 2 | 5 2 0 | 1 1 7 | |
| | | I | | 1 1 9 8 5 2 0 | | | | | |
| | | | | 1 1 9 8 5 4 0 | | | | | |

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

**EJERCICIO PRÁCTICO Número 19.-
SUPUESTO PRÁCTICO III-2 (Pág. 39)**

CÁLCULO DE ACIMUTES

$$\theta_i^r = \arctg \left| \frac{\Delta y}{\Delta x} \right| = \arctg \frac{6648,78}{524,73} = 94,9861$$

$$e_i = \theta_i^r - L_i^r = 94,9861 - 319,8445 = 175,1416$$

$$e_{i1} = e_i + L_{i1}^r = 175,1416 + 330,1055 = 105,2471$$

$$e_{i2} = e_{i1} - L_{i2}^r = 105,2471 - 130,1070 = 175,1401$$

$$e_{i3} = e_{i2} + L_{i3}^r = 175,1401 + 318,3720 = 93,5121$$

$$e_{i4} = e_{i3} - L_{i4}^r = 93,5121 - 118,3700 = 175,1421$$

$$e_{i5} = e_{i4} + L_{i5}^r = 175,1421 + 328,5940 = 98,7361$$

$$e_{i6} = e_{i5} - L_{i6}^r = 98,7361 - 123,5945 = 175,1416$$

$$e_{i7} = e_{i6} + L_{i7}^r = 175,1416 + 303,1005 = 78,2421$$

$$e_{i8} = e_{i7} - L_{i8}^r = 78,2421 - 103,1015 = 175,1406$$

$$e_{i9} = e_{i8} + L_{i9}^r = 175,1406 + 119,8530 = 294,9936$$

• CIERRE ANGULAR:

$$\epsilon_\alpha = \theta_{REAL} - \theta_{CALCULADO}$$

$$\epsilon = 94,9861 - 94,9936 = 0,0075$$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

EJERCICIO PRÁCTICO Número 19.-
SUPUESTO PRÁCTICO III-2 (Pág. 39)

COMPENSACIÓN ANGULAR

$$V\theta = \frac{\varepsilon_a}{N^\circ \text{ estaciones}} = \frac{75}{5} = 15^{cc}$$

$$\theta_1^i = \theta_1^f - 0,0015 = 105,2471 - 0,0015 = 105,2456$$

$$\theta_2^i = \theta_2^f - 0,0030 = 93,5121 - 0,0030 = 93,5091$$

$$\theta_3^i = \theta_3^f - 0,0045 = 98,7361 - 0,0045 = 98,7316$$

$$\theta_4^i = \theta_4^f - 0,0060 = 78,2421 - 0,0060 = 78,2361$$

$$\theta_5^i = \theta_5^f - 0,0075 = 294,9936 - 0,0075 = 294,9861$$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
 Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

EJERCICIO PRÁCTICO Número 19.-
SUPUESTO PRÁCTICO III-2 (Pág. 39)

CÁLCULO DE COORDENADAS SIN COMPENSAR

- **Distancias reducidas** $D = Dg \cdot \text{Sen}V$
- **Distancias promediadas** $D = \frac{D_1 + D_2}{2}$
- **Incrementos de X** $\Delta x = D \cdot \text{Sen} \theta$
- **Incrementos de Y** $\Delta y = D \cdot \text{Cos} \theta$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
 Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

EJERCICIO PRÁCTICO Número 19.-
SUPUESTO PRÁCTICO III-2 (Pág. 39)

CÁLCULO DE COORDENADAS SIN COMPENSAR

| ESTACION | VISADO | ACIMUTES | ACIMUTES COMPENSADOS | DISTANCIAS REDUCIDAS | DISTANCIAS PROMEDIADAS | INCREMENTO "x" | INCREMENTO "y" |
|----------|--------|----------|----------------------|----------------------|------------------------|----------------|----------------|
| Z | F | 94,9861 | 94,9861 | | | | |
| 1 | 1 | 105,2471 | 105,2456 | 1620,14 | 1620,19 | 1614,69 | -133,35 |
| 1 | 1 | | | 1620,24 | | | |
| 2 | 2 | 93,5121 | 93,5091 | 1598,34 | 1598,36 | 1990,06 | 162,68 |
| 2 | 1 | | | 1598,37 | | | |
| | 3 | 98,7361 | 98,7316 | 2173,18 | 2173,16 | 2172,73 | 43,30 |
| 3 | 2 | | | 2173,14 | | | |
| | F | 78,2421 | 78,2361 | 1349,53 | 1349,54 | 1271,44 | 482,43 |
| F | 3 | | | 1349,55 | | | |
| | 1 | 296,9936 | 294,9861 | | | | |

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
 Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

EJERCICIO PRÁCTICO Número 19.-
SUPUESTO PRÁCTICO III-2 (Pág. 39)

CÁLCULO DEL CIERRE

$$\varepsilon_x = \Delta x_f^F - \sum_1^n \Delta x = 6648,78 - 6648,92 = 0,14m$$

$$\varepsilon_y = \Delta y_f^F - \sum_1^n \Delta y = 524,73 - 525,06 = 0,33m$$

$$\text{Cierre} = \sqrt{\varepsilon_x^2 + \varepsilon_y^2} \longrightarrow \text{Cierre} = \sqrt{14^2 + 33^2} = 36cm$$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
 Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

EJERCICIO PRÁCTICO Número 19.-
SUPUESTO PRÁCTICO III-2 (Pág. 39)

CÁLCULO DE LA TOLERANCIA

$$e_t = 0,02 \cdot \sqrt{n} = 0,02 \cdot \sqrt{4} = 0,04m$$

$$e_t = D \cdot \frac{\varepsilon_f^H \cdot \sqrt{2}}{636620} \cdot \sqrt{\frac{n(n+1)(2n+1)}{6}} = 2173,16 \cdot \frac{13,7 \cdot \sqrt{2}}{636620} \cdot \sqrt{\frac{4 \cdot 5 \cdot 9}{6}} = 0,36m$$

Tolerancia = 36cm

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
 Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

EJERCICIO PRÁCTICO Número 19.-
SUPUESTO PRÁCTICO III-2 (Pág. 39)

CONDICIÓN DE COMPENSACIÓN:

PRECISIÓN > TOLERANCIA > CIERRE

$$36cm = 36cm$$

SE PUEDE COMPENSAR

$$e_t \gg e_l \Rightarrow \frac{\varepsilon_x}{\Delta y} = \frac{\varepsilon_y}{\Delta x}$$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
 Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGAMETRÍA.
 

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

EJERCICIO PRÁCTICO Número 19.-
SUPUESTO PRÁCTICO III-2 (Pág. 39)

CÁLCULO DE LA TOLERANCIA
DETERMINACIÓN DE LAS VARIACIONES:

Poligonal obtenida con estación total suponiendo nulo el error longitudinal y por semejanza de triángulos se obtiene:

$$V\Delta X_i^{i+1} = \frac{\varepsilon_x}{\sum_1^n |\Delta Y|} \cdot \Delta Y_i^{i+1} \Rightarrow \Delta x^* = \Delta x \pm V\Delta X \Rightarrow X^* = X_E + \Delta x^*$$

$$V\Delta Y_i^{i+1} = \frac{\varepsilon_y}{\sum_1^n |\Delta X|} \cdot \Delta X_i^{i+1} \Rightarrow \Delta y^* = \Delta y \pm V\Delta Y \Rightarrow Y^* = Y_E + \Delta y^*$$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGAMETRÍA.
 

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

EJERCICIO PRÁCTICO Número 19.-
SUPUESTO PRÁCTICO III-2 (Pág. 39)

COMPENSACIÓN PLANIMÉTRICA
CÁLCULO DE LAS COORDENADAS COMPENSADAS:

| ESTACION | VISADO | AX | AY | VAX | VAY | AX* | AY* | X* | Y* |
|----------|--------|---------|---------|------|------|---------|---------|-----------|------------|
| I | F | | | | | | | 448277.15 | 4816399.64 |
| 1 | 1 | 1614.69 | -133.35 | 0,02 | 0,08 | 1614,67 | -133,43 | 449891,82 | 4816266,23 |
| 2 | 2 | 1590,06 | 162,68 | 0,03 | 0,08 | 1590,03 | 162,60 | 451481,85 | 4816428,83 |
| 3 | 3 | 2172,73 | 43,30 | 0,01 | 0,11 | 2172,72 | 43,19 | 453654,57 | 4816472,02 |
| F | F | 1271,44 | 452,43 | 0,08 | 0,06 | 1271,36 | 452,37 | 454925,93 | 4816924,39 |
| I | I | | | | | | | | |

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGAMETRÍA.
 

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

EJERCICIO PRÁCTICO Número 19.-
SUPUESTO PRÁCTICO III-2 (Pág. 39)

COTAS Y CIERRE ALTIMÉTRICO

• **CÁLCULO DE COTAS**

$$\Delta z = \frac{D_i^{i+1}}{\operatorname{tg} V_i^{i+1}} + i_i - m_1 + 0,42 \cdot \frac{D_i^{i+2}}{R}$$

$\Delta z_1^1 = -80,82$
 $\Delta z_1^2 = 16,27$
 $\Delta z_2^3 = 15,77$
 $\Delta z_3^F = 49,72$

• **CIERRE ALTIMÉTRICO**

$$\varepsilon_z = \Delta z_i^F - \sum_1^n \Delta z = 0,86 - 0,94 = -0,08 \text{ m.}$$

Cierre = 8cm

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGAMETRÍA.
 

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

EJERCICIO PRÁCTICO Número 19.-
SUPUESTO PRÁCTICO III-2 (Pág. 39)

TOLERANCIA ALTIMÉTRICA:

$$e_i^I = 0,02 \operatorname{Cotg} 103,192 = 0,001 \text{ m}$$

$$e_i^{II} = 2173,16 [\operatorname{Cotg} \dots] = 0,082 \text{ m}$$

$$e_i = 0,010 \text{ m}$$

$$e_m = 0,100 \text{ m}$$

$$\text{TOLERANCIA} = \frac{\sqrt{8,2^2 + 1^2 + 10^2} \cdot \sqrt{4}}{\sqrt{2}}$$

Tolerancia = 18,3cm

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGAMETRÍA.
 

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

EJERCICIO PRÁCTICO Número 19.-
SUPUESTO PRÁCTICO III-2 (Pág. 39)

CONDICIÓN DE COMPENSACIÓN

PRECISIÓN > TOLERANCIA > CIERRE

$$18,3 \text{ cm} > 8 \text{ cm}$$

SE PUEDE COMPENSAR

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGAMETRÍA.
 

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

EJERCICIO PRÁCTICO Número 19.-
SUPUESTO PRÁCTICO III-2 (Pág. 39)

COMPENSACIÓN ALTIMÉTRICA
FUNDAMENTO

Con lo que el cálculo de variaciones en los incrementos y los correspondientes incrementos compensados es la siguiente:

$$V\Delta Z_i^{i+1} = \frac{\varepsilon_z}{\sum_1^n D} \cdot D_i^{i+1} \Rightarrow \Delta Z^* = \Delta Z \pm V\Delta Z \Rightarrow Z^* = Z_E \pm \Delta Z^*$$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.



ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

EJERCICIO PRÁCTICO Número 19.-
SUPUESTO PRÁCTICO III-2 (Pág. 39)

COMPENSACIÓN ALTIMÉTRICA

CÁLCULO DE LA COTA COMPENSADA:

| ESTACION | VISADO | AZ | VAZ | AZ* | Z* |
|----------|--------|--------|------|--------|--------|
| I | F | | | | 474,56 |
| | 1 | -80,82 | 0,02 | -80,84 | 393,72 |
| 1 | 2 | 16,27 | 0,02 | 16,25 | 409,97 |
| 2 | 3 | 15,77 | 0,02 | 15,75 | 425,72 |
| 3 | F | 49,72 | 0,02 | 49,70 | 475,42 |
| F | 1 | | | | |

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Míneros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.



ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

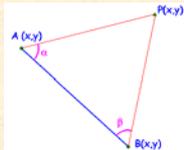
3.- MÉTODOS BASADOS EN EL EMPLEO DEL TEODOLITO
 3.1.- MÉTODO DE INTERSECCIÓN DIRECTA

DEFINICIÓN y APLICACIONES

Método Topográfico Planimétrico, que a través de mediciones exclusivamente angulares, determina las coordenadas x,y de un punto P observado desde una Base Topográfica (A, B).

