

# **CALCULOS TOPOGRÁFICOS. EJEMPLOS**

- 1 - INTRODUCCIÓN DE DATOS.
- 2 - INSPECCION DE VARIABLES (CONFIGURACIÓN).
- 3 - CALCULO DE DESORIENTACIONES.
- 4 - CALCULO DE UNA POLIGONAL.
- 5 - CALCULO DE UN DESTACADO ( ESTACIÓN MANUALMENTE ).
- 6 - CALCULO DE UN DESTACADO ( ESTACIÓN POR MMCC ).
- 7 - CALCULO DE UNA RADIACIÓN.
- 8 - REVISIÓN FINAL DE LOS FICHEROS INFORMES. IMPRESIÓN DE ESTADILLOS, RESEÑAS, TABLAS,...

## 1 - INTRODUCCIÓN DE DATOS.

Protopo maneja varios tipos de ficheros. Entre los que nos interesa para los ejemplos de cálculos topográficos están los de coordenadas, \*.CRD, y los \*.OBS que tendrá las coordenadas de las bases y todos los ángulos y distancias que se hayan tomado.

Lo primero es crearnos nuestro directorio de trabajo.

"Opciones"    "Crear Directorio"

lo llamaremos "ejemplo\_calculo"

Ayudándonos del Explorador de Windows nos copiaremos los ficheros Valdemorillo.prn y Bases\_Valdemorillo.crd que están en el directorio c:\trabajos\protopo a nuestro directorio de trabajo c:\trabajos\ejemplo\_calculo.

Comentarios previos:

Entraremos en la configuración para ver las variables que tomamos por defecto:

"Gestor de Observaciones"

"Configuración"

en la ficha "Importar"

elegimos como serán las Unidades e Instrumento  
Lo podemos dejar por defecto.

### Automática:

El fichero Valdemorillo.prn es un fichero ASCII en formato Topcal. Lleva consigo una poligonal, un destacado, y una radiación de unos 750 puntos.

Recogemos los datos de campo:

"Archivo"   "Importar"   "Fichero ASCII Topcal (clásico)"

Elegimos el fichero Valdemorillo.prn

Recogemos las coordenadas de las estaciones de partida E1 y E2.

"Estaciones"

"Recoger Coordenadas"

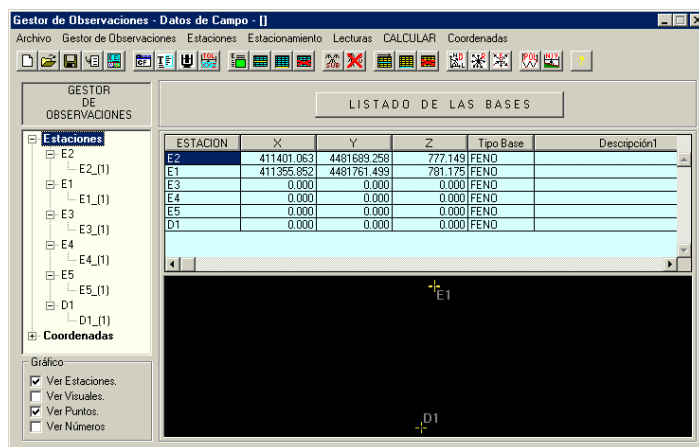
"... de un CRD"

Elegimos el fichero Bases\_Valdemorillo.crd

Grabamos todo:

"Archivo"   "Grabar"

Valdemorillo.OBS



## 2 - INSPECCION DE VARIABLES (CONFIGURACIÓN).

Veamos que variables y opciones más importantes tenemos:

### "Gestor de Observaciones"

#### "Configuración"

Tendremos tres fichas:

Calculo: Tipo de Cálculo (UTM, Planas)

Fichero de informes

Importar: Por defecto, que unidades e Instrumento tienen mis datos.

Varios: Nombre de los ficheros de Base de Datos que utiliza.

Existe un fichero ASCII por defecto en el que se van introduciendo todos los informes de calculo (desorientación, poligonales, intersecciones mixtas, MMCC, radiaciones,...) además del CRD.

