

Universidad Nacional
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia

**Resultados actividad de investigación 0260-20:
Desarrollo de un aplicativo informático para el ajuste de redes geodésicas**

Elaborado por:
Manuel Ramírez Núñez
José Francisco Valverde Calderón

Diciembre, 2021

MANUAL DE USO DEL PROGRAMA DE AJUSTE DE REDES PLANIMÉTRICAS RED2D

El programa de ajuste de redes geodésicas RED2D, permite realizar el cálculo para el ajuste de redes planimétricas basado en el modelo de ajuste por observaciones mediatas. El programa puede realizar el ajuste de redes amarradas y libres (total de traza y parcial de traza). La aplicación esta desarrollada para ejecutarse en ambiente de MATLAB.

Para la ejecución del programa, el usuario puede copiar el archivo ejecutable (RED2D.P) en el directorio de trabajo de MATLAB (C:/Users/*Usuario*/MATLAB), donde *Usuario* es el nombre de la cuenta del usuario de la computadora. Otra opción, es que el usuario defina un directorio arbitrario, el cual debe ser agregado al *path* de MATLAB.

Para información de como modificar el *path* de MATLAB se puede ver https://es.mathworks.com/help/matlab/matlab_env/add-remove-or-reorder-folders-on-the-search-path.html.

Pasos para el ajuste de una red planimétrica con el programa:

1. Se deben crear el archivo, en formato ASCII, que contiene las coordenadas de los puntos de la red, cuya estructura debe ser la siguiente:

NOMBRE	ESTE	NORTE	TIPO
GALLO	484407.671	223659.222	F
FILA	515077.179	207977.459	F
GUARARI	521886.156	234311.358	F
PALMIRA	495699.188	242580.632	F
ORATORIO	491777.727	229788.105	N
NANO	505542.428	226126.362	N

Donde la columna TIPO, define el tipo de punto, que puede ser: F (FIJO), D (DATUM), N (NUEVO).

2. Se deben crear el archivo, en formato ASCII, que contiene las observaciones realizadas, cuya estructura debe ser la siguiente:

DESDE	HASTA	DISTANCIA
GALLO	ORATORIO	9585.4680
FILA	ORATORIO	31914.3990
GUARARI	ORATORIO	30445.3780
PALMIRA	ORATORIO	13379.4850
NANO	ORATORIO	14243.1470

Donde la columna DESDE, es el nombre del punto estación y la columna HASTA, corresponde al nombre del punto observado.

La columna DISTANCIA corresponde a la distancia medida en campo.

Para cada grupo de distancias, se debe crear un archivo con la estructura antes indicada.

La estructura de los archivos relacionados con direcciones y azimutes, es la misma que para las distancias.

En el caso de ángulos la estructura del archivo seria la siguiente:

ESTACION	PI	PD	ANGULO
GALLO	ORATORIO	FILA	46.45451
GALLO	ORATORIO	PALMIRA	78.67891
GUARARI	ORATORIO	PALMIRA	30.25257

Donde la columna ESTACION indica, el nombre del punto de la estación, PI se refiere a la puntería izquierda, PD se refiere a la puntería derecha. En el ejemplo anterior se tiene una estación en el Punto GALLO, donde se miden los ángulos GALLO-ORATORIO-FILA, GALLO-ORATORIO-PALMIRA, además de una estación en GUARARI en donde se mide el ángulo GUARARI-ORATORIO-PALMIRA.

3. Se deben crear el archivo, en formato ASCII, que contiene la información de los grupos de de observaciones que componen la red, cuya estructura debe ser la siguiente:

%GRUPO	TIPO	FILE	BASE	PPM
G1	D	P100_DISTANCIAS.txt	10	3
G2	D	P100_DISTANCIAS2.txt	10	3

Donde la columna GRUPO, es el nombre del grupo de observaciones y la columna TIPO, corresponde al tipo de observación (D=Distancia, T= Azimut, R=Direcciones, A= Ángulos). La columna BASE y PPM, se refieren a la exactitud nominal del instrumento usado para cada grupo de observaciones.