VENTAJAS

- Lugares de observación inaccesibles.
- No es necesario medir distancias.
- Permite comprobar otras metodologías.
- Precisiones relativamente buenas.



Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Míneros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.



ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

3.- MÉTODOS BASADOS EN EL EMPLEO DEL TEODOLITO
 3.1.- MÉTODO DE INTERSECCIÓN DIRECTA

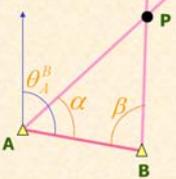
FUNDAMENTO Y RESOLUCIÓN

DATOS DE PARTIDA.-

$A(X_A, Y_A)$
 $B(X_B, Y_B)$

DATOS DE CAMPO.-
 $\alpha, \beta \rightarrow$ CAMPO

(POR DIFERENCIA DE LECTURAS) \Rightarrow
 $\alpha = L_A^B - L_A^P$
 $\beta = L_B^P - L_B^A$



Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Míneros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.



ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

3.- MÉTODOS BASADOS EN EL EMPLEO DEL TEODOLITO
 3.1.- MÉTODO DE INTERSECCIÓN DIRECTA

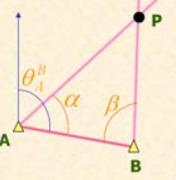
FUNDAMENTO Y RESOLUCIÓN

RESOLUCIÓN.-

Cálculo de datos básicos.-

$$\theta_A^B = \text{Arctg} \frac{\Delta X}{\Delta Y}$$

$$D_A^B = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2}$$

$$\gamma = 200 - \alpha - \beta$$


Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Míneros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.



ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

3.- MÉTODOS BASADOS EN EL EMPLEO DEL TEODOLITO
 3.1.- MÉTODO DE INTERSECCIÓN DIRECTA

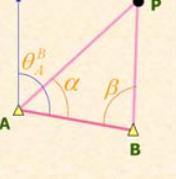
FUNDAMENTO Y RESOLUCIÓN

RESOLUCIÓN.-

Determinación de Incógnitas.-

Cálculo desde A.-
 D_A^P y θ_A^P

Cálculo desde B.-
 D_B^P y θ_B^P



Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Míneros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.



ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

3.- MÉTODOS BASADOS EN EL EMPLEO DEL TEODOLITO
 3.1.- MÉTODO DE INTERSECCIÓN DIRECTA

FUNDAMENTO Y RESOLUCIÓN

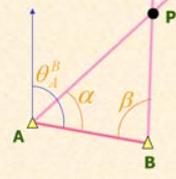
RESOLUCIÓN.-

Determinación de Distancias.-

$$\frac{D_A^P}{\text{Sen} \beta} = \frac{D_B^P}{\text{Sen} \alpha} = \frac{D_A^B}{\text{Sen} \gamma}$$

Determinación de Acimutes.-

$$\theta_A^P = \theta_A^B \pm \alpha$$

$$\theta_B^P = \theta_B^A \pm \beta$$


Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Míneros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.



ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

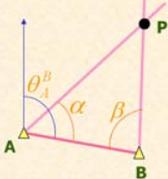
3.- MÉTODOS BASADOS EN EL EMPLEO DEL TEODOLITO
 3.1.- MÉTODO DE INTERSECCIÓN DIRECTA

FUNDAMENTO Y RESOLUCIÓN

RESOLUCIÓN.-

Cálculo de Coordenadas.-

$$X_p = X_A + D_A^p \cdot \text{Sen} \theta_A^p = X_B + D_B^p \cdot \text{Sen} \theta_B^p$$

$$Y_p = Y_A + D_A^p \cdot \text{Cos} \theta_A^p = Y_B + D_B^p \cdot \text{Cos} \theta_B^p$$


Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Míneros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.



ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

3.- MÉTODOS BASADOS EN EL EMPLEO DEL TEODOLITO
 3.1.- MÉTODO DE INTERSECCIÓN DIRECTA

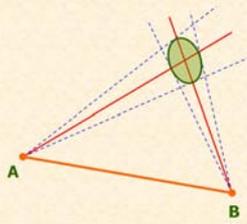
ERROR EN LA INTERSECCIÓN DIRECTA

EXPRESIÓN DE CÁLCULO.-

$$e_a = \frac{D \cdot \epsilon_T^H}{636.620 \cdot \text{Sen} \frac{\gamma}{2}}$$

Precauciones.-

- D = Distancia más larga.
- Lecturas en CD y CI.
- Ee+Ep = 1 cm.
- γ = Ángulo Intersección



Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Míneros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.



ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

3.- MÉTODOS BASADOS EN EL EMPLEO DEL TEODOLITO
 3.1.- MÉTODO DE INTERSECCIÓN DIRECTA

ERROR EN LA INTERSECCIÓN DIRECTA

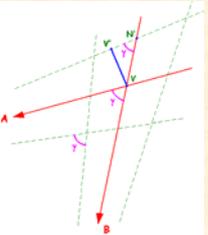
JUSTIFICACIÓN.-

Arco = Angulo · Radio

$$VV' = L \cdot \epsilon_T^H \cdot \sqrt{2}$$

$$\text{Sen } \gamma = \frac{VV'}{VN'} \Rightarrow VN' = \frac{VV'}{\text{Sen } \gamma}$$

$$VV' = L \cdot \epsilon_T^H \cdot \sqrt{2}$$

$$VN' = \frac{VV'}{\text{Sen } \gamma} = \frac{L \cdot \epsilon_T^H \cdot \sqrt{2}}{\text{Sen } \gamma}$$


Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Míneros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.



ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

3.- MÉTODOS BASADOS EN EL EMPLEO DEL TEODOLITO
 3.1.- MÉTODO DE INTERSECCIÓN DIRECTA

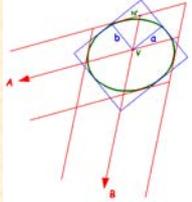
ERROR EN LA INTERSECCIÓN DIRECTA

JUSTIFICACIÓN.-

TEORÍA DE LOS DIÁMETROS COJUGADOS DE LA ELIPSE:

La teoría de los diámetros conjugados de la elipse demuestra las siguientes expresiones:

- (1) $a^2 + b^2 = 2 \cdot VN'^2$
- (2) $2 \cdot a \cdot b = 2 \cdot VN'^2 \cdot \text{Sen } \gamma$



Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Míneros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.



ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

3.- MÉTODOS BASADOS EN EL EMPLEO DEL TEODOLITO
 3.1.- MÉTODO DE INTERSECCIÓN DIRECTA

ERROR EN LA INTERSECCIÓN DIRECTA

JUSTIFICACIÓN.-

TEORÍA DE LOS DIÁMETROS COJUGADOS DE LA ELIPSE:

- (1) $a^2 + b^2 = 2VN'^2$
- (2) $2ab = 2VN'^2 \cdot \text{Sen} \gamma$
- (1+2) = (3) $\Rightarrow a^2 + b^2 + 2ab = 2VN'^2(1 + \text{Sen} \gamma)$
- (1-2) = (4) $\Rightarrow a^2 + b^2 - 2ab = 2VN'^2(1 - \text{Sen} \gamma)$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Míneros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.



ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

3.- MÉTODOS BASADOS EN EL EMPLEO DEL TEODOLITO
 3.1.- MÉTODO DE INTERSECCIÓN DIRECTA

ERROR EN LA INTERSECCIÓN DIRECTA

JUSTIFICACIÓN.-

TEORÍA DE LOS DIÁMETROS COJUGADOS DE LA ELIPSE:

- (3) $a + b = VN' \cdot \sqrt{2} \cdot \sqrt{1 + \text{Sen} \gamma}$
- (4) $a - b = VN' \cdot \sqrt{2} \cdot \sqrt{1 - \text{Sen} \gamma}$
- (3+4) = (5) $\Rightarrow 2a = VN' \cdot \sqrt{2} \cdot [\sqrt{1 + \text{Sen} \gamma} + \sqrt{1 - \text{Sen} \gamma}]$
- (5) $a = \frac{VN' \cdot \sqrt{2}}{2} \cdot [\sqrt{1 + \text{Sen} \gamma} + \sqrt{1 - \text{Sen} \gamma}]$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Míneros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

3.- MÉTODOS BASADOS EN EL EMPLEO DEL TEODOLITO
 3.1.- MÉTODO DE INTERSECCIÓN DIRECTA

ERROR EN LA INTERSECCIÓN DIRECTA

JUSTIFICACIÓN.-

TEORÍA DE LOS DIÁMETROS COJUGADOS DE LA ELIPSE:

$$(5) \quad a = \frac{VN' \cdot \sqrt{2}}{2} \cdot [\sqrt{1 + \text{Sen } \gamma} + \sqrt{1 - \text{Sen } \gamma}]$$

$$\frac{1}{2} [\sqrt{1 + \text{Sen } \gamma} + \sqrt{1 - \text{Sen } \gamma}] = \text{Cos } \frac{\gamma}{2}$$

$$(5) \quad a = VN' \cdot \sqrt{2} \cdot \text{Cos } \frac{\gamma}{2}$$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
 Grado en Ingeniería de los Recursos Míneros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

3.- MÉTODOS BASADOS EN EL EMPLEO DEL TEODOLITO
 3.1.- MÉTODO DE INTERSECCIÓN DIRECTA

ERROR EN LA INTERSECCIÓN DIRECTA

JUSTIFICACIÓN.-

TEORÍA DE LOS DIÁMETROS COJUGADOS DE LA ELIPSE:

$$(5) \quad a = VN' \cdot \sqrt{2} \cdot \text{Cos } \frac{\gamma}{2}$$

$$VN' = \frac{L \cdot \epsilon_T^H \cdot \sqrt{2}}{\text{Sen } \gamma}$$

$$a = \frac{L \cdot \epsilon_T^H \cdot \sqrt{2}}{\text{Sen } \gamma} \cdot \sqrt{2} \cdot \text{Cos } \frac{\gamma}{2}$$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
 Grado en Ingeniería de los Recursos Míneros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

3.- MÉTODOS BASADOS EN EL EMPLEO DEL TEODOLITO
 3.1.- MÉTODO DE INTERSECCIÓN DIRECTA

ERROR EN LA INTERSECCIÓN DIRECTA

JUSTIFICACIÓN.-

TEORÍA DE LOS DIÁMETROS COJUGADOS DE LA ELIPSE:

$$a = \frac{L \cdot \epsilon_T^H \cdot \sqrt{2}}{\text{Sen } \gamma} \cdot \sqrt{2} \cdot \text{Cos } \frac{\gamma}{2}$$

$$\text{Sen } \gamma = 2 \cdot \text{Sen } \frac{\gamma}{2} \cdot \text{Cos } \frac{\gamma}{2}$$

$$a = \frac{L \cdot \epsilon_T^H}{\text{Sen } \frac{\gamma}{2}}$$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
 Grado en Ingeniería de los Recursos Míneros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

3.- MÉTODOS BASADOS EN EL EMPLEO DEL TEODOLITO
 3.1.- MÉTODO DE INTERSECCIÓN DIRECTA

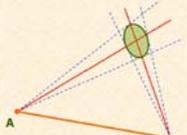
ERROR EN LA INTERSECCIÓN DIRECTA

JUSTIFICACIÓN.-

TEORÍA DE LOS DIÁMETROS COJUGADOS DE LA ELIPSE:

$$\text{ERROR} = \frac{D \cdot \epsilon_T^H}{\beta \cdot \text{Sen } \frac{\gamma}{2}}$$

D= Lado mayor del triángulo
 $\epsilon_T^H = e_c + e_p = 1 \text{ cm / Bessel}$
 $\gamma = \text{ángulo intersección}$
 $r^{cc} = 636620 \text{ ó } 206265$



Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
 Grado en Ingeniería de los Recursos Míneros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

EJERCICIO PRÁCTICO Número 20.-

Para determinar las coordenadas de un punto inaccesible, se estaciona en dos puntos de coordenadas conocidas e inter-visibles entre sí, una base topográfica.

