

Enginyeria Agroalimetària i del Medi Rural

Examen de Topografia

19-Junio -2012

Tiempo 2:10

ALUMNO: _____

- 1) (1.5 puntos) **D**ebemos determinar la longitud de un lindero entre dos fincas rústicas para comprar los metros de rejilla necesarios entre los dos puntos, A y B, extremos del lindero. Para ello contamos con un mapa del Instituto Geográfico Nacional (I.G.N.) a escala 1/50.000 con equidistancia entre curvas de nivel cada 50. El mapa está en proyección UTM, y en la información marginal se indica que el factor de anamorfosis UTM es de 1.000621. La distancia entre A y B medida sobre el mapa es de 51 mm. También observamos que, altimétricamente, entre ambos puntos, que están sobre curvas de nivel, el desnivel es de cuatro equidistancias de curvas.

Determinar la longitud exacta de rejilla que debemos comprar para llegar de punto A al B.

- 2) (0.5 puntos) **T**enemos una hoja del M.T.B. (Mapa Topográfico Balear) de la Conselleria de Medi Ambient de la zona de Manacor a escala 1/5000 que pretendemos utilizar. Indicar **cuáles son los valores de:**

1. Precisión planimétrica
2. Precisión altimétrica de los puntos acotados
3. Precisión altimétrica de los puntos interpolados
4. Equidistancia "normal" de las curvas de nivel.

- 3) (3.5 puntos) **P**ara **determinar las coordenadas XYZ del punto 21** nos vemos obligados a realizar dos estacionamientos con una estación total. En primer lugar estacionamos el punto 11 y orientamos con el punto 10 de manera que la lectura horizontal (de 11 a 10) coincide con el acimut (de 11 a 10). En estas condiciones observamos a la siguiente estación, la 12, necesaria para, desde ella, radiar el punto 21 que queremos determinar. Luego estacionamos en 12, orientamos en 11 y radiamos el punto 21. A partir de las coordenadas y observaciones que se muestran a continuación, obtener las coordenadas XYZ del punto 21 (No es necesario aplicar en el cálculo, ni el factor de anamorfosis $K=0.9996$, ni la corrección conjunta de esfericidad y refracción):

	X	Y	Z
10	1520.236	2458.214	125.369
11	1000.000	2000.000	50.000

Est.	i	Obs.	m	Lh	Lv	Dg
11	1.560	10	1.500	348.5376	92.8042	667.686
		12	1.800	223.0381	97.4056	414.962
12	1.620	11		123.5842		
		21	1.620	285.3063	100.0001	1087.698

- 4) (3.0 puntos) Hemos realizado una nivelación geométrica de 4,2 Km. para determinar la cota roja del punto 212 a partir del punto 6 de $Z=50.000$. Para ello hemos utilizado un nivel GKL-23 de 2 mm/Km de error y hemos anotado la siguiente libreta de nivelación:

Punto	ATRAS	INT.	DELANTE	Desniv.	Z'	Corr.	Z	Z proy.	C.Roja
6	1.037								
	1.337		1.430						
88	1.294		1.571						
211		0.584							
91	1.273		1.335						
212		1.254							
	1.710		1.204						
	1.243		1.025						
	1.421		0.846						
	0.524		1.209						
6			1.211						

Según el proyecto la cota de 212 deberá ser de 49.000 m.

Calcular la nivelación y compensarla si es tolerable. **Es suficiente con limitar el cálculo de la nivelación a los cálculos mínimos necesarios para obtener la cota roja de 212, es decir no hace falta rellenar todo el estadillo.**

- 5) (1.5 puntos) Calcular los **datos necesarios y suficientes para el replanteo planimétrico**, con una estación total, del punto 212 desde la estación en 6, que se ha orientado con la estación 5. La lectura horizontal de 6 a 5 que hemos encontrado es de 0.0000 gon y la altura de instrumento $i=1.56$ m. Las coordenadas de los puntos de estación (6), orientación (5) y replanteo (212) son :

Pto.	X	Y	Z
5	820.452	2543.369	125.369
6	820.452	1221.457	50.000
212	853.211	956.120	87.125