### "Gestor de Observaciones"

#### "Datos del Trabajo"

Introducimos la ficha con todos los datos de nuestro trabajo

### "Gestor de Observaciones"

#### "Listado Instrumentos"

Veremos un listado de instrumentos topográficos con todas sus características técnicas. Podemos personalizar la librería de instrumentos añadiendo o modificando nuevos Estaciones Totales.

### "Gestor de Observaciones"

#### "Tolerancias..."

Introduciremos las cantidades que consideremos oportunas de acuerdo al método de trabajo utilizado y precisiones requeridas. Estos valores los utilizará para calcular tolerancias en los cálculos futuros (poligonales, Intersecciones,..) y errores en los puntos tomados.

Los valores que introducimos son **los errores máximos** de: posicionamiento de la estación y del prisma, error de medición altura instrumento-prisma, inclinación prisma.

### 3 - CALCULO DE DESORIENTACIONES.

Vamos a calcular las desorientaciones de los estacionamientos realizados en E1 y E2 (solo hay uno en cada uno).

1- "CALCULAR" "Cálculo Desorientación" "...Individual"

2- Aparecerá un nuevo cuadro de diálogo.

Seleccionaremos la Estación "E1".

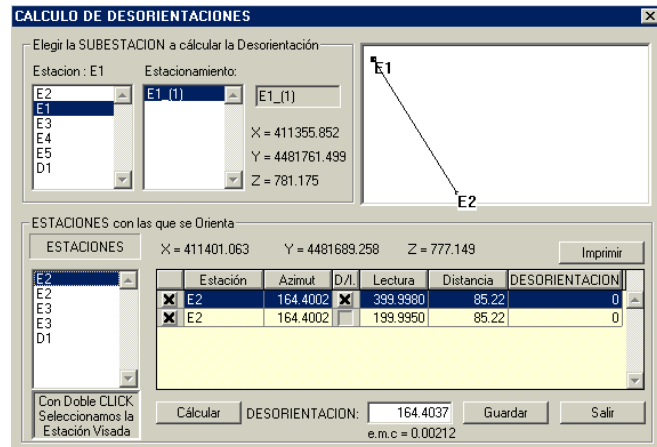
Selecciona el Estacionamiento "E1\_1)".

3- En la lista inferior aparecerán todas las estaciones visadas desde el estacionamiento elegido. En nuestro caso elegiremos con un doble clic a E2.

4- El programa rellenará la tabla con tantas visuales como se hayan realizado. Incluso con visuales inversas.

5- Daremos a "Calcular". En la tabla veremos por cada visual su desorientación, y me mostrará la media con su precisión. Daremos a "Grabar". También podemos "Imprimir".

Todos estos pasos los repetiremos con la Estación E2 [E2\_1)] que se orientará con E1.



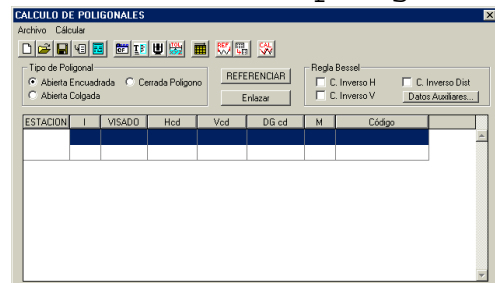
### 4 - CALCULO DE UNA POLIGONAL.

El siguiente paso es calcular la poligonal. En nuestro ejemplo realizaremos una poligonal encuadrada: E1-E3-E4-E5-E2

1- "CALCULAR" "Poligonales-Redes". Aparecerá la pantalla para las poligonales.

2- Existen tres formas de introducir datos de una poligonal.

A) Manual: Mediante la tecla "Insert" del teclado, insertaremos una línea en la tabla. En realidad inserta 2 líneas, una para introducir los datos del Estacionamiento y la visual de Espalda, y otro para los datos de la visual de Frente.



B) Semiautomática: Igual que la manual, pero en vez de introducir los datos a mano en cada celda, presionaremos el botón derecho del ratón y en las pantallas que nos vayan saliendo, elegiremos la Estación, Estacionamiento y Visual (incluso en CI).