A [7.645,39 / 8.627,39] B [6.192,45 / 7.437,28]

Desde dichos puntos se visó angularmente al punto cuestión, obteniéndose las siguientes lecturas:

$L_{AB} = 196,1430^\circ$; $L_{AP} = 254,1918^\circ$; $L_{BA} = 396,1430^\circ$; $L_{BP} = 335,2292^\circ$

Obtener las coordenadas del punto P en el mismo sistema referencial así como la Tolerancia planimétrica esperada de la medición sabiendo, que el instrumento utilizado tenía las siguientes especificaciones técnicas:

[S = 50^{cc}; A = 30; a = 10^{cc}]

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
 Grado en Ingeniería de los Recursos Míneros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

EJERCICIO PRÁCTICO Número 20.-

COORDENADAS DEL PUNTO P.-

DATOS DE PARTIDA.-

$$\Delta x_a^g = X_a - X_b = 1.452,94$$

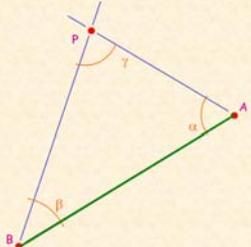
$$\Delta y_a^g = Y_a - Y_b = 1.190,11$$

$$D_a^g = \sqrt{1.452,94^2 + 1.190,11^2} = 1.878,14 \text{ m}$$

$$\theta_a^g = 200 + \text{ArcIg } \frac{1.452,94}{1.190,11} = 256,3100^\circ$$

$$\alpha = L_a^g - L_b^g = 58,0488^\circ$$

$$\beta = L_b^g - L_a^g = 60,9138^\circ$$

$$\gamma = 200 - \alpha - \beta = 81,0374^\circ$$


Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
 Grado en Ingeniería de los Recursos Míneros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

EJERCICIO PRÁCTICO Número 20.-

COORDENADAS DEL PUNTO P.-

CÁLCULO DISTANCIA DESDE A.-

$$\frac{D_A^p}{\text{Sen}\beta} = \frac{D_A^a}{\text{Sen}\gamma} \Rightarrow D_A^p = \frac{D_A^a \cdot \text{Sen}\beta}{\text{Sen}\gamma}$$

$$D_A^p = \frac{1.878,14 \cdot \text{Sen}60,9138}{\text{Sen}81,0374} = 1.605,85$$

CÁLCULO DEL ACIMUT DESDE A.-

$$\theta_A^p = \theta_A^a + \alpha = 256,3100 + 58,0488 = 314,3588$$

COORDENADAS DE P DESDE A.-

$$\left\{ \begin{array}{l} D_A^p = 1.605,85\text{m} \\ \theta_A^p = 314,3588^\circ \end{array} \right\} \Rightarrow P \left\{ \begin{array}{l} 6.080,21 \\ 8.986,52 \end{array} \right\}$$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

EJERCICIO PRÁCTICO Número 20.-

COORDENADAS DEL PUNTO P.-

CÁLCULO DISTANCIA DESDE B.-

$$\frac{D_B^p}{\text{Sen}\alpha} = \frac{D_B^a}{\text{Sen}\gamma} \Rightarrow D_B^p = \frac{D_B^a \cdot \text{Sen}\alpha}{\text{Sen}\gamma}$$

$$D_B^p = \frac{1.878,14 \cdot \text{Sen}58,0488}{\text{Sen}81,0374} = 1.553,30$$

CÁLCULO DEL ACIMUT DESDE B.-

$$\theta_B^p = \theta_B^a - \beta = 56,3100 - 60,9138 + 400 = 395,3962$$

COORDENADAS DE P DESDE B.-

$$\left\{ \begin{array}{l} D_B^p = 1.553,30\text{m} \\ \theta_B^p = 395,3962^\circ \end{array} \right\} \Rightarrow P \left\{ \begin{array}{l} 6.080,21 \\ 8.986,52 \end{array} \right\}$$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

EJERCICIO PRÁCTICO Número 20.-

TOLERANCIA PLANIMÉTRICA EN P.-

ERROR TOTAL ACIMUTAL.-

$$\epsilon_s = \frac{S}{12} = \frac{50}{12} = 4,16''$$

$$\epsilon_d = \frac{0,010}{1.553,30} \cdot 636620 = 4,10''$$

$$\epsilon_p = \frac{30}{30} \cdot \left(1 + \frac{4 \cdot 30}{100}\right) \cdot \left(\frac{1}{\sqrt{2}}\right) = 1,55''$$

$$\epsilon_i = \frac{2}{3} \cdot 10 \cdot \left(\frac{1}{\sqrt{2}}\right) = 4,71''$$

$$\epsilon_t^p = \sqrt{4,16^2 + 4,10^2 + 1,55^2 + 4,71^2} = 7,70''$$

ERROR EN LA INTERSECCIÓN.-

$$\text{Error} = \frac{D \cdot \epsilon_t^p}{636.620 \cdot \text{Sen}\frac{\gamma}{2}} \Rightarrow$$

$$\text{Error} = \frac{1.878,14 \cdot 7,7}{636.620 \cdot \text{Sen}\frac{81,0374}{2}} \Rightarrow$$

$$\text{Error} = 0,04\text{m}$$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

EJERCICIO PRÁCTICO Número 21.-

Obtener las coordenadas del punto V, con los datos adjuntos de la libreta de campo, así como el error planimétrico y altimétrico en la determinación del mencionado punto, sabiendo:
A [10.000,00/ 10.000,00/ 100,00] B [9.614,82/ 10.920,38/ 95,44]

| CLAVES | ALTURA APARATO | PLANTOS | DESTANCIAS | ANGULO H | ANGULO V | ALTURA PRISMAS |
|--------|----------------|---------|------------|----------|----------|----------------|
| | m | cm | metros | grados | segundos | m |
| 1 9 3 | TA | B | 1 12 0 | 3 8 6 4 | | |
| | | CA | 1 32 4 | 4 2 0 | 1 1 5 | 2 6 4 2 |
| 1 4 9 | TC | TA | | | 3 1 5 | 2 6 4 2 |
| | | TD | 1 4 4 | 4 6 2 0 | 8 9 | 6 5 7 4 |
| 1 9 2 | TD | TC | | | 2 8 9 | 6 5 7 4 |
| | | TE | 1 2 8 | 7 3 5 0 | 1 3 0 | 7 8 3 5 |
| | | TV | | | 1 9 | 1 4 6 4 4 |
| 1 9 4 | E | D | | | 3 3 0 | 7 8 3 5 |
| | | TV | | | 2 6 0 | 8 9 2 4 |
| | | | | | 1 0 | 1 0 5 2 6 |
| | | | | | 0 | |

La libreta de campo se realizó con una ET de las siguientes especificaciones técnicas: [S = 50^{cc} ; A = 30 ; a = 10^{cc} ; 10 mm + 5 ppm]

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

EJERCICIO PRÁCTICO Número 21.-

CÁLCULO DE ACIMUTES

$$\theta_A^B = 300 + \text{Arctg} \frac{\Delta Y}{\Delta X} = 374,7674^\circ$$

$$\epsilon_A = \theta_A^B - L_A^B = 374,7674 - 120,3866 = 254,3808^\circ$$

$$\epsilon_A = \epsilon_B = \epsilon_C = \epsilon_D = \epsilon_E = \epsilon$$

$$\theta_B^C = \epsilon + L_B^C = 254,3808 + 115,2642 = 369,6449^\circ$$

$$\theta_C^D = \epsilon + L_C^D = 254,3808 + 89,6574 = 344,0381^\circ$$

$$\theta_D^E = \epsilon + L_D^E = 254,3808 + 130,7835 = 385,1642^\circ$$

$$\theta_E^A = \epsilon + L_E^A = 254,3808 + 191,4644 = 445,8452^\circ$$

$$\theta_E^V = \epsilon + L_E^V = 254,3808 + 260,8924 = 515,2732^\circ$$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

EJERCICIO PRÁCTICO Número 21.-

CÁLCULO DE COORDENADAS

COORDENADAS DE C.-

$$D_A^C = 1.324,42\text{m} \quad \left\{ \begin{array}{l} 9.392,15 \\ 11.176,69 \end{array} \right\}$$

$$\theta_A^C = 369,6449^\circ \quad \left\{ \begin{array}{l} 103,17 \end{array} \right\}$$

COORDENADAS DE E.-

$$D_D^E = 1.286,96\text{m} \quad \left\{ \begin{array}{l} 7.982,41 \\ 13.350,36 \end{array} \right\}$$

$$\theta_D^E = 385,1642^\circ \quad \left\{ \begin{array}{l} 129,52 \end{array} \right\}$$

COORDENADAS DE D.-

$$D_C^D = 1.444,61\text{m} \quad \left\{ \begin{array}{l} 8.279,61 \\ 12.098,19 \end{array} \right\}$$

$$\theta_C^D = 344,0381^\circ \quad \left\{ \begin{array}{l} 97,49 \end{array} \right\}$$

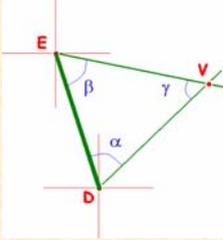
Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

EJERCICIO PRÁCTICO Número 21.-

RESOLUCIÓN DE LA INTERSECCIÓN.-



CÁLCULO DE LOS ÁNGULOS.-

$$\alpha = L_D^V - L_E^V = \theta_D^E - \theta_E^D = 60,6809^\circ$$

$$\beta = L_E^D - L_E^V = \theta_E^D - \theta_E^V = 69,8911^\circ$$

$$\gamma = 200 - \alpha - \beta = 69,4280^\circ$$

CÁLCULO DE LA DISTANCIA DESDE D.-

$$D_D^V = \frac{D_E^E \cdot \text{Sen} \beta}{\text{Sen} \gamma} = \frac{1.286,96 \cdot \text{Sen} 69,8911}{\text{Sen} 69,4280} = 1.291,80m.$$

COORDENADAS DE V DESDE D.-

$$D_D^V = 1.291,80m. \quad \left. \begin{array}{l} V_x^D = 9,131,53 \\ V_y^D = 13,069,26 \end{array} \right\}$$

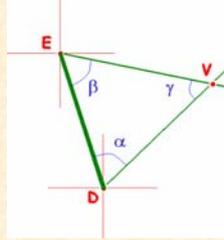
Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Míneros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

EJERCICIO PRÁCTICO Número 21.-

RESOLUCIÓN DE LA INTERSECCIÓN.-



CÁLCULO DE LA DISTANCIA DESDE E.-

$$D_E^V = \frac{D_D^E \cdot \text{Sen} \alpha}{\text{Sen} \gamma} = \frac{1.286,96 \cdot \text{Sen} 60,6809}{\text{Sen} 69,4280} = 1.183,01m.$$

COORDENADAS DE V DESDE E.-

$$D_E^V = 1.183,01m. \quad \left. \begin{array}{l} V_x^E = 9,131,53 \\ V_y^E = 13,069,26 \end{array} \right\}$$

$\theta_D^V = 115,2731^\circ$

COORDENADA "Z" DE V DESDE E.-

$$Z_V = Z_E + \frac{D_V^E}{\text{tag} \theta_D^V} + i_E + m_V + 0,42 \cdot \frac{D_V^E}{R} = 111,59m.$$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Míneros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

EJERCICIO PRÁCTICO Número 21.-

TOLERANCIA PLANIMÉTRICA

TOLERANCIA EN LA POLIGONAL.-

$$e_v = \frac{S}{12} = \frac{30}{12} = 2,5^{cc}$$

$$e_d = \frac{0,01}{1.286,96} \cdot 636620 = 4,9^{cc}$$

$$e_p = \frac{30}{30} \cdot \left(1 + \frac{4 \cdot 30}{100}\right) \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} = 1,5^{cc}$$

$$e_i = \frac{2}{3} \cdot 1 \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} = 0,5^{cc}$$

$$e_r^H = \sqrt{2,5^2 + 4,9^2 + 1,5^2 + 0,5^2} = 5,70^{cc}$$

$$e_r = \frac{D \cdot e_r^H \cdot \sqrt{2}}{636.620} \cdot \sqrt{\frac{n \cdot (n+1) \cdot (2n+1)}{6}}$$

$$e_r = \frac{1.444,61 \cdot 5,7 \cdot \sqrt{2}}{636.620} \cdot \sqrt{\frac{3 \cdot 4 \cdot 7}{6}} = 0,068m.$$

$$e_r = 0,02 \cdot \sqrt{n} = 0,02 \cdot \sqrt{3} = 0,034m.$$

Tolerancia en la poligonal 6,8 cm.

