INERTIX

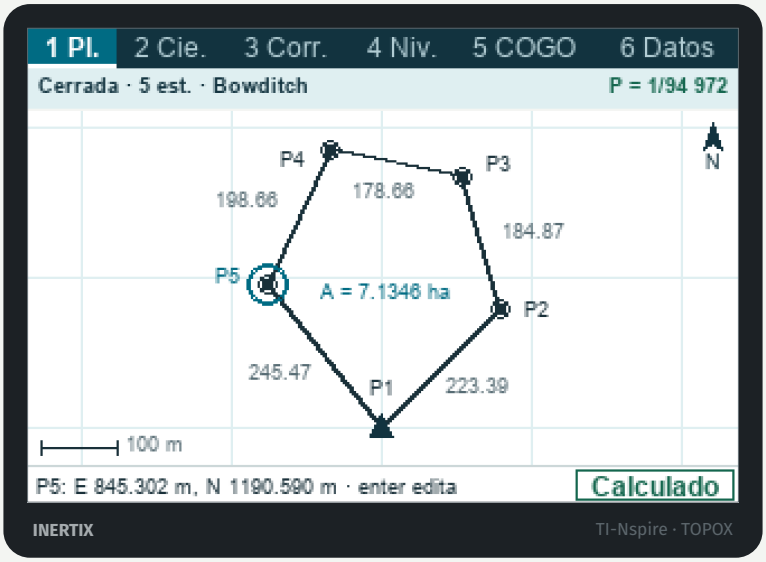
Programas de ingeniería civil para TI-Nspire

GUÍA DE USO

TOPOX

Poligonales, nivelación geométrica y COGO

Versión 1.0.0 **TI-Nspire** Topografía · Noviembre de 2026



CONTACTO Y SOPORTE

Asistente técnico INERTIX +591 69666824

Ing. Carlos Paredes Aguilar
+591 73842694

Ing. Samuel Huarachi Flores
+591 63562947

Contenido

1. Presentación y alcance **4**

1.1. Qué calcula . . . 4

1.2. Unidades y convenciones . . . 4

1.3. Límites y fuera de alcance . . . 5

2. Instalación **6**

2.1. Abrir en la computadora . . . 6

2.2. Transferir a la calculadora . . . 6

3. Licencia de uso **7**

3.1. Cómo funciona . . . 7

3.2. Activar en la calculadora . . . 7

3.3. Mensajes de la pantalla Licencia . . . 8

4. La interfaz **10**

4.1. Zonas de la pantalla . . . 10

4.2. Teclas . . . 11

4.3. Formularios, tablas y resultados pendientes . . . 11

4.4. Ayuda integrada . . . 12

4.5. Errores y avisos . . . 13

5. Ejemplo guiado **14**

5.1. Enunciado . . . 14

5.2. Datos . . . 14

5.3. Paso a paso . . . 15

5.4. Resultados . . . 20

6. Opciones importantes **22**

6.1. OI-1 · Poligonal enlazada con ángulos a la derecha . . . 22

6.2. OI-2 · Área de un polígono por coordenadas (Gauss y DMD) . . . 23

6.3. OI-3 · Poligonal abierta con deflexiones . . . 23

6.4. OI-4 · Nivelación geométrica en circuito . . . 24

6.5. OI-5 · COGO: intersección Az-Az . . . 25

6.6. OI-6 · Método principal, tolerancias y ranuras . . . 26

7. Referencia de menús y opciones **27**

7.1. Archivo 27
7.2. Poligonal 27
7.3. Nivel 27
7.4. COGO 28
7.5. Calcular 28
7.6. Result. 29

8. Fundamento teórico breve **30**

8.1. Ángulos y azimutes 30
8.2. Cierre angular 30
8.3. Cierre lineal 30
8.4. Compensación 30
8.5. Área 30
8.6. Nivelación geométrica 31

9. Preguntas frecuentes **31**

1 Presentación y alcance

TOPOX resuelve los cálculos de gabinete de la **topografía plana** en las TI-Nspire CX y CX II: poligonales con sus cierres y compensaciones, áreas, nivelación geométrica y cálculos de coordenadas (COGO). Los datos se introducen en formularios, sobre la planta o en tablas editables; los resultados se ven en gráficas y tablas, y cada cálculo se desarrolla **paso a paso** para compararlo con la libreta hecha a mano. Está pensado para estudiantes y profesionales que calculan poligonales de campo.