SOLUCIONES:

- 1) (1.5 puntos) **D**ebemos determinar la longitud de un lindero entre dos fincas rústicas para comprar los metros de rejilla necesarios entre los dos puntos, A y B, extremos del lindero. Para ello contamos con un mapa del Instituto Geográfico Nacional (I.G.N.) a escala 1/50.000 con equidistancia entre curvas de nivel cada 50. El mapa está en proyección UTM, y en la información marginal se indica que el factor de anamorfosis UTM es de 1.000621. La distancia entre A y B medida sobre el mapa es de 51 mm. También observamos que, altimétricamente, entre ambos puntos, que están sobre curvas de nivel, el desnivel es de cuatro equidistancias de curvas.

Determinar la longitud exacta de rejilla que debemos comprar para llegar de punto A al B.

- a) 51 mm en el plano a escala 1/50.000 son 2550.000 m. ($=51 \cdot 50000 / 1000$), que es distancia horizontal o reducida.
- b) Al estar el plano en UTM con $K=1.000621$, los 2550.000 m. son en la realidad 2548.417 m. ($=2550.000 / 1.000621$)
- c) Estos 2548.417 m. son en distancia horizontal o reducida, pero como para tender la rejilla necesitamos la distancia espacial o inclinada entre A y B, hay que tener en cuenta el desnivel entre esos dos puntos. El enunciado indica que hay 4 equidistancias entre A y B, por tanto hay 200 m ($=4 \cdot 50$) de desnivel entre A y B.
- d) Por consiguiente la distancia inclinada entre A y B es de **2556.253 m.** ($=\sqrt{2548.417^2 + 200^2}$).

- 2) (0.5 puntos) **T**enemos una hoja del M.T.B. (Mapa Topográfico Balear) de la Conselleria de Medi Ambient de la zona de Manacor a escala 1/5000 que pretendemos utilizar. Indicar **cuáles son los valores de:**

- 1. Precisión planimétrica
 - 2. Precisión altimétrica de los puntos acotados
 - 3. Precisión altimétrica de los puntos interpolados
 - 4. Equidistancia "normal" de las curvas de nivel.
-
- 5. La precisión planimétrica es 0.2 mm a la escala, por tanto **1 m.** ($=0.2 \cdot 5000 / 1000$)
 - 6. La precisión altimétrica de los puntos acotados, es mejor que la de los puntos interpolados, y es de 1/5 de la equidistancia de curvas de nivel, que como veremos en 4. es de 5 m. . Por tanto **1 m.** ($=1/5 \cdot 5$).
 - 7. La precisión altimétrica de los puntos interpolados es de 1/4 de la equidistancia, por tanto **1.25 m.** ($=1/4 \cdot 5$).
 - 8. La equidistancia "normal" es la milésima del denominador de la escala, por tanto **5 m.** ($=5000 / 1000$)

- 3) (3.5 puntos) **P**ara **determinar las coordenadas XYZ del punto 21** nos vemos obligados a realizar dos estacionamientos con una estación total. En primer lugar estacionamos el punto 11 y orientamos con el punto 10 de manera que la lectura horizontal (de 11 a 10) coincide con el acimut (de 11 a 10). En estas condiciones observamos a la siguiente estación, la 12, necesaria para, desde ella, radiar el punto 21 que queremos determinar. Luego estacionamos en 12, orientamos en 11 y radiamos el punto 21. A partir de las coordenadas y observaciones que se muestran a continuación, obtener las coordenadas XYZ del punto 21 (No es necesario aplicar en el cálculo, ni el factor de anamorfosis $K=0.9996$, ni la corrección conjunta de esfericidad y refracción) :

	X	Y	Z
10	1520.236	2458.214	125.369
11	1000.000	2000.000	50.000

Est.	i	Obs.	m	Lh	Lv	Dg
11	1.560	10	1.500	348.5376	92.8042	667.686
		12	1.800	223.0381	97.4056	414.962
12	1.620	11		123.5842		
		21	1.620	285.3063	100.0001	1087.698

Este es un ejercicio en que encadenamos dos estaciones para llegar a las coordenadas del punto 21, por tanto hay que calcular dos radiaciones: una radiación desde 11 a 12 y luego, con las coordenadas de 12, otra radiación desde 12 a 21. Como sabéis para cada radiación necesitamos los siguientes datos:

- Coordenadas de la estación (XYZ)
- Desorientación de la estación (W) y altura de instrumento (i)
- Datos de la observación: Lectura Horizontal (Lh), Lectura vertical (Lv), Distancia Geométrica (Dg) y altura de mira (m)

La mayoría de los datos aparecen en dos tablas: una de coordenadas y otra de observaciones de campo.

