
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:

Transformación bidimensional afín (transformación de 6 parámetros)

Usando la precisión de los puntos de control en sistema inicial

Versión 1. Febrero de 2015



	Contenido
Descripción del funcionamiento	3
Resolución del ejemplo	4
Notas	6



Transformación bidimensional afín (transformación de 6 parámetros)

Usando la precisión de los puntos de control en sistema inicial

Descripción del funcionamiento

Este libro de cálculo contiene una hoja de trabajo llamada 6p MMCC V3 (versión 3, de las disponibles actualmente en www.topoedu.es para este tipo de conversión).

La ecuación del sistema es:

$$ax + by + c = X + vx$$

$$dx + ey + f = Y + vy$$

Esta hoja de cálculo muestra el proceso de resolución de una transformación bidimensional afín (transformación de 6 parámetros) a través del método de mínimos cuadrados, en un único proceso de ajuste. En ella se utilizan 4 puntos de control, y la incertidumbre posicional de los mismos en el sistema inicial (S_x y S_y). La hoja es capaz de transformar 3 puntos adicionales. Como resultado se muestran las coordenadas más probables de todos los puntos del sistema inicial expresados en el nuevo sistema. Además, también se calculan las incertidumbres de estos nuevos puntos en el nuevo sistema.

Como opciones adicionales, esta hoja permite:

- Trabajar en el sistema sexagesimal o centesimal.
- Visualizar el formato de coordenadas en XYZ o ENZ.

Transformación bidimensional afín (transformación de 6 parámetros)
Solución mediante mínimos cuadrados, utilizando precisión de puntos de control en sistema inicial.
www.topoedu.es Así de simple, así de sencillo...

Configuración

Formato XY:	XY
Formato angular:	Centesimal
Factor conver.:	200,0000

Datos iniciales

	Sistema inicial		Sistema destino	
	x	y	S_x	S_y
Pto. control 1	2190,790	1634,427	0,001	0,003
Pto. control 2	2450,409	2644,094	0,005	0,007
Pto. control 3	3460,075	2384,475	0,002	0,001
Pto. control 4	3200,457	1374,808	0,003	0,008
Pto. control 5	2832,264	1375,202		
Ptos. Convetidos 6	2488,375	1657,224		
Ptos. Convetidos 7	2344,660	2200,755		

Formulación:

$$ax + by + c = X + vx$$

$$dx + ey + f = Y + vy$$

$a = S_x \cos \alpha$
 $b = S_x \sin(\alpha + \beta)$
 $d = S_y \cos \alpha$
 $e = S_y \cos(\alpha + \beta)$

Otras plantillas de cálculo
¡Hazte profesional y destácalas!
Hazte con ellas sólo en www.topoedu.es

- Conversión de datum utilizando rejilla NT
- Conversión de datum utilizando parámetro
- Conversión de coordenadas geográficas a
- Ajuste planimétrico de poligonal cerrada
- Ajuste altimétrico de poligonal cerrada
- Intersección inversa por mínimos cuadrados
- Intersección directa por mínimos cuadrados
- Bisección inversa por mínimos cuadrados
- Transformación de 4 parámetros por mínimos cuadrados
- Transformación de 4 parámetros por mínimos cuadrados
- Transformación de 4 parámetros por mínimos cuadrados
- Transformación de 6 parámetros por mínimos cuadrados
- Transformación de 6 parámetros por mínimos cuadrados
- Transformación de 6 parámetros por mínimos cuadrados

Fig. 1. Captura parcial de la hoja de cálculo



Resolución del ejemplo

Esta hoja se acompaña con un ejemplo ya resuelto.

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.

Supongamos que ya tenemos las coordenadas de los puntos de control insertadas en las celdas E14 a E17, para la X, y F14 a F17, para la Y. También, la incertidumbre de estas posiciones insertadas en las celdas G14 a G17, para la X, y H14 a H17, para la Y. Del mismo modo, hemos insertado las coordenadas de estos puntos de control expresadas en el sistema destino, en las celdas I14 a I17, para la X, y J14 a J17, para la Y. Finalmente, también están insertadas las coordenadas de los puntos a convertir (en el ejemplo, 5, 6 y 7).

Datos iniciales							
		Sistema inicial				Sistema destino	
		x	y	Sx	Sy	X	Y
Pto. control	1	2190,790	1634,427	0,001	0,003	0,002	112,002
Pto. control	2	2450,409	2644,094	0,005	0,007	112,005	0,002
Pto. control	3	3460,075	2384,475	0,002	0,001	-0,002	-112,08
Pto. control	4	3200,457	1374,808	0,003	0,008	-112,004	0,003
Ptos. Convetidos	5	2832,264	1375,202				
	6	2488,375	1657,224				
	7	2344,660	2200,755				

Supongamos también que ha configurado los parámetros de la hoja; sistema angular Centesimal, y formato de coordenadas XY.