1.1 Qué calcula

- **Poligonales** de hasta 30 estaciones: cerrada, enlazada entre dos líneas de azimut conocido, abierta libre y polígono dado por coordenadas.
- **Ángulos** interiores (con el sentido de recorrido), a la derecha, a la izquierda o deflexiones, en D.MMSS o en grados decimales.
- **Cierre angular** con su tolerancia $k\sqrt{n}$; azimutes, rumbos y proyecciones.
- **Cierre lineal** f_E, f_N, f_L y precisión $1/P$.
- **Compensación** por cuatro métodos calculados a la vez: Bowditch, Tránsito, Crandall y mínimos cuadrados (con σ_0). Uno de ellos es el principal.
- **Coordenadas** y **área** por Gauss, comprobada por dobles distancias meridianas (DMD).
- **Nivelación geométrica** de hasta 40 tramos: circuito cerrado, enlazada o abierta; cotas, tolerancia $C\sqrt{K}$ y compensación por distancia o por tramo.
- **COGO**, nueve herramientas: inversa, radiación con offset, estación/offset, intersecciones Az-Az, Az-Dist y Dist-Dist, transformación 2D, taquimetría y altura inaccesible.

1.2 Unidades y convenciones

Magnitud	Unidad	Convención
Coordenadas E, N y distancias	m	Distancias horizontales; E hacia el este, N hacia el norte
Ángulos y azimutes	D.MMSS o grados	123.4506 = $123°45'06''$. Azimut desde el norte, en sentido horario
Ángulo de trabajo β	—	Ángulo a la derecha: $Z_{\text{sig}} = Z_{\text{ant}} + \beta - 180°$
Deflexión	—	Positiva a la derecha, negativa a la izquierda
Errores de cierre	mm, segundos	Error = observado − teórico; la corrección tiene signo contrario
Cotas y lecturas de mira	m	VA vista atrás, VF vista adelante; desnivel $= VA - VF$
Tolerancia de nivelación	mm	$C\sqrt{K}$ con K en km

1.3 Límites y fuera de alcance

Límite	Valor
Estaciones de una poligonal	30 (mínimo 3 en la cerrada, 2 en la enlazada, 1 en la abierta)
Tramos de nivelación	40
Ranuras de guardado en el documento	4
Cierre lineal admitido	mejor que 1/200; uno peor se rechaza como error de datos

Fuera de alcance

TOPOX trabaja en **trigonometría plana**: no aplica factor de escala, curvatura terrestre ni refracción. Con ángulos interiores, el sentido de recorrido es un dato: si se declara al revés, la figura sale reflejada respecto del primer lado y también cierra, de modo que el programa no puede detectarlo. Las curvas circulares se calculan en CARREX y los volúmenes en VOLUMIX.

2 Instalación

El archivo que abre el usuario es `TOPOX.tns`. Los componentes del programa se distribuyen integrados en ese documento.

Archivo	Uso
`TOPOX.tns`	Documento de la aplicación para TI-Nspire.
Guía de uso en PDF	Instrucciones y ejemplo guiado de la misma versión.
Ficha de ejemplo en PDF	Enunciado, datos y resultados de referencia.

2.1 Abrir en la computadora

1. Conserve una copia del documento recibido.
2. Ábralo en el software TI-Nspire compatible indicado en la ficha de esta guía.
3. Active la página del programa y compruebe que aparece su pantalla inicial.

2.2 Transferir a la calculadora

Con el software TI-Nspire de escritorio, la ruta documentada por Texas Instruments es conectar el equipo por USB, abrir el documento y usar **File > Save to Handheld** (Archivo > Guardar en unidad portátil). Seleccione el equipo y la carpeta de destino; después abra el documento transferido.

Referencia: Texas Instruments, solución 26210. Es la ruta general documentada por Texas Instruments para cualquier documento .tns.

Guardar un caso

Guarde una copia del documento con un nombre reconocible. El programa está diseñado para conservar los datos del caso; la guía indica qué se restaura y cuándo hay que recalcular. No presuponga que el resultado guardado sigue vigente.

3 Licencia de uso

TOPOX se entrega con una **licencia personal**: se activa una sola vez y queda ligada a **su** calculadora TI-Nspire (CX y CX II). La activación de la versión HP Prime no se aplica a la TI-Nspire.

