

---

[www.topoedu.es](http://www.topoedu.es)

Los mejores recursos especializados en topografía y geodesia,  
nunca vistos hasta ahora.



Facebook



Twitter



Google+



+34 661387681



LinkedIn

---

Hojas técnicas de cálculo:

**Ajuste alimétrico de poligonal cerrada mediante mínimos cuadrados**

Versión 1. Febrero de 2015



	Contenido
Descripción del funcionamiento	3
Resolución del ejemplo	4
Notas	5



## Ajuste alimétrico de poligonal cerrada mediante mínimos cuadrados

### Descripción del funcionamiento

Este libro de cálculo contiene una hoja de trabajo llamada Ajuste Altimetría MMCC. Esta hoja de cálculo proporciona una herramienta de compensación alimétrica de poligonales cerradas, formadas por 4 bases (llamadas en este ejemplo 1, 2, 3, 4), a través del método de mínimos cuadrados. Además, y como proceso opcional, es posible la utilización de la matriz de pesos en el ajuste.

Lo primero que ha de hacer es observar la nomenclatura de las celdas a través de la leyenda ubicada en vertical que encontrará a partir de la celda A6. Esta leyenda le informa sobre qué celdas debe modificar, y cuáles no debe modificar y, si fuera necesario, cuáles debe revisar.

Eje nivelado	Desn. Obser.	Sz	Base	Z conocida
Des1-2	-0,96560	0,0056		1
Des2-3	0,93603	0,0063		
Des3-4	-0,03655	0,0036		
Des4-1	0,05622	0,0052		

Base	Cota	Incertidumbre
1	100,000	±0,000
2	99,037	±0,004
3	99,977	±0,005
4	99,941	±0,004

Cálculos							
A dim: 4x3		B dim: 4x1		L dim: 4x1		W dim: 4x4	
1	0	0	-100,000	99,0344	32456,7095	0	0
-1	1	0	0	0,93603	0	25425,5875	0
0	-1	1	0	-0,03655	0	0	78891,4138
0	0	-1	100,000	-99,94378	0	0	0 37317,34899

N dim: 3x3		NX dim: 3x1		Qxx dim: 3x3		X dim: 3x1	
57882,29703	-25425,5875	0	3190531,64	2,21501E-05	1,1095E-05	7,5322E-06	99,0372
-25425,5875	104317,0013	-78891,4138	26682,5938	1,10951E-05	2,5258E-05	1,7147E-05	99,9768
0	-78891,4138	116208,7628	3726753,44	7,53218E-06	1,7147E-05	2,0246E-05	99,9414

Fig. 1. Captura parcial de la hoja de cálculo

Debe tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- El fin de esta hoja es mostrar un ejemplo de aplicación del método de mínimos cuadrados; cómo se montan las matrices de cálculo y cómo se operan con ellas en una hoja de cálculo. Aunque esta hoja es genérica, y por tanto válida para compensar la altimetría de cualquier itinerario cerrado de 4 bases, usted debe revisar siempre los datos y consultar con un profesional antes de utilizarlos en trabajos reales o como base para el establecimiento de criterios técnicos, jurídicos o económicos.



Esta hoja de cálculo muestra todas las matrices que intervienen en el proceso de ajuste altimétrico de una poligonal cerrada mediante el método de mínimos cuadrados. Además, se muestra cómo obtener la incertidumbre de las coordenadas ajustadas.

## Resolución del ejemplo

Supongamos que ya tenemos los desniveles observados (desnivel medio), de los 4 ejes de una poligonal, en las celdas D8 a D11. Así mismo, y si desea utilizar la matriz de pesos, supongamos que ya tenemos los errores, Sz, cometidos para cada desnivel (estos errores, ubicados en las celdas E8 a E11, sólo se utilizarán en la matriz de pesos W. Los datos que se muestran en este ejemplo se han obtenido a través de la Ley de Propagación de Varianzas. Encontrará un artículo sobre esta metodología en [www.topoedu.es](http://www.topoedu.es)).

Eje nivelado	Desn. Obser.	Sz
Des1-2	-0,96560	0,0056
Des2-3	0,93603	0,0063
des3-4	-0,03655	0,0036
Des4-1	0,05622	0,0052

Pasos para resolver la poligonal a través de la metodología de mínimos cuadrados:

1. Inserte los valores, de desnivel medio de cada eje nivelado, en las celdas D8 a D11.
2. Si va a utilizar la matriz de pesos, inserte los valores de error lineal Sz cometidos al estimar el desnivel observado y seleccione Sí en el desplegable Configuración ¿Usar matriz pesos? En caso contrario omita la inserción de valores en D8 a D11 y seleccione No en dicho desplegable.

**Configuración** ¿Usar matriz pesos?

Sí

3. Inserte la cota conocida de la primera base en la celda G8. En este ejemplo la cota de la base inicial es 100,000m.

Base	Z conocida
1	100,000

4. Automáticamente obtendrá la cota más probable, y ajustada, de las bases 2, 3 y 4. Estas cotas se mostrarán, junto a la cota anterior, en las celdas J8 a J12. Además, la incertidumbre de cada cota la podrá consultar en la columna adjunta Incertidumbre.

Solución		
Base	Cota	Incertidumbre
1	100,000	±0,000
2	99,037	±0,004
3	99,977	±0,005
4	99,941	±0,004

Para una mayor comprensión del proceso de cálculo puede consultar cada una de las matrices, desglosadas por cálculos, disponibles a partir de la celda A13:



Cálculos									
A dim: 4x3			B dim: 4x1		L dim: 4x1		W dim: 4x4		
1	0	0	-100,000	99,0344	32456,7095	0	0	0	0
-1	1	0	0	0,93603	0	25425,5875	0	0	0
0	-1	1	0	-0,03655	0	0	78891,4138	0	0
0	0	-1	100,000	-99,94378	0	0	0	0	37317,34899
N dim: 3x3			NX dim: 3x1		Qxx dim: 3x3		X dim: 3x1		
57882,29703	-25425,5875	0	3190531,64	2,21501E-05	1,1095E-05	7,5322E-06	99,0372		
-25425,5875	104317,0013	-78891,4138	26682,5938	1,10951E-05	2,5258E-05	1,7147E-05	99,9768		
0	-78891,4138	116208,7628	3726753,44	7,53218E-06	1,7147E-05	2,0246E-05	99,9414		
V=AX-L			V^T		So		Varianza de ref.		
99,0371827	0,00278270	0,0027827	0,00355222	0,00114483	0,00242025		0,94559037		
0,93958222	0,00355222								
-0,03540517	0,00114483								
-99,9413598	0,002420249								

También dispone de los estadísticos del ajuste, desviación estándar (So) y varianza de referencia, en las celdas I24 e I26 respectivamente.

### Notas

Si usted es docente, y este artículo le ha ayudado a complementar explicaciones y ejercicios de clase para sus alumnos, por favor, sea comprensivo con los trabajos de investigación y cite al autor de este documento y a su web de referencia ([www.topoedu.es](http://www.topoedu.es)).