- C) Automática: Mediante el botón "Enlazar". Aparecerá una pantalla en la que configuraremos el tipo de poligonal Abierta, Cerrada, así como si queremos Regla de Bessel (que se introduzcan los Círculos Inversos).

Siguiendo con nuestro ejemplo:

- 1- Seleccionamos el botón "Enlazar".
- 2- En esta opción seleccionaremos: "Abierta Encuadrada" "C.Inverso H" "C.Inverso V". (En "C.Inverso Dist" NO).
- 3- Seleccionamos nuestra Estación de Partida "E1"
- 4- Mediante doble clic en la tercera lista, iremos seleccionando el orden de nuestra poligonal: E3 E4 E5 E2.

Tendremos tres listas.

1- El primero contendrá el listado de Estaciones que intervienen en la poligonal.

2- Una vez seleccionada la Estación de la primera lista, en la segunda se seleccionará el estacionamiento de esta Estación.

3- Y en la tercera elegiremos la Estación de Frente.

Tenemos que tener en cuenta que en el Estacionamiento elegido exista visual a la Estación de Atrás y al Frente.

5- Para terminar daremos a "Finalizar POLIGONAL".

3- Una vez seleccionado el tipo de poligonal y el orden a seguir, nos aparecerá la pantalla de Referenciar.

\* Esta pantalla nos permitirá cambiar las Estaciones, las coordenadas, calcular las Desorientaciones,...

A) Estación de Partida E1, con sus XYZ, y la Desorientación del Estacionamiento utilizado.

B) Estación de Llegada E2, con sus XYZ, y la desorientación del Estacionamiento utilizado.

En esta pantalla no tendremos que hacer nada ya que en nuestro caso recogerá la Estación de partida y de llegada así como los Estacionamientos elegidos anteriormente. Y como ya habíamos calculado sus desorientaciones, solo revisaremos los datos: "Aceptar"

Veremos como se han introducido en la tabla de la poligonal todos los datos de la poligonal.

ESTACION	I	VISADO	Hcd	Hci	Vcd	Vci	DG cd	M	C
E1	1.470		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.000	0.000	
		E3	311.7555	111.7540	108.5280	291.4710	115.754	1.600	
E3	1.550	E1	0.0000	200.0000	91.3875	308.6335	115.765	1.600	
		E4	283.9885	83.9860	104.1990	295.8220	208.709	1.600	
E4	1.490	E3	0.0000	199.9955	95.8110	304.1770	208.714	1.600	
		E5	325.6105	125.6110	97.3390	302.6610	171.493	1.600	
E5	1.490	E4	96.9610	296.9610	102.5905	297.4100	171.477	1.600	
		E2	399.9955	199.9960	87.8200	312.1760	95.806	1.600	
E2	1.390	E5	341.1330	141.1345	111.9885	288.0355	95.756	1.600	

4- Una vez formada la poligonal, entraremos en la configuración para seleccionar solamente el método de compensación, y el tipo de proyección.

"Calcular" "Configurar" elegiremos:

Método Compensación: Clásico/Proporcional a distancias Parciales.  
Proyección: Planas

También fijaremos los parámetros para el cálculo de tolerancia:

"Calcular" "Tolerancias" Pondremos:

E.e = 0.002 E.h.e = 0.010 E.incl.Prisma = 1.0  
E.p = 0.005 E.h.p = 0.010

En esta pantalla podríamos calcular A priori que Tolerancia tendríamos en la poligonal.

5- Solo nos queda calcular la poligonal.

"Calcular" "CALCULAR"

Nos aparecerá una pantalla compuesta por 5 fichas, una zona informativa y los botones de acción. Podemos ir viendo ficha a ficha:

- La compensación de azimutes.
- Compensación de distancias.
- Compensación de coordenadas.
- Compensación altimétrica.
- Y lo más importante: las coordenadas generales.

ESTACION	X	Y	Z	Desorientación
E1	411355.852	4481761.499	781.175	164.4037
E3	411462.605	4481803.456	765.600	276.1606
E4	411584.624	4481634.682	751.939	360.1468
E5	411417.547	4481596.655	759.028	388.7910
E2	411401.063	4481689.258	777.149	247.5949

Poligonal Encuadrada-Compensación Prop Distancias Parciales- Planas  
E Ang=-0.0048 E.X=-0.033 E.Y=-0.033 E.Dist=0.047 E.Z=0.061  
T.Ang= 0.0107 T.X=0.025 T.Y=0.021 T.Dist=0.036 T.Z = 0.021

En la parte inferior nos informa del tipo de poligonal, método utilizado, tolerancias, y los errores de cierre.