Archivo	Uso
`TOPOX.tns`	Documento de la aplicación; el programa completo va dentro.
`INERTIX_LICENCIA.tns`	Documento con la licencia de **su** calculadora. Se recibe después de enviar el ID; una misma licencia puede incluir varios programas INERTIX.

Los programas se reciben por WhatsApp en un archivo `.zip`, junto con `INERTIX_LICENCIA.tns`. Si ya tiene los programas, recibe solo `INERTIX_LICENCIA.tns`.

3.1 Cómo funciona

- Al abrir `TOPOX.tns` aparece `Verificando la licencia...` durante unos segundos (unos 7 a 8 en una TI-Nspire CX CAS). Es normal: con una licencia válida para esa calculadora, TOPOX se abre solo, con el caso guardado. Sin ella queda la pantalla `Licencia`, que solo ofrece `Licencia` (estado, pegar, copiar el ID, verificar de nuevo) y `Ayuda` (instrucciones, soporte, acerca de): **no se puede calcular**.
- La licencia es un texto firmado ligado al **ID completo** de la calculadora; enumera los programas y la versión mayor autorizados. Si se edita un carácter, deja de ser válida.
- Se verifica al abrir el documento, al pegar una licencia y al volver a la página. No se guarda un estado «activado»: un documento copiado a otra calculadora muestra `Licencia de otra calculadora`.
- En el software de computadora no hay ID de calculadora: la pantalla dice `Se activa solo en una calculadora TI-Nspire` y el programa no calcula, aunque el documento traiga una licencia válida.

3.2 Activar en la calculadora

1. Abra `TOPOX.tns` en la calculadora. Anote el `ID del equipo` completo y el `control` de 4 caracteres que muestra la pantalla `Licencia` (o menu **Licencia** → `Copiar ID`).
2. Envíe ambos con su pedido por WhatsApp, por el mismo chat donde compró.
3. Copie el `INERTIX_LICENCIA.tns` recibido a la calculadora (sección anterior), ábralo y pulse enter: aparece `Licencia copiada`.
4. Abra `TOPOX.tns` y pulse ctrl+V (o menu menu **Licencia** → `Pegar licencia`).
5. Con `Licencia activa`, guarde el documento con ctrl+S para conservarla.

Con la licencia activa, menu **Archivo** → `Licencia` muestra el estado, el ID y el control sobre el caso, y esc vuelve sin cambiarlo.

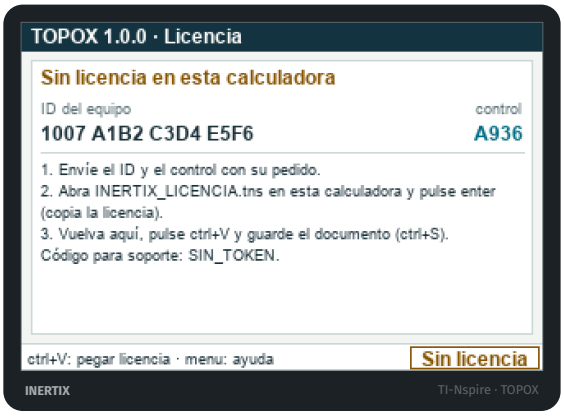
3.3 Mensajes de la pantalla Licencia

Mensaje	Qué hacer
Verificando la licencia…	Espere unos segundos; el programa se abre solo si la licencia es válida.
Licencia activa	Nada; guarde el documento si acaba de pegarla.
Sin licencia en esta calculadora	Siga los pasos anteriores.
Licencia no válida	El texto está incompleto o alterado: vuelva a abrir `INERTIX_LICENCIA.tns`, pulse enter y pegue de nuevo.
Licencia de otra calculadora	La licencia es de otro ID. Pida soporte con el ID y el control de esta calculadora.
Programa o versión no incluidos	La licencia no incluye este programa o esta versión mayor.
Se activa solo en una calculadora TI-Nspire	Software de computadora o emulador: abra el documento en su TI-Nspire CX y CX II.
No se pudo verificar	Pida soporte con el código que muestra la pantalla.