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Míneros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

EJERCICIO PRÁCTICO Número 21.-

TOLERANCIA PLANIMÉTRICA

TOLERANCIA EN LA INTERSECCIÓN.-

$$e_v = \frac{S}{12} = \frac{30}{12} = 2,5^{cc}$$

$$e_d = \frac{0,01}{1.183,01} \cdot 636620 = 5,4^{cc}$$

$$e_p = \frac{30}{30} \cdot \left(1 + \frac{4 \cdot 30}{100}\right) \cdot \left(\frac{1}{\sqrt{2}}\right) = 1,5^{cc}$$

$$e_i = \frac{2}{3} \cdot 1 \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} = 0,5^{cc}$$

$$e_r^H = \sqrt{2,5^2 + 5,4^2 + 1,5^2 + 0,5^2} = 6,15^{cc}$$

$$\text{Error} = \frac{D \cdot e_r^H}{636.620 \cdot \text{Sen} \frac{\gamma}{2}} = \frac{1.291,80 \cdot 6,15}{636.620 \cdot \text{Sen} \frac{69,428}{2}} = 0,025m.$$

Tolerancia en la intersección 2,5 cm.

TOLERANCIA PLANIMÉTRICA

$e_{TOTAL} = \sqrt{6,8^2 + 2,5^2} \approx 7,25cm.$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Míneros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

EJERCICIO PRÁCTICO Número 21.-

TOLERANCIA ALTIMÉTRICA

TOLERANCIA EN LA NTC.-

$$e_l^I = \Delta D \cdot \text{Cotg} V = 0,02 \cdot \text{Cotg} 98,4324 = 0,0005m.$$

$$e_l^H = D \cdot \{ \text{Cotg}(V \pm e_c^c) - \text{Cotg} V \} =$$

$$e_l^H = 1.444,61 \cdot [\text{Cotg}(98,4324 \pm 0,0013) - \text{Cotg} 98,4324] = 0,030m.$$

$$e_v = \frac{30}{3} = 10,0^{cc}$$

$$e_p = \frac{150}{30} \cdot \left(1 + \frac{4 \cdot 30}{100}\right) \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} = 7,7^{cc}$$

$$e_i = \frac{2}{3} \cdot 1 \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} = 0,5^{cc}$$

$$e_r^c = 13^{cc}$$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Míneros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

EJERCICIO PRÁCTICO Número 21.-

TOLERANCIA ALTIMÉTRICA

TOLERANCIA EN LA NTC.-

$$e_l = 0,01m.$$

$$e_m \Rightarrow \left. \begin{array}{l} 0 < D < 100 \Rightarrow e_m = 1cm \\ 100 < D < 200 \Rightarrow e_m = 2cm \\ 200 < D < 500 \Rightarrow e_m = 3cm \\ 500 < D < 1000 \Rightarrow e_m = 4cm \\ 1000 < D < 2000 \Rightarrow e_m = 5cm \end{array} \right\} e_m = 0,08m$$

$$e_r^c = 8,6cm.$$

TOLERANCIA EN UN TRAMO $e = \sqrt{3^2 + 1^2 + 8^2} = 8,6cm.$

TOLERANCIA ALTIMÉTRICA EN NTC $e_r = \frac{e \cdot \sqrt{n}}{\sqrt{2}} = \frac{8,6 \cdot \sqrt{4}}{\sqrt{2}} \approx 12cm.$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Míneros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.



ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

3.- MÉTODOS BASADOS EN EL EMPLEO DEL TEODOLITO
 3.2.- MÉTODO DE INTERSECCIÓN INVERSA

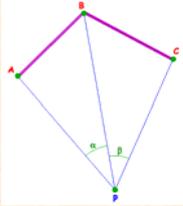
I. INVERSA SIMPLE

DEFINICIÓN Y APLICACIONES

Método Topográfico Planimétrico, que a través de mediciones exclusivamente angulares, permite obtener las coordenadas x, y de un punto observando a tres puntos de coordenadas conocidas.

VENTAJAS

- Lugares inaccesibles de orientación.
- No medida de distancias.
- Comprobación de otras metodologías.
- Precisiones peores que las directas.



Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
 Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.



ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

3.- MÉTODOS BASADOS EN EL EMPLEO DEL TEODOLITO
 3.2.- MÉTODO DE INTERSECCIÓN INVERSA

I. INVERSA SIMPLE

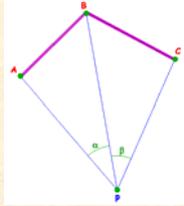
FUNDAMENTO Y RESOLUCIÓN

DATOS DE PARTIDA.-

$A(X_A, Y_A)$
 $B(X_B, Y_B)$
 $C(X_C, Y_C)$

DATOS DE CAMPO.-

$\alpha, \beta \rightarrow$ CAMPO



Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
 Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.



ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

3.- MÉTODOS BASADOS EN EL EMPLEO DEL TEODOLITO
 3.2.- MÉTODO DE INTERSECCIÓN INVERSA

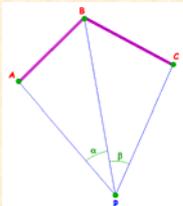
I. INVERSA SIMPLE

FUNDAMENTO Y RESOLUCIÓN

RESOLUCIÓN.-

Cálculo de datos básicos.-

$\theta_a^b = \text{Arctg} \frac{\Delta Y}{\Delta X} \Leftrightarrow \theta_c^b = \text{Arctg} \frac{\Delta Y}{\Delta X}$
 $D_a^b = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2} \Leftrightarrow D_c^b = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2}$
 $\hat{B} = \theta_a^b - \theta_c^b$



Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
 Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.



ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

3.- MÉTODOS BASADOS EN EL EMPLEO DEL TEODOLITO
 3.2.- MÉTODO DE INTERSECCIÓN INVERSA

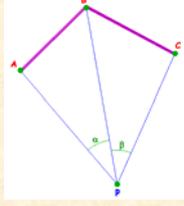
I. INVERSA SIMPLE

FUNDAMENTO Y RESOLUCIÓN

RESOLUCIÓN.-

Determinación de Incógnitas.-

Cálculo desde A.- D_A^P y θ_A^P
 Cálculo desde B.- D_B^P y θ_B^P
 Cálculo desde C.- D_C^P y θ_C^P



Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
 Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.



ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

3.- MÉTODOS BASADOS EN EL EMPLEO DEL TEODOLITO
 3.2.- MÉTODO DE INTERSECCIÓN INVERSA

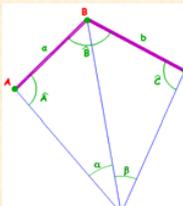
I. INVERSA SIMPLE

FUNDAMENTO Y RESOLUCIÓN

RESOLUCIÓN.-

Determinación de Ángulos A y C.-

$\frac{PB}{\text{Sen}\hat{A}} = \frac{a}{\text{Sen}\alpha} \Rightarrow PB = \frac{a \cdot \text{Sen}\hat{A}}{\text{Sen}\alpha}$
 $\frac{PB}{\text{Sen}\hat{C}} = \frac{b}{\text{Sen}\beta} \Rightarrow PB = \frac{b \cdot \text{Sen}\hat{C}}{\text{Sen}\beta}$
 $\frac{a \cdot \text{Sen}\hat{A}}{\text{Sen}\alpha} = \frac{b \cdot \text{Sen}\hat{C}}{\text{Sen}\beta} \Rightarrow \frac{\text{Sen}\hat{A}}{\text{Sen}\hat{C}} = \frac{b \cdot \text{Sen}\alpha}{a \cdot \text{Sen}\beta}$
 $M = \frac{\text{Sen}\hat{A}}{\text{Sen}\hat{C}} = \frac{b \cdot \text{Sen}\alpha}{a \cdot \text{Sen}\beta}$



Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
 Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.



ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

3.- MÉTODOS BASADOS EN EL EMPLEO DEL TEODOLITO
 3.2.- MÉTODO DE INTERSECCIÓN INVERSA

I. INVERSA SIMPLE

FUNDAMENTO Y RESOLUCIÓN

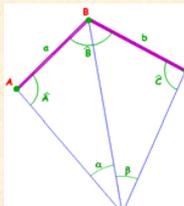
RESOLUCIÓN.-

Determinación de Ángulos A y C.-

$\alpha + \beta + \hat{A} + \hat{B} + \hat{C} = 400^\circ$
 $N = \hat{A} + \hat{C} = 400 - \alpha - \beta - \hat{B}$

Dos ecuaciones con dos incógnitas:

$M = \frac{\text{Sen}\hat{A}}{\text{Sen}\hat{C}} \Leftrightarrow N = \hat{A} + \hat{C}$



Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
 Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

3.- MÉTODOS BASADOS EN EL EMPLEO DEL TEODOLITO
 3.2.- MÉTODO DE INTERSECCIÓN INVERSA

I. INVERSA SIMPLE
FUNDAMENTO Y RESOLUCIÓN

RESOLUCIÓN.- Determinación de Ángulos A y C.-

$$M = \frac{\text{Sen}\hat{A}}{\text{Sen}(N-\hat{A})} \Rightarrow \text{Sen}\hat{A} = M \cdot \text{Sen}(N-\hat{A})$$

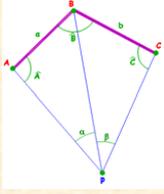
$$\text{Sen}\hat{A} = M[\text{Sen}N \cdot \text{Cos}\hat{A} - \text{Cos}N \cdot \text{Sen}\hat{A}]$$

$$\text{Sen}\hat{A} = M \cdot \text{Sen}N \cdot \text{Cos}\hat{A} - M \cdot \text{Cos}N \cdot \text{Sen}\hat{A}$$

$$\text{Sen}\hat{A} + M \cdot \text{Cos}N \cdot \text{Sen}\hat{A} = M \cdot \text{Sen}N \cdot \text{Cos}\hat{A}$$

$$\text{Sen}\hat{A} \cdot (1 + M \cdot \text{Cos}N) = (M \cdot \text{Sen}N) \cdot \text{Cos}\hat{A}$$

$$I = (1 + M \cdot \text{Cos}N) \Leftrightarrow J = (M \cdot \text{Sen}N)$$

$$\text{tag}\hat{A} = \frac{J}{I} \Leftrightarrow \hat{C} = N - \hat{A}$$


Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
 Grado en Ingeniería de los Recursos Míneros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

3.- MÉTODOS BASADOS EN EL EMPLEO DEL TEODOLITO
 3.2.- MÉTODO DE INTERSECCIÓN INVERSA

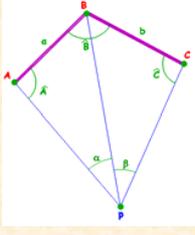
I. INVERSA SIMPLE
FUNDAMENTO Y RESOLUCIÓN

RESOLUCIÓN.-

Determinación de Acimutes.-
 $\theta_A^p = \theta_A \pm \hat{A} \Leftrightarrow \theta_B^p = \theta_B \pm \gamma_2 \Leftrightarrow \theta_C^p = \theta_C \pm \hat{C}$

Determinación de Distancias.-
 $D_A^p = \frac{a \cdot \text{Sen}\gamma_1}{\text{Sen}\alpha} \Leftrightarrow D_B^p = \frac{a \cdot \text{Sen}\hat{A}}{\text{Sen}\alpha} \Leftrightarrow D_C^p = \frac{b \cdot \text{Sen}\gamma_2}{\text{Sen}\beta}$

Determinación de Coordenadas.-
 $X_p = X_A + D_A^p \cdot \text{Sen}\theta_A^p$
 $Y_p = Y_A + D_A^p \cdot \text{Sen}\theta_A^p$



Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
 Grado en Ingeniería de los Recursos Míneros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

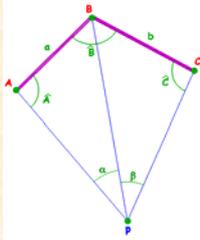
EJERCICIO PRÁCTICO Número 22.-

Para dotar de coordenadas planimétricas a un punto P, la metodología desarrollada fue la siguiente, se estacionó un Teodolito en el punto de coordenadas desconocidas, se visó a tres de coordenadas conocidas:

A [10.059,36 / 10.891,07]
B [10.436,11 / 10.909,72]
C [10.987,31 / 10.649,22]

Obteniéndose las siguientes lecturas angulares:
 $L_{PA} = 273,7199^\circ$; $L_{PB} = 286,6496^\circ$; $L_{PC} = 308,1828^\circ$

Determinar las coordenadas del punto P.



Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
 Grado en Ingeniería de los Recursos Míneros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

EJERCICIO PRÁCTICO Número 22.-

CÁLCULO DE COORDENADAS.-

DATOS ELEMENTALES.-

$$a = D_B^p = \sqrt{376,75^2 + 18,65^2} = 377,211m.$$

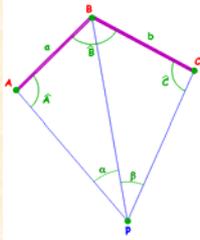
$$\theta_A^p = \text{Arctg} \frac{376,75}{18,65} = 96,8511^\circ$$

$$b = D_C^p = \sqrt{551,2^2 + 260,5^2} = 609,657m.$$

$$\theta_B^p = \text{Arctg} \frac{551,2}{260,5} = 128,1063^\circ$$

$$\hat{B} = \theta_B^p - \theta_B^c = 296,8511 - 128,1063 = 168,7448^\circ$$

$$\alpha = L_{PA}^p - L_{PA}^c = 286,6496 - 273,7199 = 12,9297^\circ$$

$$\beta = L_{PC}^p - L_{PC}^c = 308,1828 - 286,6496 = 21,5332^\circ$$


Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
 Grado en Ingeniería de los Recursos Míneros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

EJERCICIO PRÁCTICO Número 22.-

CÁLCULO DE COORDENADAS.-

DATOS INTERSECCIÓN.-

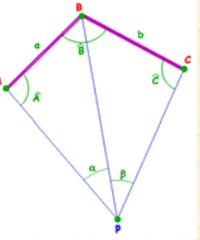
$$M = \frac{b \cdot \text{Sen}\alpha}{a \cdot \text{Sen}\beta} = \frac{609,657 \cdot \text{Sen}12,9297}{377,211 \cdot \text{Sen}21,5332} = 0,98243584$$

$$N = 400 - \alpha - \beta - \hat{B} = 400 - 12,9297 - 21,5332 - 168,7448 = 196,7923^\circ$$

$$I = 1 + M \cdot \text{Cos}N = 1 + 0,98243584 \cdot \text{Cos}196,7923 = 0,01881099374$$

$$J = M \cdot \text{Sen}N = 0,98243584 \cdot \text{Sen}196,7923 = 0,04948048555$$

$$\hat{A} = \text{Arctg} \frac{J}{I} = \text{Arctg} \frac{0,04948049}{0,01881099} = 76,8719^\circ$$

$$\hat{C} = N - \hat{A} = 196,7923 - 76,8719 = 119,9204^\circ$$


Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
 Grado en Ingeniería de los Recursos Míneros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

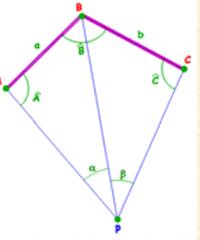
EJERCICIO PRÁCTICO Número 22.-

CÁLCULO DE COORDENADAS.-

COMPROBACIÓN DE RESULTADOS.-

$$\gamma_1 = 200 - \alpha - \hat{A} = 200 - 12,9297 - 76,8719 = 110,1984^\circ$$

$$\gamma_2 = 200 - \beta - \hat{C} = 200 - 21,5332 - 119,9204 = 58,5464^\circ$$

$$\hat{B} = \gamma_1 + \gamma_2 = 110,1984 + 58,5464 = 168,7448^\circ$$


Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
 Grado en Ingeniería de los Recursos Míneros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.

ESCUOLA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

EJERCICIO PRÁCTICO Número 22.-

CÁLCULO DE COORDENADAS.-

CÁLCULO DE ACIMUT Y DISTANCIA.-

$$\frac{D_A^p}{\text{Sen}\gamma_1} = \frac{a}{\text{Sen}\alpha} \rightarrow D_A^p = \frac{a \cdot \text{Sen}\gamma_1}{\text{Sen}\alpha}$$

$$D_A^p = \frac{377,211 \cdot \text{Sen}110,1984}{\text{Sen}12,9297} = 1846,16m.$$

$$\theta_A^p = \theta_A^a + \hat{A} = 96,8511 + 76,8719 = 173,7230^\circ$$

COORDENADAS DEL PUNTO P.-

$$D_A^p = 1846,16m.$$

$$\theta_A^p = 173,7230^\circ$$

$P \left\{ \begin{array}{l} 10.800,000 \\ 9.200,000 \end{array} \right.$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.

ESCUOLA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

3.- MÉTODOS BASADOS EN EL EMPLEO DEL TEODOLITO
3.2.- MÉTODO DE INTERSECCIÓN INVERSA

I. INVERSA MÚLTIPLE

DEFINICIÓN:

Método topográfico planimétrico que a través de mediciones exclusivamente angulares, permite obtener las coordenadas X,Y de varios puntos observando con la secuencia de observaciones descritas en el gráfico adjunto.

VENTAJAS:

- Lugares de observación inaccesibles.
- Permite comprobar otras metodologías.
- No es necesario medir distancias.
- Buenas tolerancias.

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.

ESCUOLA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

3.- MÉTODOS BASADOS EN EL EMPLEO DEL TEODOLITO
3.2.- MÉTODO DE INTERSECCIÓN INVERSA

I. INVERSA MÚLTIPLE

FUNDAMENTO:

$$\left. \begin{array}{l} A(x, y) \\ B(x, y) \\ C(x, y) \end{array} \right\} \begin{array}{l} a = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2} \\ b = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2} \\ \theta_B^A - \theta_B^C - \theta_C^B - \theta_C^A \end{array}$$

$CAMPO \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \alpha_1 - \alpha_2 - \alpha_3 \dots \\ \beta_1 - \beta_2 - \beta_3 \dots \end{array} \right.$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.

ESCUOLA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

3.- MÉTODOS BASADOS EN EL EMPLEO DEL TEODOLITO
3.2.- MÉTODO DE INTERSECCIÓN INVERSA

I. INVERSA MÚLTIPLE

RESOLUCIÓN:

$$(1) \frac{a}{\text{Sen}\alpha_1} = \frac{P_1B}{\text{Sen}\hat{A}} \quad (3) \frac{P_2B}{\text{Sen}\alpha_3} = \frac{P_3B}{\text{Sen}\beta_2}$$

$$(2) \frac{P_1B}{\text{Sen}\alpha_2} = \frac{P_2B}{\text{Sen}\beta_1} \quad (4) \frac{P_2B}{\text{Sen}\hat{C}} = \frac{b}{\text{Sen}\beta_3}$$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.

ESCUOLA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

3.- MÉTODOS BASADOS EN EL EMPLEO DEL TEODOLITO
3.2.- MÉTODO DE INTERSECCIÓN INVERSA

I. INVERSA MÚLTIPLE

RESOLUCIÓN:

$$(1=2) \Rightarrow \frac{a \cdot \text{Sen}\hat{A}}{\text{Sen}\alpha_1} = \frac{P_2B \cdot \text{Sen}\alpha_2}{\text{Sen}\beta_1} \rightarrow P_2B = \frac{a \cdot \text{Sen}\hat{A} \cdot \text{Sen}\beta_1}{\text{Sen}\alpha_1 \cdot \text{Sen}\alpha_2}$$

$$(3=4) \Rightarrow \frac{P_2B \cdot \text{Sen}\beta_2}{\text{Sen}\alpha_3} = \frac{b \cdot \text{Sen}\hat{C}}{\text{Sen}\beta_3} \rightarrow P_2B = \frac{b \cdot \text{Sen}\hat{C} \cdot \text{Sen}\alpha_3}{\text{Sen}\beta_3 \cdot \text{Sen}\beta_2}$$

$$\frac{a \cdot \text{Sen}\hat{A} \cdot \text{Sen}\beta_1}{\text{Sen}\alpha_1 \cdot \text{Sen}\alpha_2} = \frac{b \cdot \text{Sen}\hat{C} \cdot \text{Sen}\alpha_3}{\text{Sen}\beta_3 \cdot \text{Sen}\beta_2}$$

$$M = \frac{\text{Sen}\hat{A}}{\text{Sen}\hat{C}} = \frac{b \cdot \text{Sen}\alpha_1 \cdot \text{Sen}\alpha_2 \cdot \text{Sen}\alpha_3}{a \cdot \text{Sen}\beta_1 \cdot \text{Sen}\beta_2 \cdot \text{Sen}\beta_3}$$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.

ESCUOLA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

3.- MÉTODOS BASADOS EN EL EMPLEO DEL TEODOLITO
3.2.- MÉTODO DE INTERSECCIÓN INVERSA

I. INVERSA MÚLTIPLE

RESOLUCIÓN:

$$\hat{A} + \hat{B} + \hat{C} + \alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \beta_1 + \beta_2 + \beta_3 = (n-2) \cdot 200$$

$$N = \hat{A} + \hat{C} = 200 \cdot (n-2) - [\hat{B} + \alpha_1 + \beta_1 + \alpha_2 + \beta_2 + \dots]$$

$$M = \frac{\text{Sen}\hat{A}}{\text{Sen}\hat{C}} \left\{ \begin{array}{l} \text{Sen}\hat{A} = M \cdot \text{Sen}(N - \hat{A}) \\ \text{Sen}\hat{A} = M[\text{Sen}N \cdot \text{Cos}\hat{A} - \text{Cos}N \cdot \text{Sen}\hat{A}] \\ \text{Sen}\hat{A} \cdot [1 + M \cdot \text{Cos}N] = [M \text{Sen}N] \cdot \text{Cos}\hat{A} \end{array} \right.$$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

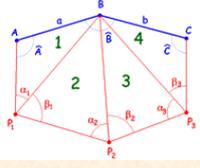
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

3.- MÉTODOS BASADOS EN EL EMPLEO DEL TEODOLITO
3.2.- MÉTODO DE INTERSECCIÓN INVERSA

I. INVERSA MÚLTIPLE

RESOLUCIÓN:



$$\left. \begin{aligned} I &= 1 + M \cdot \cos N \\ J &= M \cdot \sin N \end{aligned} \right\} \begin{aligned} I \cdot \operatorname{Sen} \hat{A} &= J \cdot \cos \hat{A} \\ \operatorname{Tang} \hat{A} &= \frac{J}{I} \rightarrow \hat{A} = \operatorname{Arctg} \frac{J}{I} \\ \hat{C} &= N - \hat{A} \end{aligned}$$

$$\left. \begin{aligned} \theta_A^\beta &= \theta_B^\alpha \pm \hat{A} \\ D_A^\beta &= \frac{a \cdot \operatorname{Sen}(200^\circ - \hat{A} - \alpha_1)}{\operatorname{Sen} \alpha_1} \end{aligned} \right\} \begin{aligned} X_{P_1} &= X_A + D_A^\beta \cdot \operatorname{Sen} \theta_A^\beta \\ Y_{P_1} &= Y_A + D_A^\beta \cdot \cos \theta_A^\beta \end{aligned}$$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.

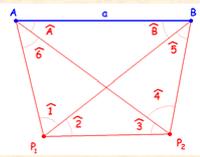
ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

3.- MÉTODOS BASADOS EN EL EMPLEO DEL TEODOLITO
3.2.- MÉTODO DE INTERSECCIÓN INVERSA

PROCEDIMIENTO DE HANSEN

DEFINICIÓN:

Método topográfico planimétrico que a través de mediciones exclusivamente angulares, permite obtener las coordenadas X,Y de varios puntos observando con la secuencia de observaciones descritas en el gráfico adjunto.



VENTAJAS:

- Lugares de observación inaccesibles.
- Permite comprobar otras metodologías.
- No es necesario medir distancias.
- Buenas tolerancias.