Todo el resultado de la poligonal se puede imprimir en un fichero ASCII.

"Grabar (X,Y,Z,Desorien)"

"Imprimir" a nuestro fichero general de informes.

"Salir"

Saldremos a la pantalla de poligonales. Grabaremos nuestra poligonal.

"Archivo" "Grabar" nombre: Valdemorillo.pol

Tanto las coordenadas de las Bases como sus estacionamientos se habrán grabado en el fichero OBS. Valdemorillo.OBS

## DESTACADOS: Dos Métodos

El siguiente paso en el ejemplo es el cálculo de la Estación D1, que no intervenía en la poligonal.

Dicha estación se visó desde dos Estaciones: E1 y E5, y viceversa.

## 5 - CALCULO DE UN DESTACADO ( Método Independiente).

El primer método que vamos a ver es el cálculo independiente de todos los resultados posibles por los distintos métodos.

### "Cálculo UNA Estación" "Cálculo Independiente"

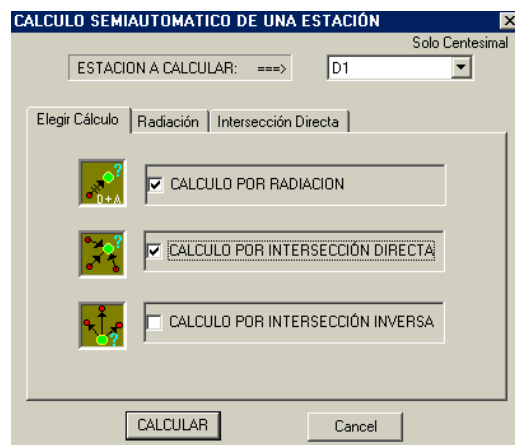
Selecciona la Estación a calcular D1.  
Marca el Cálculo por:

\* Radiación.

\* Intersección Directa.

Iremos a las dos fichas, y por cada tabla tendríamos que meter los datos a mano, pero si presionamos con un doble clic del ratón sobre cada tabla (la de Radiación y la de I.Directa) se introducen automáticamente todas las lecturas. El programa recogerá del fichero OBS todas las lecturas que intervengan en el cálculo de D1.

Dado que desde D1 solo visó a dos Estaciones, no se puede calcular ninguna solución por I.Inversa, por lo cual no activaremos este cálculo.



Elegir Cálculo | Radiación | Intersección Directa

LA TABLA ES EDITABLE  
\* CON DOBLE CLICK (en tabla) SE INTRODUCE AUTOMATICAMENTE.  
\* Con la tecla "Insert" se introduce datos manualmente.

☒ Ver Estación    ☒ Ver Estación Visada    ☒ Ver Ang + Dist

S/N	Estacionamiento	Desorientacion	i	ESTACION	X (esta
X	E1 (1)	164.4037	1.470	E1	411355
X	E5 (1)	388.790980	1.490	E5	411417

Elegir Cálculo | Radiación | Intersección Directa

LA TABLA ES EDITABLE  
\* CON DOBLE CLICK (en tabla) SE INTRODUCE AUTOMATICAMENTE.  
\* Con la tecla "Insert" se introduce datos manualmente.

☒ Ver Estación    ☒ Ver Estación Visada    ☒ Ver Ang + Dist

S/N	Estacionamiento	Desorientacion	i	ESTACION	X (esta
X	E1 (1)	164.4037	1.470	E1	411355
X	E5 (1)	388.7910	1.490	E5	411417

Damos calcular:

### "CALCULAR"

En la siguiente pantalla que nos aparece, nos proporciona todas las soluciones posibles por cada método utilizado (Radiación y I.Directa). Además de calcularme las coordenadas promediadas y ponderadas en función de los errores estimados en cada cálculo.

"Guardar" "Imprimir".