1ª RADIACIÓN: 11->12

- Las coordenadas de 11 nos las dan en la 1ª tabla.
- Quando en el enunciado se dice que “la lectura horizontal (de 11 a 10) coincide con el acimut (de 11 a 10)”, nos indica que la desorientación en 11 es cero $W_{11}=0$ y por tanto no es necesario calcularla¹. La altura de instrumento en 11 se da en la tabla ($i_{11}=1.560$)
- Los datos de observación 11->12 están en la tabla 2ª.

¹ Aunque no es necesario el cálculo de esta desorientación, si algún alumno la hubiera calculado, ya que se dan datos para ello ($Lh_{11-10}=348.5376$ gon), obtendría un acimut $Az_{11-10}=54.0300$ gon y por tanto una desorientación distinta de cero ($W_{11}=105.4924$ gon), lo cual es un error del enunciado y por tanto la solución obtenida, si el resto de cálculos fuera correcto, también se consideraría como válida.

Por tanto,

$$Dr_{11-12}=Dg_{11-12}*\text{sen}(Lv_{11-12})=414.962*\text{sen}(97.4056)=\underline{414.6175} \text{ (Distancia Reducida)}$$

$$X_{12}=X_{11}+Dr_{11-12}*\text{sen}(Lh_{11-12}+W_{11})=1000.000+414.6175*\text{sen}(223.0381)=\underline{853.211}$$

$$Y_{12}=Y_{11}+Dr_{11-12}*\text{cos}(Lh_{11-12}+W_{11})=2000.000+414.6175*\text{cos}(223.0381)=\underline{1612.236}$$

$$Z_{12}=Z_{11}+Dr_{11-12}/\text{tan}(Lv_{11-12})+i_{11}-m_{12}=50.000+414.6175/\text{tan}(97.4056)+1.560-1.800=\underline{66.666}$$

2ª RADIACIÓN: 12->21

- a) Las coordenadas de 12 las acabamos de calcular.
- b) La desorientación de 12 la calculamos con la observación de 12 a 11, teniendo en cuenta que el acimut de 12 a 11 es el recíproco del acimut de 11 a 12 (=223.0381), o sea = 23.0381 y por tanto:
 $W_{12}=Az_{12-11}-Lh_{12-11}=23.0381-123.5842=-100.5461 \text{ gon} = \underline{299.4539 \text{ gon}}$. La altura de instrumento en 12 viene en la tabla 2ª ($i_{12}=1.620$)
- c) Los datos de observación 11->12 están en la tabla 2ª.

Por tanto,

$$Dr_{12-21}=Dg_{12-21}*\text{sen}(Lv_{12-21})=1087.698*\text{sen}(100.0001)=\underline{1087.698} \text{ (Distancia Reducida)}$$

$$Az_{12-21}=W_{12}+Lh_{12-21}=299.4539+285.3063=584.7602=\underline{184.7602} \text{ (Azimut)}$$

$$X_{21}=X_{12}+Dr_{12-21}*\text{sen}(Az_{12-21})=853.211+1087.698*\text{sen}(184.7602)=\underline{1111.111}$$

$$Y_{21}=Y_{12}+Dr_{12-21}*\text{cos}(Az_{12-21})=1612.236+1087.698*\text{cos}(184.7602)=\underline{555.555}$$

$$Z_{21}=Z_{12}+Dr_{12-21}/\text{tan}(Lv_{12-21})+i_{12}-m_{21}=66.666+1087.698/\text{tan}(100.0001)+1.620-1.620=\underline{66.664}$$