El programa puede manejar varios grupos de observaciones, para cada grupo se debe crear un archivo con las observaciones que pertenecen al grupo, como se describió en el paso anterior.

4. Se deben crear el archivo, en formato ASCII, que define los parámetros de operación (configuración) del programa, cuya estructura debe ser la siguiente:

COORDENADAS	P100_C.txt
OBS	P100_OBS.txt
%ELLIPSES	P100_ELLIP.txt
%ECENTRADO	P100_CENTRADO.txt
ESCALA	NO

El parámetro COORDENADAS, indica el nombre del archivo que contine las coordenadas de los vértices de la red.

El parámetro OBS, indica el nombre del archivo que contine las referencias a los archivos con las observaciones realizadas en campo.

El parámetro ELLIPSES, indica el nombre del archivo que indica entre cuales puntos se debe calcular las elipses relativas. La estructura del archivo es la siguiente:

DESDE	HASTA
ORATORIO	NANO

Donde las columnas DESDE y HASTA indican los nombres de los puntos entre los cuales se calculará la elipse relativa.

El parámetro ECENTRADO, hace referencia al nombre del archivo que indica en que puntos se debe considerar error de centrado y su magnitud en milímetros.

ORATORIO	0.50
NANO	0.25

El parámetro ESCALA (SI o NO), indica si se debe calcular el factor de escala para la red.

Si antes de cada parámetro se pone el signo de %, esto le indica al programa que no utilice ese parámetro para el cálculo, es decir que lo ignore.

5. Para usar la aplicación, se debe hacer lo siguiente:

En el command window de Matlab, se escribe **RED2D**('ARCHIVO_CONFIGURACION.TXT')

```
>> RED2D('P100_CONFIG.txt')
```

Una vez se inserta la orden en Matlab, se da **ENTER** y el programa realiza el ajuste y presenta los resultados, mismos que se describen a continuación:

Primeramente, se presenta la información de la cantidad puntos, observaciones, defecto de datum y grados de libertad de la red, además de la desviación estándar a priori y a posteriori del ajuste.

```

INFORMACION DE LA RED
*****

NUMERO TOTAL DE PUNTOS....: 6
      FIJOS.....: 4
      NUEVOS....: 2
      DATUM.....: 0

NUMERO DE OBSERVACIONES : 9
      DISTANCIAS : 9
      ANGULOS    : 0
      DIRECCIONES : 0
      AZIMUTES   : 0
      COORDENADAS : 0

NUMERO DE INCOGNITAS ....: 4
      COORDENADAS ....: 4
      ORIENTACION ....: 0
      FACTOR ESCALA...: 0

CALCULANDO AJUSTE : AMARRADO
      DEFECTO : 0
GRADOS DE LIBERTAD: 5
  
```

Seguidamente, se presentan los resultados del test global de ajuste, que en este caso se indica que el mismo falla, por lo que los resultados obtenidos deben revisarse.

RESULTADOS DEL AJUSTE

Desviacion estandar a priori (σ_0) : ± 1.00
Desviacion estandar a posteriori (S_0) : ± 9.10

Test Global (distribucion de Chi-cuadrado): FALLO

Limite inferior = 0.8312
Limite superior = 12.8325
Valor de prueba t = 414.2087

Al 95% de probabilidad, la varianza empirica NO coincide con la varianza teorica

Opciones:

Un cambio en la desviacion estandar a priori es requerida
revisar las observaciones, buscando posibles errores groseros

Como se puede observar en este ejemplo, el test global falla, esto debido a que puede existir un error grosero en una o varias observaciones, cosa que se comprueba analizando los resultados de la detección de errores groseros que realiza el programa. También se puede deber a que existe un factor de escala en la red, hecho que se puede comprobar cambiando el parámetro de ESCALA en el archivo de configuración.