"Desorientación" ver apart 3.

y "Salir".

Las Coordenadas y desorientación de habrán grabado en el fichero OBS.

RESULTADO DEL CALCULO ESTACION

CALCULO DE LA ESTACION: D1

RADIADOS		INTERSECCION DIRECTA		INTERSECCION INVERSA	
EST1 ==>	X	Y	Z		
X	E1	411338.195	4481662.978	768.207	
X	E5	411338.206	4481662.998	768.212	

Gráfico

Errores

Diametros Conjugados:  
d1= 0.010480  
d2= 0.035851

Semiejes:  
a= 0.010480  
b= 0.035851  
ITz= 0.020908

Cálculo Final

☒ Promediar Radiado  
☒ Promediar Directas  
☐ Promediar Inversas

1- Promediar

X= 411338.200  
Y= 4481662.996  
Z= 768.210

Prec Px=0.006 Py=0.01

2- Guardar    3- Imprimir

4- Desorien    5- Salir

Por cada solución podemos ver su precisión.  
Las Coordenadas y desorientación de habrán grabado en el  
Valdemorillo.OBS

## 6 - CALCULO DE UN DESTACADO ( ESTACIÓN POR MMCC ).

Entramos en calculo de una estación automática (MMCC).

"CALCULAR"    "Cálculo UNA Estación"    "Cálculo Conjunto MMCC..."

Seleccionamos la Estación a Calcular "D1".

El programa buscará entre todas las visuales del fichero OBS, las que partan o lleguen a la Estación a calcular.

Con cada una de estas visuales, formará una ecuación de observación. Estas podrán ser:

Ecu Directa Angular. Color Azul

Ecu Inversa Angular. Color Rosa

Ecu Distancia. Color Amarillo.

Ecu desnivel. Color blanco.

TIPO	Estación	Visado	H -> Azimut	Vertical	Distancia G	f
Dir->Ang	E1	D1	211.2897	108.121	100.911	
Distancia	E1	D1	211.2897	108.121	100.911	
Dir->Ang	E5	D1	344.334179	94.2945	103.84	
Distancia	E5	D1	344.334179	94.2945	103.84	
Inv->Ang	D1=>D1_(1)	E5	300	105.4965	103.814	
Inv->Ang	D1=>D1_(1)	E1	166.9675	91.656	100.949	
Distancia	D1	E5	300	105.4965	103.814	

X = 411338.207  
Y = 4481663.015 Aprox  
Z = 768.210  
Desor = 244.3251 Aprox

Los Campos: -X-Y  
Desorientación  
(solo-para-Inversas)  
Tienen que tener Valores Aproximados.

Reset Pesos  
CALCULAR Matrices  
Imprimir GRABAR  
0 Iteraciones SALIR

Cada ecuación se ponderará atendiendo al error cometido en la observación y se referirá a una Varianza de referencia a priori. Ver "Pesos"

Para la formación de estas ecuaciones es necesario partir de unas coordenadas iniciales aproximadas, y en el caso de haber ecuaciones inversas angulares también una desorientación aproximada.

Las coordenadas aproximadas se pueden calcular por cualquiera de los métodos vistos en el apartado 5. "Aprox".

Damos a "CALCULAR" tantas veces hasta que los dx dy sean cero, o las coordenadas XY no varíen.

El ejemplo tiene una trampa. Existe una visual (una ecuación) de distancia que está mal, la de D1 a E5. La desactivamos y presionamos "CALCULAR" hasta que los dx dy sean cero.

Podemos inspeccionar los residuos de cada ecuación (están en metros y segundos cc), la varianza a posteriori y compararla con la a priori, podemos ver las matrices del ajuste.

"Imprimir" al fichero de informes

"GRABAR" las coordenadas y desorientación.