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

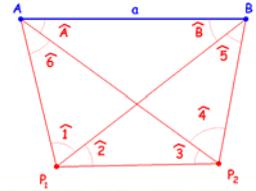
3.- MÉTODOS BASADOS EN EL EMPLEO DEL TEODOLITO
3.2.- MÉTODO DE INTERSECCIÓN INVERSA

PROCEDIMIENTO DE HANSEN

FUNDAMENTO:

$$\left. \begin{aligned} A(x, y) \\ B(x, y) \end{aligned} \right\} \begin{aligned} a &= \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2} \\ \theta_B^A - \theta_A^B \end{aligned}$$

CAMPO $\Rightarrow \{ \hat{1} - \hat{2} - \hat{3} - \hat{4} \}$



Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

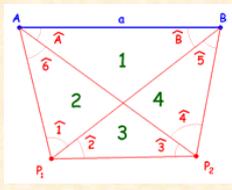
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

3.- MÉTODOS BASADOS EN EL EMPLEO DEL TEODOLITO
3.2.- MÉTODO DE INTERSECCIÓN INVERSA

PROCEDIMIENTO DE HANSEN

RESOLUCIÓN:



$$\begin{aligned} (1) \Rightarrow \frac{P_1 A}{\operatorname{Sen} \hat{B}} &= \frac{a}{\operatorname{Sen} \hat{1}} & (3) \Rightarrow \frac{B P_2}{\operatorname{Sen} \hat{2}} &= \frac{P_1 P_2}{\operatorname{Sen} \hat{5}} \\ (2) \Rightarrow \frac{P_1 P_2}{\operatorname{Sen} \hat{6}} &= \frac{P_1 A}{\operatorname{Sen} \hat{3}} & (4) \Rightarrow \frac{a}{\operatorname{Sen} \hat{4}} &= \frac{B P_2}{\operatorname{Sen} \hat{4}} \end{aligned}$$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

3.- MÉTODOS BASADOS EN EL EMPLEO DEL TEODOLITO
3.2.- MÉTODO DE INTERSECCIÓN INVERSA

PROCEDIMIENTO DE HANSEN

RESOLUCIÓN:

$$\begin{aligned} (1) \Rightarrow \frac{P_1 A}{\operatorname{Sen} \hat{B}} &= \frac{a}{\operatorname{Sen} \hat{1}} & (3) \Rightarrow \frac{B P_2}{\operatorname{Sen} \hat{2}} &= \frac{P_1 P_2}{\operatorname{Sen} \hat{5}} \\ (2) \Rightarrow \frac{P_1 P_2}{\operatorname{Sen} \hat{6}} &= \frac{P_1 A}{\operatorname{Sen} \hat{3}} & (4) \Rightarrow \frac{a}{\operatorname{Sen} \hat{4}} &= \frac{B P_2}{\operatorname{Sen} \hat{4}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (1=2) \Rightarrow \frac{a \cdot \operatorname{Sen} \hat{B}}{\operatorname{Sen} \hat{1}} &= \frac{P_1 P_2 \cdot \operatorname{Sen} \hat{3}}{\operatorname{Sen} \hat{6}} \rightarrow P_1 P_2 = \frac{a \cdot \operatorname{Sen} \hat{B} \cdot \operatorname{Sen} \hat{6}}{\operatorname{Sen} \hat{1} \cdot \operatorname{Sen} \hat{3}} \\ (3=4) \Rightarrow \frac{P_1 P_2 \cdot \operatorname{Sen} \hat{2}}{\operatorname{Sen} \hat{5}} &= \frac{a \cdot \operatorname{Sen} \hat{A}}{\operatorname{Sen} \hat{4}} \rightarrow P_1 P_2 = \frac{a \cdot \operatorname{Sen} \hat{A} \cdot \operatorname{Sen} \hat{5}}{\operatorname{Sen} \hat{2} \cdot \operatorname{Sen} \hat{4}} \end{aligned}$$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

3.- MÉTODOS BASADOS EN EL EMPLEO DEL TEODOLITO
3.2.- MÉTODO DE INTERSECCIÓN INVERSA

PROCEDIMIENTO DE HANSEN

RESOLUCIÓN:

$$P_1 P_2 = \frac{a \cdot \operatorname{Sen} \hat{B} \cdot \operatorname{Sen} \hat{6}}{\operatorname{Sen} \hat{1} \cdot \operatorname{Sen} \hat{3}} = \frac{a \cdot \operatorname{Sen} \hat{A} \cdot \operatorname{Sen} \hat{5}}{\operatorname{Sen} \hat{2} \cdot \operatorname{Sen} \hat{4}}$$

$$M = \frac{\operatorname{Sen} \hat{A}}{\operatorname{Sen} \hat{B}} = \frac{\operatorname{Sen} \hat{2} \cdot \operatorname{Sen} \hat{4} \cdot \operatorname{Sen} \hat{6}}{\operatorname{Sen} \hat{1} \cdot \operatorname{Sen} \hat{3} \cdot \operatorname{Sen} \hat{5}}$$

$$400 = \hat{1} + \hat{2} + \hat{3} + \hat{4} + \hat{5} + \hat{6} + \hat{A} + \hat{B}$$

$$N = \hat{A} + \hat{B} = 400 - \hat{1} - \hat{2} - \hat{3} - \hat{4} - \hat{5} - \hat{6}$$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.

ESCUOLA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

3.- MÉTODOS BASADOS EN EL EMPLEO DEL TEODOLITO
3.2.- MÉTODO DE INTERSECCIÓN INVERSA

PROCEDIMIENTO DE HANSEN

RESOLUCIÓN:

$$M = \frac{\text{Sen}\hat{A}}{\text{Sen}\hat{B}} \left\{ \begin{array}{l} \text{Sen}\hat{A} = M \cdot \text{Sen}(N - \hat{A}) \\ \text{Sen}\hat{A} = M[\text{Sen}N \cdot \text{Cos}\hat{A} - \text{Cos}N \cdot \text{Sen}\hat{A}] \\ \text{Sen}\hat{A} \cdot [1 + M \cdot \text{Cos}N] = [M\text{Sen}N] \cdot \text{Cos}\hat{A} \end{array} \right.$$

$$N = \hat{A} + \hat{B}$$

$$I \cdot \text{Sen}\hat{A} = J \cdot \text{Cos}\hat{A}$$

$$\left. \begin{array}{l} I = 1 + M \cdot \text{Cos}N \\ J = M \cdot \text{Sen}N \end{array} \right\} \text{Tang}\hat{A} = \frac{J}{I} \rightarrow \hat{A} = \text{Arctg} \frac{J}{I}$$

$$\hat{B} = N - \hat{A}$$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.

ESCUOLA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

3.- MÉTODOS BASADOS EN EL EMPLEO DEL TEODOLITO
3.2.- MÉTODO DE INTERSECCIÓN INVERSA

PROCEDIMIENTO DE HANSEN

RESOLUCIÓN:

$$\theta_A^P = \theta_A^B \pm (\hat{\theta} + \hat{A})$$

$$D_A^P = \frac{a \cdot \text{Sen}\hat{B}}{\text{Sen}\hat{I}}$$

$$X_{P1} = X_A + D_A^P \cdot \text{Sen}\theta_A^P$$

$$Y_{P1} = Y_A + D_A^P \cdot \text{Cos}\theta_A^P$$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.

ESCUOLA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

EJERCICIO PRÁCTICO Número 23.-
SUPUESTO PRÁCTICO III-3 (Pág. 60)

| PUNTOS | DISTANCIA REDUCIDA | | ÁNGULO H | | | |
|--------|--------------------|--------|----------|-----|--------|----------|
| | Estación | Visado | metros | mm | Grados | Segundos |
| P1 | A | B | 6.235 | 2.4 | 6.235 | 2.4 |
| | | P2 | 3.481 | 8.0 | 3.481 | 8.0 |
| P2 | P1 | A | 2.229 | 7.3 | 2.229 | 7.3 |
| | | B | 2.297 | 3.8 | 2.297 | 3.8 |
| P3 | P1 | A | 2.570 | 3.2 | 2.570 | 3.2 |
| | | B | 2.570 | 3.3 | 2.570 | 3.3 |
| P4 | P3 | A | 1.966 | 7.8 | 1.966 | 7.8 |
| | | B | 1.731 | 2.4 | 1.731 | 2.4 |
| P5 | P4 | A | 3.733 | 1.2 | 3.733 | 1.2 |
| | | B | 1.911 | 1.9 | 1.911 | 1.9 |
| P6 | P5 | A | 3.911 | 1.1 | 3.911 | 1.1 |
| | | B | 2.448 | 6.1 | 2.448 | 6.1 |
| P7 | P6 | A | 4.486 | 2.1 | 4.486 | 2.1 |
| | | B | 2.114 | 5.8 | 2.114 | 5.8 |
| P8 | P7 | A | 1.345 | 5.8 | 1.345 | 5.8 |
| | | B | 2.731 | 1.6 | 2.731 | 1.6 |
| P9 | P8 | A | 7.116 | 1.5 | 7.116 | 1.5 |
| | | B | 3.447 | 2.7 | 3.447 | 2.7 |
| P10 | P9 | A | 1.447 | 2.8 | 1.447 | 2.8 |
| | | B | 2.322 | 2.7 | 2.322 | 2.7 |
| P11 | P10 | A | 2.232 | 2.8 | 2.232 | 2.8 |
| | | B | 1.044 | 2.1 | 1.044 | 2.1 |
| P12 | P11 | A | 3.042 | 1.2 | 3.042 | 1.2 |
| | | B | 1.517 | 3.8 | 1.517 | 3.8 |
| P13 | P12 | A | 3.911 | 1.1 | 3.911 | 1.1 |
| | | B | 3.911 | 1.1 | 3.911 | 1.1 |

Con el objetivo de implantar a lo largo de una explotación minera a cielo abierto una red de vértices topográficos, desde los cuales realizar las diferentes actividades topográficas a desarrollar dentro de cualquier explotación minera, se llevan a cabo las siguientes actividades topográficas:

Sabiendo que las coordenadas de A y B:
A [410.256,256 / 4.802.325,444]
B [407.491,296 / 4.801.555,318]

OBTENER LAS COORDENADAS DE LOS VÉRTICES P1, P2, P3, P4 y P5.

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.

ESCUOLA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

EJERCICIO PRÁCTICO Número 23.-
SUPUESTO PRÁCTICO III-3 (Pág. 60)

CÁLCULO DE PROMEDIOS

| PUNTOS | DISTANCIA REDUCIDA | | ÁNGULO H | | | |
|--------|--------------------|--------|----------|-----|--------|----------|
| | Estación | Visado | metros | mm | Grados | Segundos |
| P1 | A | B | 6.235 | 2.4 | 6.235 | 2.4 |
| | | P2 | 3.481 | 8.0 | 3.481 | 8.0 |
| P2 | P1 | A | 2.229 | 7.3 | 2.229 | 7.3 |
| | | B | 2.297 | 3.8 | 2.297 | 3.8 |
| P3 | P1 | A | 2.570 | 3.2 | 2.570 | 3.2 |
| | | B | 2.570 | 3.3 | 2.570 | 3.3 |
| P4 | P3 | A | 1.966 | 7.8 | 1.966 | 7.8 |
| | | B | 1.731 | 2.4 | 1.731 | 2.4 |
| P5 | P4 | A | 3.733 | 1.2 | 3.733 | 1.2 |
| | | B | 1.911 | 1.9 | 1.911 | 1.9 |
| P6 | P5 | A | 3.911 | 1.1 | 3.911 | 1.1 |
| | | B | 2.448 | 6.1 | 2.448 | 6.1 |
| P7 | P6 | A | 4.486 | 2.1 | 4.486 | 2.1 |
| | | B | 2.114 | 5.8 | 2.114 | 5.8 |
| P8 | P7 | A | 1.345 | 5.8 | 1.345 | 5.8 |
| | | B | 2.731 | 1.6 | 2.731 | 1.6 |
| P9 | P8 | A | 7.116 | 1.5 | 7.116 | 1.5 |
| | | B | 3.447 | 2.7 | 3.447 | 2.7 |
| P10 | P9 | A | 1.447 | 2.8 | 1.447 | 2.8 |
| | | B | 2.322 | 2.7 | 2.322 | 2.7 |
| P11 | P10 | A | 2.232 | 2.8 | 2.232 | 2.8 |
| | | B | 1.044 | 2.1 | 1.044 | 2.1 |
| P12 | P11 | A | 3.042 | 1.2 | 3.042 | 1.2 |
| | | B | 1.517 | 3.8 | 1.517 | 3.8 |

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.

ESCUOLA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

EJERCICIO PRÁCTICO Número 23.-
SUPUESTO PRÁCTICO III-3 (Pág. 60)

RESOLUCIÓN DE HANSEN

$$D_A^B = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2} = 2.870,208 \text{ m}$$

$$\hat{1} = 85,8278$$

$$\hat{2} = 74,7935$$

$$\hat{3} = 17,9950$$

$$\hat{4} = 53,7423$$

$$\hat{5} = 53,4692$$

$$\hat{6} = 21,3836$$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.