Se presentan también las coordenadas ajustadas de las incógnitas y sus desviaciones estándar.

COORDENADAS INICIALES				
=====				
NUM.	PUNTO	TIPO	COORDENADAS [m]	
			ESTE	NORTE
=====				
1	ORATORIO	N	491777.72700	229788.10500
2	NANO	N	505542.42800	226126.36200
3	GALLO	F	484407.67100	223659.22200
4	FILA	F	515077.17900	207977.45900
5	GUARARI	F	521886.15600	234311.35800
6	PALMIRA	F	495699.18800	242580.63200
=====				

COORDENADAS AJUSTADAS										
=====										
NUM.	PUNTO	TIPO	COORDENADAS APROXIMADAS		DE [mm]	DN [mm]	COORDENADAS AJUSTADAS		DESV. ESTANDAR [mm]	
			ESTE	NORTE			ESTE	NORTE	SE	SN
=====										
1	ORATORIO	N	491777.72700	229788.10500	+279.17	+114.73	491778.00617	229788.21973	321.0	333.6
2	NANO	N	505542.42800	226126.36200	+9.43	-136.94	505542.43743	226126.22506	325.1	416.0
=====										

Seguidamente, el programa presenta la información de las elipses de confianza para cada punto nuevo de la red.

ELIPSES DE CONFIANZA AL 95% DE PROBABILIDAD									
NUM.	PUNTO	TIPO	COORDENADAS AJUSTADAS		DESV. ESTANDAR [mm]		a	b	alpha
			ESTE	NORTE	SE	SN	[mm]	[mm]	[gons]
1	ORATORIO	N	491778.00617	229788.21973	320.98	333.64	2998.76	1641.18	152.28494
2	NANO	N	505542.43743	226126.22506	325.08	416.03	3157.27	2286.78	21.75174

Posteriormente se presenta la información relacionada con las observaciones, como valor ajustado, desviación estándar y su número redundante. En este caso se tienen dos grupos de observaciones el G1 y G2. Se puede ver también la información relevante sobre el $v^T P v$, redundancia y desviación estándar de cada grupo.

Grupo [#1]: G1 DISTANCIAS (5) 10.00 mm + 3.00 ppm
v'pv: 255.564 r:2.76 So:9.619

NUM.	DESDE	HASTA	OBSERVADO [m]	AJUSTADO [m]	v [mm]	p	SIGMA [mm]	r
1	GALLO	ORATORIO	9585.46800	9585.74221	+274.21	1.00	223.08	0.35
2	FILA	ORATORIO	31914.39900	31914.89838	+499.38	0.10	405.46	0.79
3	GUARARI	ORATORIO	30445.37800	30446.00904	+631.04	0.11	293.74	0.88
4	PALMIRA	ORATORIO	13379.48500	13379.89082	+405.82	0.54	279.84	0.45
5	NANO	ORATORIO	14243.14700	14243.23604	+89.04	0.48	334.20	0.30

Grupo [#2]: G2 DISTANCIAS (4) 10.00 mm + 3.00 ppm
v'pv: 158.645 r:2.24 So:8.419

NUM.	DESDE	HASTA	OBSERVADO [m]	AJUSTADO [m]	v [mm]	p	SIGMA [mm]	r
6	GALLO	NANO	21277.86400	21278.26253	+398.53	0.22	336.01	0.67
7	FILA	NANO	20500.47400	20500.95135	+477.35	0.24	368.65	0.58
8	GUARARI	NANO	18278.38000	18278.77288	+392.88	0.30	375.72	0.45
9	PALMIRA	NANO	19173.66000	19173.86417	+204.17	0.27	362.13	0.54

Finalmente, se presenta el análisis de detección de errores groseros sobre las observaciones.