"SALIR"

Estación	Visado	dx	dy	dE	f	Residuo m ó cc	Z
E1	D1	-6262.6922	1122.4506	0.0000000	4.45984231	2.803	-
E1	D1	-0.1764170	-0.9843155	0.0000000	-0.0327030	-0.033	-
E5	D1	3948.4420	4723.3462	0.0000000	-78.940312	-78.033	-
E5	D1	-0.7672361	0.6413646	0.0000000	-0.0139971	-0.014	-
D1=>D1_(1)	E5	3948.4420	4723.3462	-1.0000000	17.8536571	18.874	-
D1=>D1_(1)	E1	-6262.6922	1122.4506	-1.0000000	-18.540157	-20.084	-
D1	E5	-	-	-	-	-	-
D1	E1	0.1764170	0.9843155	0.0000000	0.0327030	0.033	-

X = 411338.200  
Y = 4481663.010 Aprox  
Z = 768.180  
Desor = 244.3245 Aprox

PLANIMETRIA:  
Varianza = 0.580  
e.m.c. = 0.761  
Px=0.007m Py=0.011m  
ALTIMETRIA:  
Pz=0.029  
dx=0.000m dy=0.000m

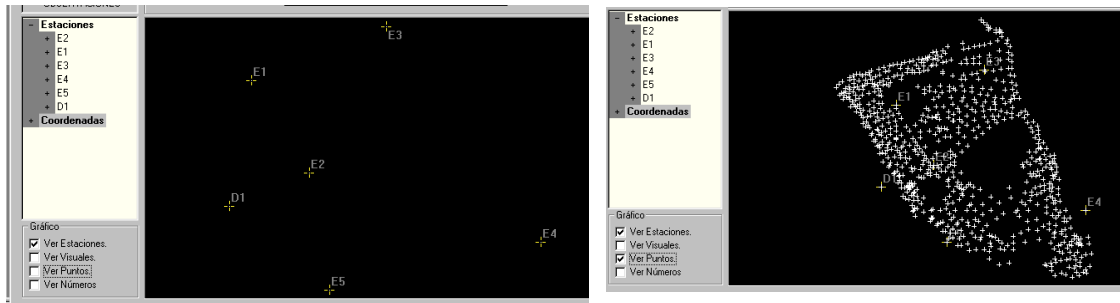
Reset Pesos  
CALCULAR Matrices  
Imprimir GRABAR  
10 SALIR



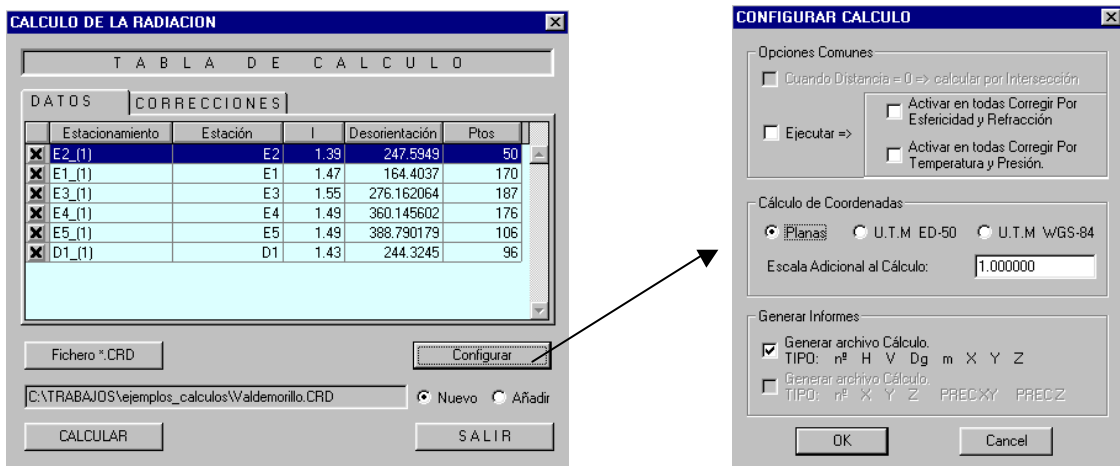
## 7 - CALCULO DE UNA RADIACIÓN.

Una vez que tenemos todas las coordenadas de las Estaciones y las Desorientaciones de sus Estacionamientos, solo nos queda el cálculo de las coordenadas de los puntos radiados.

Si presionamos en el apartado de Coordenadas podremos ver una visión previa de la distribución de las Estaciones y de los Puntos tomados. Esto nos servirá como comprobación. Ver parte inferior "Gráfico" "Ver... .."