- 4) (3.0 puntos) Hemos realizado una nivelación geométrica de 4,2 Km. para determinar la cota roja del punto 212 a partir del punto 6 de $Z=50.000$. Para ello hemos utilizado un nivel GKL-23 de 2 mm/Km de error y hemos anotado la siguiente libreta de nivelación:

Punto	ATRAS	INT.	DELANTE	Desniv.	Z'	Corr.	Z	Z proy.	C.Roja
6	1.037								
	1.337		1.430						
88	1.294		1.571						
211		0.584							
91	1.273		1.335						
212		1.254							
	1.710		1.204						
	1.243		1.025						
	1.421		0.846						
	0.524		1.209						
6			1.211						

Según el proyecto la cota de 212 deberá ser de 49.000 m.

Calcular la nivelación y compensarla si es tolerable. **Es suficiente con limitar el cálculo de la nivelación a los cálculos mínimos necesarios para obtener la cota roja de 212, es decir no hace falta rellenar todo el estadiillo.**

Obsérvese que es una nivelación cerrada de 8 niveladas (tantas como lecturas ATRÁS)

En primer lugar vamos a comprobar si la nivelación es tolerable, ya que, en caso contrario el ejercicio se acaba con el cálculo de la Z_{212} sin compensar.

La tolerancia es de 2.0 mm cada 4.2 Km, por tanto $= 2.0 \times 4.2 = \underline{8.4 \text{ mm.}}$

Puesto que es una nivelación cerrada la suma de desniveles debe ser 0, es decir, la suma de todas las lecturas de espalda menos la suma de todas las lecturas de frente debería ser 0, siendo el error de cierre en realidad:

$$\Sigma_{\text{ATRAS}} = 9.839 \quad \Sigma_{\text{DELANTE}} = 9.831$$

$$\underline{\text{Error de cierre}} = \Sigma_{\text{ATRAS}} - \Sigma_{\text{DELANTE}} = \underline{0.008 \text{ m.}} < 8.4 \text{ mm} \neq 0 \text{ pero } \underline{\text{TOLERABLE}}$$

Por tanto si calculáramos la Z_6 de llegada a partir de la Z_6 de salida obtendríamos $Z_6 = Z_6 + 0.008 = 50.008$, es decir deberemos realizar una compensación de $-8\text{mm}/8\text{niveladas} = -1 \text{ mm/nivelada}$.

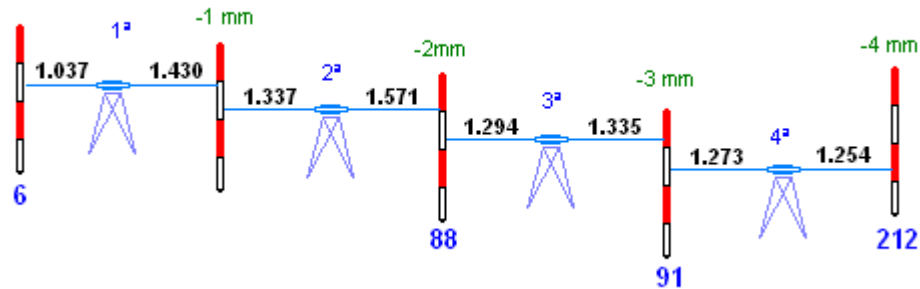
Puesto que nos indican que "...Es suficiente con limitar el cálculo de la nivelación a los cálculos mínimos necesarios para obtener la cota roja de 212..." , en vez de rellenar el estadiillo de nivelación nos limitamos a los cálculos necesarios y suficientes para ganar tiempo:

$$\Sigma_{\text{ATRAS}_{6-212}} = 1.037 + 1.337 + 1.294 + 1.237 = 4.941 \quad \Sigma_{\text{DELANTE}_{6-212}} = 1.430 + 1.571 + 1.335 + 1.254^2 = 5.590$$

$$\text{DESNIVEL}_{6-212} = \Sigma_{\text{ATRAS}_{6-212}} - \Sigma_{\text{DELANTE}_{6-212}} = 4.941 - 5.590 = \underline{-0.649}$$

$$\underline{Z}_{212} = Z_6 + \text{DESNIVEL}_{6-212} = 50.000 + (-0.649) = \underline{49.351}$$