Configuración	
Formato XY:	XY
Formato angular:	Centesimal
Factor conver.:	200,0000

Hecho esto, automáticamente la hoja de cálculo procesa todos los datos mostrando varios resultados:

1. Por un lado, los parámetros de transformación a, b, c, d, e y f , junto a sus estadísticos desviación estándar y t-value. Estos datos aparecen en las celdas C24 a C29, D24 a D29, y E24 a E29 respectivamente:

Parámetros transformación	Desviacion	t-value
a	-0,07730	0,00001
b	0,13081	0,00002
c	-44,44460	0,02541
d	-0,13086	0,00002
e	-0,07732	0,00003
f	525,05984	0,04655

2. Par dar extensión al proceso, también se muestran los parámetros Sx, Sy, α y β , en las celdas C30 a C33. (Note que estos valores deben ser revisados si modifica los datos del ejemplo, ya que en ellos intervienen operaciones trigonométricas):



Sx	0,151982484	$a = S_x \cos \alpha$
Sy	-0,15194884	$b = S_y \sin(\alpha + \beta)$
Alfa (α)	266,0321689	$d = S_x \sin \alpha$
Beta (β)	67,95352027	$e = S_y \cos(\alpha + \beta)$

3. Los estadísticos del ajuste, desviación estándar y varianza de referencia (celdas D33 y E33):

Estadísticos del ajuste	
So	Varianza
5,301633	28,107316

4. Los puntos transformados, expresados en el nuevo sistema, y acompañados de sus incertidumbres posicionales (celdas H25 a H31, para la X, I25 a I31, para la Y, J25 a J31, para la Sx, y K25 a K31, para la Sy).

SOLUCIÓN: Puntos transformados y precisión				
Punto	X	Y	Sx	Sy
1	0,002	112,008	0,005	0,015
2	112,004	-0,031	0,016	0,029
3	-0,002	-112,079	0,010	0,005
4	-112,004	-0,040	0,014	0,029
5	-83,492	48,110	0,011	0,024
6	-20,019	71,304	0,005	0,014
7	62,187	48,085	0,010	0,019

5. Un croquis gráfico, con una representación de la distribución de los puntos en ambos sistemas:



6. Todas las matrices de cálculo, junto al desarrollo matemático:

Proceso de cálculo									
J. Dim 8x6					K. Dim 8x1		V. Dim 8x1		
2190,790	1634,427	1	0	0	0	0,002	0,0000		
0	0	0	2190,790	1634,427	1	112,002	0,0061		
2450,409	2644,094	1	0	0	0	112,005	-0,0007		
0	0	0	2450,409	2644,094	1	0,002	-0,0331		
3460,075	2384,475	1	0	0	0	-0,002	0,0001		
0	0	0	3460,075	2384,475	1	-112,080	0,0007		
3200,457	1374,808	1	0	0	0	-112,004	-0,0002		
0	0	0	3200,457	1374,808	1	0,003	-0,0433		
W. Dim 8x8									
1000000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	111111,1111	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	40000	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	20408,16327	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	250000	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	1000000	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	111111,1111	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	15625	0



Qxx. Dim 6x6

4,39699E-12	-4,29411E-12	-3,38491E-09	0	0	0
-4,29411E-12	1,04191E-11	-7,75381E-09	0	0	0
-3,38491E-09	-7,75381E-09	2,29667E-05	0	0	0
0	0	0	1,60762E-11	-2,02738E-11	-6,61838E-09
0	0	0	-2,02738E-11	3,94295E-11	-2,35735E-08
0	0	0	-6,61838E-09	-2,35735E-08	7,70983E-05

X. Dim 6x1

-0,0773
0,1308
-44,4446
-0,1309
-0,0773
525,0598

J. Dim 14x6

2190,790	1634,427	1	0	0	0
0	0	0	2190,790	1634,427	1
2450,409	2644,094	1	0	0	0
0	0	0	2450,409	2644,094	1
3460,075	2384,475	1	0	0	0
0	0	0	3460,075	2384,475	1
3200,457	1374,808	1	0	0	0
0	0	0	3200,457	1374,808	1
2832,264	1375,202	1	0	0	0
0	0	0	2832,264	1375,202	1
2488,375	1657,224	1	0	0	0
0	0	0	2488,375	1657,224	1
2344,660	2200,755	1	0	0	0
0	0	0	2344,660	2200,755	1

Qii. Dim 14x14

0,005233222	0	0,004244702	0	#[NUM!]	0	0,002546821	0	0,00380235	0	0,004567051	0	0,00468538	0
0	0,015311961	0	0,010038675	0	#[NUM!]	0	0,01147277	0	0,01336101	0	0	0	0,01258659
0,004244702	0	0,015882223	0	0,00848941	0	#[NUM!]	0	#[NUM!]	0	#[NUM!]	0	0,01218515	0
0	0,010038675	0	0,02878531	0	0,003346227	0	#[NUM!]	0	#[NUM!]	0	#	0	0,02245403
#[NUM!]	0	0,00848941	0	0,010044802	0	0,005093644	0	0,00308495	0	0,003441719	0	0,00628707	0
0	#[NUM!]	0	0,003346227	0	0,005280038	0	0,00382426	0	0,00278506	0	0	0	0,00235191
0,002546821	0	#[NUM!]	0	0,005093644	0	0,013949522	0	0,01204166	0	0,006473364	0	#[NUM!]	0
0	0,011472768	0	#[NUM!]	0	0,003824258	0	0,02937469	0	0,02621019	0	0	0	#[NUM!]
0,003802351	0	#[NUM!]	0	0,003084951	0	0,012041656	0	0,0105926	0	0,006110339	0	#[NUM!]	0
0	0,013361011	0	#[NUM!]	0	0,002785057	0	0,02621019	0	0,02392692	0	0	0	#[NUM!]
0,004567051	0	#[NUM!]	0	0,003441719	0	0,006473364	0	0,00611034	0	0,004877336	0	0,00202478	0
0	0,013937486	0	#[NUM!]	0	0,001920191	0	0,01585994	0	0,01592628	0	0	0	0,00742855
0,004685383	0	0,012185152	0	0,006287072	0	#[NUM!]	0	#[NUM!]	0	0,00202478	0	0,00960916	0
0	0,012586591	0	0,022454031	0	0,002351909	0	#[NUM!]	0	#[NUM!]	0	0	0	0,01868748

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).