Entraremos en "CALCULAR" "Cálculo Radiación"



**CALCULO DE LA RADIACION**

TABLA DE CALCULO

DATOS CORRECCIONES

Estacionamiento	Estación	I	Desorientación	Ptos
✕ E2_(1)	E2	1.39	247.5949	50
✕ E1_(1)	E1	1.47	164.4037	170
✕ E3_(1)	E3	1.55	276.162064	187
✕ E4_(1)	E4	1.49	360.145602	176
✕ E5_(1)	E5	1.49	388.790179	106
✕ D1_(1)	D1	1.43	244.3245	96

Fichero \*.CRD Configuración

C:\TRABAJOS\ejemplos\_calculos\Waldemorillo.CRD Nuevo Añadir

CALCULAR SALIR

**CONFIGURAR CALCULO**

Opciones Comunes:

☐ Cuando Distancia = 0 => calcular por Intersección

☐ Ejecutar =>

☐ Activar en todas Corregir Por Esfericidad y Refracción

☐ Activar en todas Corregir Por Temperatura y Presión.

Cálculo de Coordenadas:

☒ Planas ☐ U.T.M ED-50 ☐ U.T.M WGS-84

Escala Adicional al Cálculo: 1.000000

Generar Informes:

☒ Generar archivo Cálculo. TIPO: nº H V Dg m X Y Z

☐ Generar archivo Cálculo. TIPO: nº X Y Z PRECXY PRECZ

OK Cancel

Marcaremos todos los Estacionamientos, y damos nombre al fichero de coordenadas resultado del cálculo mediante "Fichero \*.CRD". Entraremos en la configuración para elegir el cálculo en Planas y activar el generador de informes.

Por último damos a "CALCULAR" y luego "SALIR"

El fichero resultado de este cálculo lo editaremos y dibujaremos con el "Editor de Coordenadas"

## 8 - REVISIÓN FINAL DE LOS FICHEROS INFORMES. IMPRESIÓN DE ESTADILLOS, RESEÑAS, TABLAS,...

Para terminar, podemos asociar las fotos y reseñas a las Estaciones, imprimir reseñas, listados de Estaciones, listados de Estacionamientos, y podemos editar el fichero de informe donde hemos ido introduciendo los cálculos de la Poligonal, Intersecciones, MMCC, Radiaciones, Desorientaciones.

Informe.txt - Bloc de notas

Archivo Edición Buscar Ayuda

```

*****
ESTACION: D1    PLANIMETRIA
S/N  Tipo  Estación  Usado  ECUACION  Residuo
-----
SI  Dir--->Ang  E1      D1      -6262.6923.dx 1122.4587.dy 0.0.dE = 4.4598 3.2120
SI  Distancia  E1      D1      -0.1764.dx -0.9843.dy 0.0.dE = -0.0327 -0.0330
SI  Dir--->Ang  E5      D1      3948.4604.dx 4723.3524.dy 0.0.dE = -77.8916 -77.6560
SI  Distancia  E5      D1      -0.7672.dx 0.6414.dy 0.0.dE = -0.0143 -0.0140
SI  Inv-->Ang  D1->D1_1)  E5      3948.4604.dx 4723.3524.dy -1.0.dE = 18.9025 18.8580
SI  Inv-->Ang  D1->D1_1)  E1      -6262.6923.dx 1122.4587.dy -1.0.dE = -18.5402 -28.0670
NO  Distancia  D1      E5      0.0000.dx 0.0000.dy 0.0.dE = 0.0000 0.0000
SI  Distancia  D1      E1      -0.1764.dx -0.9843.dy 0.0.dE = -0.0248 -0.0250

Solucionado a la 1 iteración:  Varianza apriori = 1.0000
                               Varianza posteriori = 0.5772
                               enc = 0.75975

Coordenadas AJUSTADAS:      X = 411338.200 Px = 0.007n
                               Y = 4481663.010 Py = 0.011n

Precisión:      Matriz M^-1      0.000091275      -0.000059395
                               -0.000059395      0.000219601
                               -0.268067518      0.713461463
    
```

ESTACION: D1 ALTIMETRIA