Según podemos observar en el siguiente gráfico, correspondiente a las observaciones anotadas:



el punto 212, se ha observado en la 4 nivelada, por tanto le corresponde una compensación de:

$$-1\text{mm/nivelada} * 4 \text{ niveladas} = \underline{-4 \text{ mm}}, \text{ por tanto :}$$

$$\underline{Z}_6 = Z_6 + (-4\text{mm}) = 49.351 + (-0.004) = \underline{49.347}$$

Por último, la COTA ROJA es la corrección que hay que hacer a la cota corregida para que tenga la cota de proyecto, por tanto:

$$\text{Cota Roja } 212 = Z_{212_proyecto} - Z_{212_corregida} = 49.000 - 49.347 = \underline{-0.347}$$

El estadillo con los cálculos necesarios y suficientes sería:

Punto	ATRAS	INT.	DELANTE	Desniv.	Z'	Corr.	Z	Z proy.	C.Roja
6	1.037								
	1.337		1.430						
88	1.294		1.571						
211		0.584							
91	1.273		1.335						
212		1.254		-0.649	49.351	-0.004	49.347	49.000	-0.347
	1.710		1.204						
	1.243		1.025						
	1.421		0.846						
	0.524		1.209						
6			1.211						

² Obsérvese que el punto que nos interesa, el 212, se ha observado en lectura INTERMEDIA, que como sabemos se trata como lectura DELANTE a efectos de cálculo.

- 5) (1.5 puntos) Calcular los **datos necesarios y suficientes para el replanteo planimétrico**, con una estación total, del punto 212 desde la estación en 6, que se ha orientado con la estación 5. La lectura horizontal de 6 a 5 que hemos encontrado es de 0.0000 gon y la altura de instrumento $i=1.56$ m. Las coordenadas de los puntos de estación (6), orientación (5) y replanteo (212) son :

Pto.	X	Y	Z
5	820.452	2543.369	125.369
6	820.452	1221.457	50.000
212	853.211	956.120	87.125

Los datos necesarios y suficientes para el replanteo con estación total son la **DISTANCIA REDUCIDA** y la **LECTURA HORIZONTAL**

- a) DISTANCIA REDUCIDA:

$$Dr_{6-12} = \sqrt{((X_{212}-X_6)^2 + (Y_{212}-Y_6)^2)} = \mathbf{267.352 \text{ m.}}$$

- b) LECTURA HORIZONTAL:

Puesto que $Lh_{6-212} = Az_{6-212} - W_6$, primero debemos calcular:

- El acimut de 6 a 212, será :

$$Az_{6-212} = \text{ATN}((X_{212}-X_6)/(Y_{212}-Y_6)) = \text{ATN}((853.211-820.452)/(956.120-1221.457)) = \text{ATN}(32.759/-265.337) = \text{ATN}(-0.12346) = -7.82025 \text{ gon}$$

Si observamos los signos de los incrementos de X y de Y de 6 a 212, vemos que el Az_{6-212} está en el 2º cuadrante (entre 100 y 200 gon) y por tanto $Az_{6-212} = 200 - 7.82025 = \mathbf{192.1799 \text{ gon}}$

- La desorientación de la estación W_6 , que puede obtenerse a partir de la observación de 6 a 5., según: $W_6 = Az_{6-5} + Lh_{6-5}$
- Para obtener el Az_{6-5} , si miramos con atención las coordenadas de ambos puntos (5 y 6) veremos que tienen la misma X por tanto están alineados en dirección Norte-Sur. Concretamente la 5 está al Norte de la 6 (por ser mayor su $Y_5 > Y_6$). Por tanto el $Az_{6-5} = \mathbf{0.0000 \text{ gon}}$
- Así pues: $W_6 = Az_{6-5} + Lh_{6-5} = 0.0000 - 0.0000 = \mathbf{0.0000 \text{ gon}}$
- Por tanto resulta $Lh_{6-212} = Az_{6-212} - W_6 = 192.1799 - 0.0000 = \mathbf{192.1798 \text{ gon}}$