ESCUOLA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

EJERCICIO PRÁCTICO Número 23.-
SUPUESTO PRÁCTICO III-3 (Pág. 60)

RESOLUCIÓN DE HANSEN

$$M = \frac{\text{Sen}\hat{A}}{\text{Sen}\hat{B}} \left\{ \begin{array}{l} \text{Sen}\hat{A} = \text{Sen}\hat{2} \cdot \text{Sen}\hat{4} \cdot \text{Sen}\hat{6} \\ \text{Sen}\hat{A} = \text{Sen}\hat{1} \cdot \text{Sen}\hat{3} \cdot \text{Sen}\hat{5} \end{array} \right. \left. \begin{array}{l} I = 1 + M \cdot \text{Cos}N \\ J = M \cdot \text{Sen}N \end{array} \right\} \left\{ \begin{array}{l} \hat{A} = \text{Arctg} \frac{J}{I} \\ \hat{C} = N - \hat{A} \end{array} \right.$$

$$N = \hat{A} + \hat{B} = 400 - \hat{1} - \hat{2} - \hat{3} - \hat{4} - \hat{5} - \hat{6}$$

$$\hat{A} = 49,6641$$

$$\hat{B} = 43,1244$$

$$P_1 = [409.031,156 / 4.803.704,280]$$

$$P_2 = [406.906,765 / 4.804.192,316]$$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

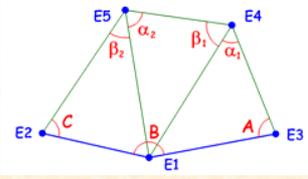

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

EJERCICIO PRÁCTICO Número 23.-
SUPUESTO PRÁCTICO III-3 (Pág. 60)

RESOLUCIÓN POLIGONAL
 $P_3 = [411.557,460 / 4.804.177,962]$

RESOLUCIÓN INVERSA MÚLTIPLE



$\alpha_1 = 59,7026$
 $\alpha_2 = 80,9144$
 $\beta_1 = 73,5666$
 $\beta_2 = 47,6311$
 $\hat{B} = 173,8248$

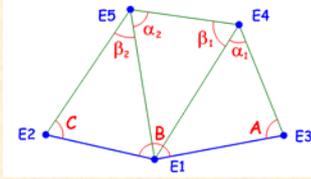
Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Míneros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

EJERCICIO PRÁCTICO Número 23.-
SUPUESTO PRÁCTICO III-3 (Pág. 60)

RESOLUCIÓN INVERSA MÚLTIPLE



$M = \frac{\text{Sen}\hat{A}}{\text{Sen}\hat{C}} = \frac{b \cdot \text{Sen}\alpha_1 \cdot \text{Sen}\alpha_2 \cdot \text{Sen}\alpha_3}{a \cdot \text{Sen}\beta_1 \cdot \text{Sen}\beta_2 \cdot \text{Sen}\beta_3}$
 $I = 1 + M \cdot \text{Cos}N$
 $J = M \cdot \text{Sen}N$
 $I \cdot \text{Sen}\hat{A} = J \cdot \text{Cos}\hat{A}$
 $\text{Tang}\hat{A} = \frac{J}{I} \rightarrow \hat{A} = \text{Arctg} \frac{J}{I}$
 $\hat{C} = N - \hat{A}$
 $\hat{A} = 87,5036$
 $\hat{C} = 76,8569$

$P_4 = [410.681,866 / 4.806.359,769]$
 $P_5 = [408.557,474 / 4.806.661,203]$

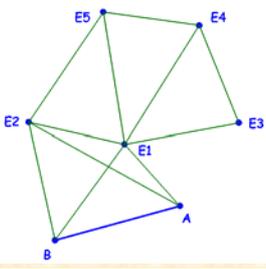
Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Míneros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

EJERCICIO PRÁCTICO Número 23.-
SUPUESTO PRÁCTICO III-3 (Pág. 60)

ESQUEMA FINAL



$P_1 = [409.031,156 / 4.803.704,280]$
 $P_2 = [406.906,765 / 4.804.192,316]$
 $P_3 = [411.557,460 / 4.804.177,962]$
 $P_4 = [410.681,866 / 4.806.359,769]$
 $P_5 = [408.557,474 / 4.806.661,203]$

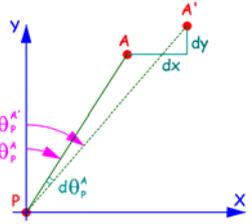
Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Míneros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

3.- MÉTODOS BASADOS EN EL EMPLEO DEL TEODOLITO
3.2.- MÉTODO DE INTERSECCIÓN INVERSA

EL ERROR EN LA INTERSECCIÓN INVERSA



$\text{Tg}\theta_p^A = \frac{X_A - X_p}{Y_A - Y_p}$
 $\frac{1}{\text{Cos}^2\theta_p^A} \cdot d\theta_p^A = \frac{Y_A - Y_p}{(Y_A - Y_p)^2} \cdot dx - \frac{X_A - X_p}{(Y_A - Y_p)^2} \cdot dy$
 $\text{Cos}\theta_p^A = \frac{Y_A - Y_p}{D_p^A}$
 $d\theta_p^A = \frac{Y_A - Y_p}{(D_p^A)^2} \cdot dx - \frac{X_A - X_p}{(D_p^A)^2} \cdot dy$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Míneros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

3.- MÉTODOS BASADOS EN EL EMPLEO DEL TEODOLITO
3.2.- MÉTODO DE INTERSECCIÓN INVERSA

EL ERROR EN LA INTERSECCIÓN INVERSA

$d\theta_p^A = \frac{Y_A - Y_p}{(D_p^A)^2} \cdot dx - \frac{X_A - X_p}{(D_p^A)^2} \cdot dy$
 $\text{Cos}\theta_p^A = \frac{Y_A - Y_p}{D_p^A}; \text{Sen}\theta_p^A = \frac{X_A - X_p}{D_p^A}$
 $d\theta_p^A = \frac{\text{Cos}\theta_p^A}{D_p^A} \cdot dx - \frac{\text{Sen}\theta_p^A}{D_p^A} \cdot dy$

$d\theta_p^A = \frac{\text{Sen}\theta_p^A}{D_p^A} \cdot dy - \frac{\text{Cos}\theta_p^A}{D_p^A} \cdot dx$
 $d\theta_p^B = \frac{\text{Sen}\theta_p^B}{D_p^B} \cdot dy - \frac{\text{Cos}\theta_p^B}{D_p^B} \cdot dx$
 $d\theta_p^C = \frac{\text{Sen}\theta_p^C}{D_p^C} \cdot dy - \frac{\text{Cos}\theta_p^C}{D_p^C} \cdot dx$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Míneros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

3.- MÉTODOS BASADOS EN EL EMPLEO DEL TEODOLITO
3.2.- MÉTODO DE INTERSECCIÓN INVERSA

EL ERROR EN LA INTERSECCIÓN INVERSA

$\alpha = \theta_p^A - \theta_p^B \Rightarrow d\alpha = d\theta_p^A - d\theta_p^B$
 $\beta = \theta_p^C - \theta_p^B \Rightarrow d\beta = d\theta_p^C - d\theta_p^B$

$d\alpha = \left[\frac{\text{Sen}\theta_p^B}{D_p^B} - \frac{\text{Sen}\theta_p^A}{D_p^A} \right] \cdot dy - \left[\frac{\text{Cos}\theta_p^B}{D_p^B} - \frac{\text{Cos}\theta_p^A}{D_p^A} \right] \cdot dx$
 $d\beta = \left[\frac{\text{Sen}\theta_p^C}{D_p^C} - \frac{\text{Sen}\theta_p^B}{D_p^B} \right] \cdot dy - \left[\frac{\text{Cos}\theta_p^C}{D_p^C} - \frac{\text{Cos}\theta_p^B}{D_p^B} \right] \cdot dx$
 $\frac{1}{D_p^A} = r_A; \frac{1}{D_p^B} = r_B; \frac{1}{D_p^C} = r_C$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Míneros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODÉSICA Y FOTOGAMETRÍA.

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

3.- MÉTODOS BASADOS EN EL EMPLEO DEL TEODOLITO
3.2.- MÉTODO DE INTERSECCIÓN INVERSA

EL ERROR EN LA INTERSECCIÓN INVERSA

$$d\alpha = [r_B \cdot \text{Sen} \theta_p^B - r_A \cdot \text{Sen} \theta_p^A] \cdot dy - [r_B \cdot \text{Cos} \theta_p^B - r_A \cdot \text{Cos} \theta_p^A] \cdot dx$$

$$d\beta = [r_C \cdot \text{Sen} \theta_p^C - r_B \cdot \text{Sen} \theta_p^B] \cdot dy - [r_C \cdot \text{Cos} \theta_p^C - r_B \cdot \text{Cos} \theta_p^B] \cdot dx$$

$$d\alpha \cong d\beta \cong \varepsilon_r^H$$

$$\left. \begin{matrix} r_A, r_B, r_C = \frac{1}{D} \\ \theta_p^A, \theta_p^B, \theta_p^C \end{matrix} \right\} dx; dy$$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODÉSICA Y FOTOGAMETRÍA.

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

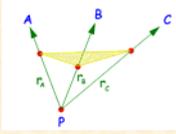
3.- MÉTODOS BASADOS EN EL EMPLEO DEL TEODOLITO
3.2.- MÉTODO DE INTERSECCIÓN INVERSA

EL ERROR EN LA INTERSECCIÓN INVERSA

$$error = \sqrt{dx^2 + dy^2} \left\{ \begin{matrix} error = \frac{\varepsilon_r^H \cdot \sqrt{2}}{2 \cdot S} \cdot \sqrt{L_{mayor}^2 + L_{medio}^2} \end{matrix} \right.$$

$$\varepsilon_r^H = \sqrt{\varepsilon_r^2 + \varepsilon_a^2 + \varepsilon_p^2 + \varepsilon_i^2}$$

L_{mayor} = Lado mayor Triángulo
 L_{menor} = Lado medio Triángulo
S = Superficie Triángulo



Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODÉSICA Y FOTOGAMETRÍA.

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

3.- MÉTODOS BASADOS EN EL EMPLEO DEL TEODOLITO
3.2.- MÉTODO DE INTERSECCIÓN INVERSA

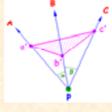
RESUMEN ERROR EN LA INTERSECCIÓN INVERSA

$$Error = \frac{\varepsilon_r^H \cdot \sqrt{2}}{2 \cdot S} \cdot \sqrt{L_{MAYOR}^2 + L_{MEDIO}^2}$$

$$\varepsilon_r^H \Rightarrow \begin{cases} Ee + Ep = 1cm. \\ \text{Si Bessel} \end{cases}$$

L_{MAYOR} y $L_{MEDIO} \Rightarrow$ Lados triángulo
 $S \Rightarrow$ Superficie triángulo
 $S = \frac{1}{2} \cdot \sum_1^N [(X_{N+1} - X_N) \cdot (Y_{N+1} + Y_N)]$

Posición de a' b' c':
 $D_p^a = \frac{1}{D_p^b} \Leftrightarrow D_p^a = \frac{1}{D_p^c} \Leftrightarrow D_p^b = \frac{1}{D_p^c}$
 $\theta_p^a = \theta_p^b \Leftrightarrow \theta_p^a = \theta_p^c \Leftrightarrow \theta_p^b = \theta_p^c$



Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODÉSICA Y FOTOGAMETRÍA.

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

4.- MÉTODOS BASADOS EN EL EMPLEO DEL DISTANCIÓMETRO
4.1.- LA DISTANCIOMETRÍA

INTRODUCCIÓN

ANTES:
Buenas precisiones
angulares

↓

Métodos basados en la
medición de ángulos

↔

AHORA:
Buenas precisiones
distancométricas

↓

Métodos basados en la
medición de distancias

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODÉSICA Y FOTOGAMETRÍA.

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

4.- MÉTODOS BASADOS EN EL EMPLEO DEL DISTANCIÓMETRO
4.1.- LA DISTANCIOMETRÍA

METODOLOGÍAS DISTANCIOMÉTRICAS

Intersección Directa
Angular

↓

Intersección Directa
Distancométrica

Triangulación

↓

Trilateración

Intersección Inversa
Angular

↓

Intersección Inversa
Distancométrica

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODÉSICA Y FOTOGAMETRÍA.

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

4.- MÉTODOS BASADOS EN EL EMPLEO DEL DISTANCIÓMETRO
4.1.- LA DISTANCIOMETRÍA

VENTAJAS DE LA DISTANCIOMETRÍA

- Buenas precisiones.
- Rapidez y comodidad en la observación.
- Independencia del observador.
- Buenos alcances al observar distancias.
- Permite determinaciones altimétricas.

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.

ESCUOLA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

4.- MÉTODOS BASADOS EN EL EMPLEO DEL DISTANCIÓMETRO
4.2.- LA INTERSECCIÓN DE DISTANCIAS

INTERSECCIÓN DE DISTANCIAS

CONCEPTO

Intersección Directa Distancias

↓

Intersección Inversa Distancias

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.

ESCUOLA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

4.- MÉTODOS BASADOS EN EL EMPLEO DEL DISTANCIÓMETRO
4.2.- LA INTERSECCIÓN DE DISTANCIAS

INTERSECCIÓN DE DISTANCIAS

DATOS 1(X₁, Y₁)
2(X₂, Y₂)
D_v¹ = D_{1v}
D_v² = D_{2v}

INCOGNITAS
 α y β

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.