TEST POPE(95%) tau=1.61

Grupo [#1]: G1

DISTANCIAS (5)

NUM.	DESDE	HASTA	v [mm]	p	SIGMA [mm]	r	POPE TEST
1	GALLO	ORATORIO	+274.21	1.000	223.08	0.35	1.67 *
2	FILA	ORATORIO	+499.38	0.100	405.46	0.79	0.64
3	GUARARI	ORATORIO	+631.04	0.110	293.74	0.88	0.81
4	PALMIRA	ORATORIO	+405.82	0.542	279.84	0.45	1.61
5	NANO	ORATORIO	+89.04	0.481	334.20	0.30	0.41

TEST POPE(95%) tau=1.61

Grupo [#2]: G2

DISTANCIAS (4)

NUM.	DESDE	HASTA	v [mm]	p	SIGMA [mm]	r	POPE TEST
6	GALLO	NANO	+398.53	0.222	336.01	0.67	0.83
7	FILA	NANO	+477.35	0.239	368.65	0.58	1.11
8	GUARARI	NANO	+392.88	0.298	375.72	0.45	1.15
9	PALMIRA	NANO	+204.17	0.272	362.13	0.54	0.52

TEST BAARDA DISTRIBUCION FISHER OBSERVACIONES (95%) F=7.71

Grupo [#1]: G1 DISTANCIAS (5)

NUM.	DESDE	HASTA	v [mm]	p	SIGMA [mm]	r	EMD [mm]	Num. Influ.	BAARDA TEST
1	GALLO	ORATORIO	+274.20819	1.000	223.08	0.35	210.41	5.56	+5.02
2	FILA	ORATORIO	+499.37849	0.100	405.46	0.79	445.22	2.14	+0.36
3	GUARARI	ORATORIO	+631.03560	0.110	293.74	0.88	402.35	1.54	+0.60
4	PALMIRA	ORATORIO	+405.82486	0.542	279.84	0.45	253.52	4.56	+4.32
5	NANO	ORATORIO	+89.04286	0.481	334.20	0.30	328.53	6.26	+0.14

TEST BAARDA DISTRIBUCION FISHER OBSERVACIONES (95%) F=7.71

Grupo [#2]: G2 DISTANCIAS (4)

NUM.	DESDE	HASTA	v [mm]	p	SIGMA [mm]	r	EMD [mm]	Num. Influ.	BAARDA TEST
6	GALLO	NANO	+398.52692	0.222	336.01	0.67	322.79	2.85	+0.63
7	FILA	NANO	+477.34863	0.239	368.65	0.58	336.19	3.51	+1.30
8	GUARARI	NANO	+392.87805	0.298	375.72	0.45	340.10	4.52	+1.45
9	PALMIRA	NANO	+204.16929	0.272	362.13	0.54	327.08	3.82	+0.23

Si se detecta un error grosero en alguna observación, se debe editar el archivo de observaciones. Con el fin de que la aplicación no considere esa observación, se agrega un asterisco (*) a la par de esta. Así, no se tomará en cuenta dicha observación al repetir el ajuste. Una vez modificado el archivo de observaciones, se puede volver a ejecutar el programa para obtener nuevos resultados sin la influencia de los errores groseros. Otra manera es eliminar completamente el registro de la observación del archivo.

Para el ejemplo mostrado en este manual, el test global falla, por que existe un factor de escala en la red. Por lo que se debe editar el archivo de configuración cambiando el parámetro de ESCALA a SI, y realizar de nuevo el ajuste para obtener los resultados correctos.

```
P100_CONFIG.txt
1 COORDENADAS P100_C.txt
2 OBS      P100_OBS.txt
3 %ELLIPSES P100_ELLIP.txt
4 %ECENTRADO P100_CENTRADO.txt
5 ESCALA    SI
```

El programa también muestra una grafica de la red, conteniendo los vértices, observaciones y elipses absolutas de confianza y relativas, como se muestra en la siguiente grafica.