ESCUOLA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

4.- MÉTODOS BASADOS EN EL EMPLEO DEL DISTANCIÓMETRO
4.2.- LA INTERSECCIÓN DE DISTANCIAS

INTERSECCIÓN DE DISTANCIAS

RESOLUCIÓN

$$D_v^2 = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2}$$

$$\theta_1^2 = \text{Arctg} \frac{\Delta x}{\Delta y}$$

$$(D_v^2)^2 = (D_1^1)^2 + (D_1^2)^2 - 2 \cdot D_1^1 \cdot D_1^2 \cdot \cos \alpha$$

$$\alpha = \text{Ar} \cos \left(\frac{(D_v^2)^2 - (D_1^1)^2 - (D_1^2)^2}{2 \cdot D_1^1 \cdot D_1^2} \right)$$

$$\theta_v^1 = \theta_1^2 \pm \alpha$$

$$X_v = X_1 + D_v^1 \cdot \text{Sen} \theta_v^1$$

$$Y_v = Y_1 + D_v^1 \cdot \text{Cos} \theta_v^1$$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.

ESCUOLA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

4.- MÉTODOS BASADOS EN EL EMPLEO DEL DISTANCIÓMETRO
4.2.- LA INTERSECCIÓN DE DISTANCIAS

TRILATERACIÓN

CONCEPTO Y RESOLUCIÓN

Método topográfico que a partir de una base topográfica y distancias a una serie de vértices es capaz de determinar las coordenadas de éstos.

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.

ESCUOLA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

4.- MÉTODOS BASADOS EN EL EMPLEO DEL DISTANCIÓMETRO
4.2.- LA INTERSECCIÓN DE DISTANCIAS

TRILATERACIÓN

GENERALIDADES

- Los ángulos intersección deben ser lo mayores posibles para tener poco error.
- La figura de transmisión de distancias es el triángulo ya que al tener menor número de lados tiene mayor redundancia.
- En la trilateración la base no es tan importante como en la triangulación ya que el trabajo se puede orientar desde cualquier vértice.
- La medición de ángulos siempre es necesaria (V).

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.

ESCUOLA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

4.- MÉTODOS BASADOS EN EL EMPLEO DEL DISTANCIÓMETRO
4.3.- CÁLCULO DE LA TOLERANCIA

TOLERANCIAS

$$\text{Error} = \frac{D \cdot \varepsilon}{\sqrt{2} \cdot \text{Sen} \frac{\gamma}{2}}$$

D = Distancia mayor de las observadas
 ε = Error Relativo medida de distancias
 γ = Ángulo Intersección

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

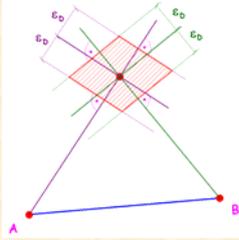

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

4.- MÉTODOS BASADOS EN EL EMPLEO DEL DISTANCIÓMETRO
 4.3.- CÁLCULO DE LA TOLERANCIA

TOLERANCIAS

Considerando que al realizar las dos observaciones distanciométricas necesarias en toda intersección directa se comete un error en la medida de la distancia ϵ_D , se genera una zona de incertidumbre en la que es previsible que se encuentre realmente la posición del punto objeto de determinación, tal y como se puede apreciar en la siguiente figura:



Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

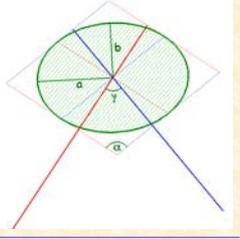

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

4.- MÉTODOS BASADOS EN EL EMPLEO DEL DISTANCIÓMETRO
 4.3.- CÁLCULO DE LA TOLERANCIA

TOLERANCIAS

Considerando que en el entorno de la intersección de visuales, las desviaciones distanciométricas se pueden considerar perpendiculares, y que la probabilidad de que se produzcan las máximas desviaciones en ambas visuales es mínima, se encaja en el interior del polígono una elipse cuyo semieje mayor se considera la tolerancia de las intersecciones distanciométricas.



Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

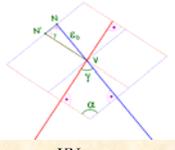

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

4.- MÉTODOS BASADOS EN EL EMPLEO DEL DISTANCIÓMETRO
 4.3.- CÁLCULO DE LA TOLERANCIA

TOLERANCIAS

Para el establecimiento del semieje mayor de la elipse de error es necesario apoyarse en la teoría de los diámetros conjugados de una elipse formulada por Apolonio.



En el triángulo VNN' , VN' es el diámetro conjugado, cuyo valor es de fácil obtención partiendo de que al valor VN coincide con el valor del error absoluto en la medición de las distancias:

$$VN = \epsilon_D$$

$$\text{sen } \gamma = \frac{VN}{VN'} \Rightarrow VN' = \frac{VN}{\text{sen } \gamma}$$

$$VN' = \frac{\epsilon_D}{\text{sen } \gamma}$$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

4.- MÉTODOS BASADOS EN EL EMPLEO DEL DISTANCIÓMETRO
 4.3.- CÁLCULO DE LA TOLERANCIA

TOLERANCIAS

Aplicando la teoría de los diámetros conjugados se puede obtener el semieje mayor de la elipse de error mediante las siguientes expresiones:

$$a^2 + b^2 = 2 \cdot VN'^2$$

$$2 \cdot a \cdot b = 2 \cdot VN'^2 \cdot \text{sen } \gamma$$

Sumando las dos expresiones anteriores, resulta:

$$a^2 + b^2 + 2 \cdot a \cdot b = 2 \cdot VN'^2 \cdot (1 + \text{sen } \gamma)$$

$$(a + b)^2 = 2 \cdot VN'^2 \cdot (1 + \text{sen } \gamma)$$

$$(a + b) = \sqrt{2} \cdot VN' \cdot \sqrt{1 + \text{sen } \gamma}$$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

4.- MÉTODOS BASADOS EN EL EMPLEO DEL DISTANCIÓMETRO
 4.3.- CÁLCULO DE LA TOLERANCIA

TOLERANCIAS

Restando esas mismas expresiones:

$$a^2 + b^2 - 2 \cdot a \cdot b = 2 \cdot VN'^2 \cdot (1 - \text{sen } \gamma)$$

$$(a - b)^2 = 2 \cdot VN'^2 \cdot (1 - \text{sen } \gamma)$$

$$(a - b) = \sqrt{2} \cdot VN' \cdot \sqrt{1 - \text{sen } \gamma}$$

Sumando ahora las dos expresiones deducidas anteriormente, se obtiene:

$$2 \cdot a = \sqrt{2} \cdot VN' \cdot [\sqrt{1 + \text{sen } \gamma} + \sqrt{1 - \text{sen } \gamma}]$$

$$a = \frac{\sqrt{2} \cdot VN'}{2} \cdot [\sqrt{1 + \text{sen } \gamma} + \sqrt{1 - \text{sen } \gamma}]$$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

4.- MÉTODOS BASADOS EN EL EMPLEO DEL DISTANCIÓMETRO
 4.3.- CÁLCULO DE LA TOLERANCIA

TOLERANCIAS

Dada la siguiente igualdad trigonométrica:

$$\frac{1}{2} [\sqrt{1 + \text{sen } \gamma} + \sqrt{1 - \text{sen } \gamma}] = \cos \frac{\gamma}{2}$$

Se puede sustituir, obteniendo una expresión mucho más reducida del semieje mayor de la elipse:

$$a = \sqrt{2} \cdot VN' \cdot \cos \frac{\gamma}{2}$$

Sustituyendo el valor de VN' ya determinando y la igualdad trigonométrica:

$$\left\{ \begin{array}{l} VN' = \frac{\epsilon_D}{\text{sen } \gamma} \\ \text{Sen } \gamma = 2 \cdot \text{sen } \frac{\gamma}{2} \cdot \cos \frac{\gamma}{2} \end{array} \right\} \Rightarrow a = \frac{\sqrt{2} \cdot \epsilon_D \cdot \cos \frac{\gamma}{2}}{2 \cdot \text{sen } \frac{\gamma}{2} \cdot \cos \frac{\gamma}{2}}$$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

4.- MÉTODOS BASADOS EN EL EMPLEO DEL DISTANCIÓMETRO
4.3.- CÁLCULO DE LA TOLERANCIA

TOLERANCIAS

Conformando definitivamente dicho semieje de la elipse de error la tolerancia o error esperado al realizar una intersección directa angular.

$$a = \frac{\epsilon_D}{\sqrt{2} \cdot \text{sen} \frac{\gamma}{2}}$$

siendo:
 ϵ_D .- error absoluto en la medida de las distancias.
 γ .- ángulo intersección.

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

**EJERCICIO PRÁCTICO Número 24.-
SUPUESTO PRÁCTICO III-4 (Pág. 71)**

Definida una base topográfica en el terreno:
 A.- 423.147,915 / 4.800.399,456
 B.- 424.007,864 / 4.800.298,735

Obtener las coordenadas de un punto P, sabiendo que para la determinación de estas se ha llevado a cabo una Intersección de Distancias, resultando los siguientes valores:
 $D_P^A = 615,743$ m. ; $D_P^B = 938,425$ m.

Sabiendo que el distanciómetro con el que se ha realizado la medición tiene un error absoluto de 6 mm + 4 ppm obtener la tolerancia esperada de la medición.

NOTA: Con el objetivo de homogenizar los resultados considerar que estacionado en el punto P el Distanciómetro el punto A se encuentra a la izquierda del punto B.

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

**EJERCICIO PRÁCTICO Número 24.-
SUPUESTO PRÁCTICO III-4 (Pág. 71)**

COORDENADAS DEL PUNTO "P"

$\Delta x = 859,949$
 $\Delta y = 100,721$

$\theta_A^\beta = 100 + \text{Arctg} \frac{100,721}{859,949} = 107,4225^\circ$

$D_A^\beta = \sqrt{100,721^2 + 859,949^2} = 865,827$ m

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

**EJERCICIO PRÁCTICO Número 24.-
SUPUESTO PRÁCTICO III-4 (Pág. 71)**

COORDENADAS DEL PUNTO "P"

$c^2 = a^2 + b^2 - 2 \cdot a \cdot b \cdot \text{Cos} \gamma$

$\gamma = \text{Ar} \cos \left(\frac{a^2 + b^2 - c^2}{2 \cdot a \cdot b} \right)$

$\gamma = \text{Ar} \cos \left(\frac{615,743^2 + 938,425^2 - 865,827^2}{2 \cdot 938,425 \cdot 615,743} \right)$

$\gamma = 70,8953^\circ$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

**EJERCICIO PRÁCTICO Número 24.-
SUPUESTO PRÁCTICO III-4 (Pág. 71)**

COORDENADAS DEL PUNTO "P"

$\frac{865,827}{\text{Sen} 70,8935} = \frac{938,425}{\text{Sen} \alpha}$

$\alpha = 85,0465^\circ$

$\frac{865,827}{\text{Sen} 70,8935} = \frac{938,425}{\text{Sen} \beta}$

$\beta = 44,0582^\circ$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,
GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

**EJERCICIO PRÁCTICO Número 24.-
SUPUESTO PRÁCTICO III-4 (Pág. 71)**

COORDENADAS DEL PUNTO "P"

$\theta_A^\beta = \theta_A^\beta + \alpha = 107,4225 + 85,0465$

$D_A^\beta = 615,743$

$X = 423.220,585$
 $Y = 4.799.788,016$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.



**EJERCICIO PRÁCTICO Número 24.-
SUPUESTO PRÁCTICO III-4 (Pág. 71)**

ERROR PLANIMÉTRICO DEL PUNTO "P"

$$Error = \frac{D \cdot \varepsilon}{\sqrt{2} \cdot \text{Sen} \frac{\gamma}{2}} = \frac{D \cdot \frac{E_{ABS}}{D}}{\sqrt{2} \cdot \text{Sen} \frac{\gamma}{2}} = \frac{E_{ABS}}{\sqrt{2} \cdot \text{Sen} \frac{\gamma}{2}}$$

$$E_{ABS} = \frac{(e_c + e_p) + (Amm + Bppm)}{\sqrt{n}} = \frac{20 + 6 + 4}{\sqrt{2}} \approx 21mm$$

$$Error = \frac{21}{\sqrt{2} \cdot \text{Sen} \frac{70,8953}{2}} = 28mm \approx 3cm.$$

Error = 4 cm



FIN