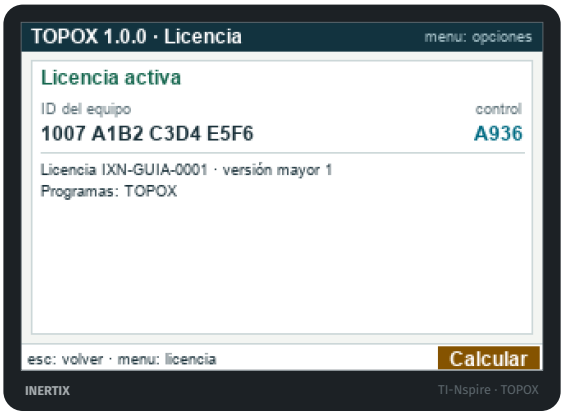
Salvo `Licencia activa`, cada mensaje muestra un `Código para soporte`. En la pantalla Licencia, menu **Ayuda** → `Soporte` reúne programa, ID, control, estado y código para enviarlos.

Qué protege la licencia en TOPOX

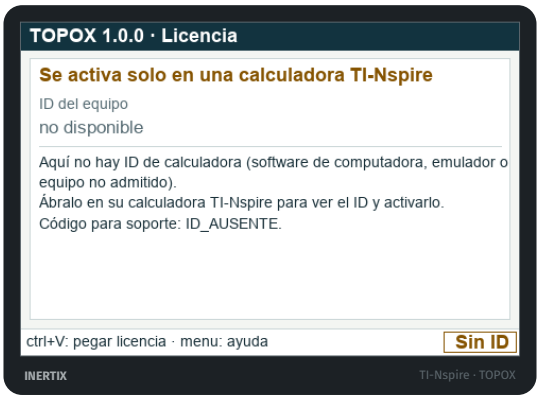
Sin una licencia válida para esta calculadora, TOPOX abre solo la pantalla Licencia (capturas siguientes). Si la verificación deja de valer con el programa abierto, las órdenes que calculan o cambian el caso (menu **Calcular** → `Resolver`, el clic en `Calcular`, `Método`, `Verificar`, `Procedim.`, `Tablas`, `Resumen`, `Nuevo`, `Ejemplos`, `Abrir`, insertar y quitar estaciones o tramos, `Herram.`, el aceptar de los formularios y las ediciones de la vista Datos) muestran `Licencia no verificada en esta calculadora. Vea Archivo > Licencia.` y el caso no cambia. La Ayuda sigue disponible.



Sin licencia: solo la pantalla Licencia, con el ID (de ejemplo), el control y los pasos.



menu **Archivo** → `Licencia` con el programa abierto.



En la computadora no hay ID: no se activa y no hay cálculo.

4 La interfaz

4.1 Zonas de la pantalla

Al abrirlo, TOPOX muestra la planta del ejemplo `Cerrada de 5 lados, áng. interiores` (el del ejemplo guiado), sin calcular.



Pantalla inicial.

Pestañas. `1 Pl.` planta, `2 Cie.` cierre, `3 Corr.` correcciones, `4 Niv.` perfil de nivelación, `5 COGO` croquis y `6 Datos` tablas editables. Se eligen con las cifras [1] a [6], con [tab] o con un clic.

Franja de la vista. A la izquierda, el tipo de poligonal, las estaciones y el método principal; a la derecha, el estado: `Pendiente`, `Calculado` o el resultado principal (precisión, área o error de cierre de la nivelación), en verde si cumple y en rojo si no.

Lienzo. Planta, diagrama de cierre, correcciones, perfil o croquis COGO.

Barra inferior. Lectura de la estación, lado o punto elegido, o la ayuda de teclas del momento; a la derecha la insignia `Calcular` (ámbar, hay cambios sin resolver) o `Calculado`. Un clic en `Calcular` resuelve.

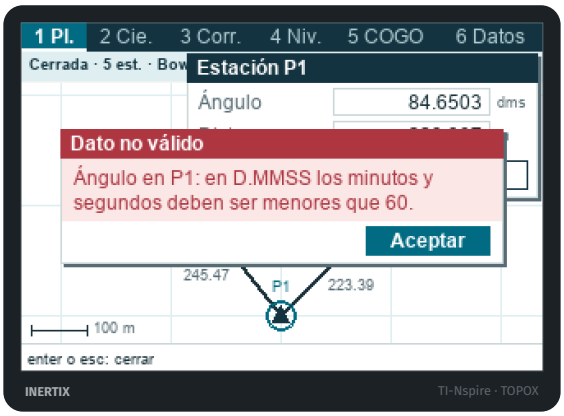
Las órdenes están en [menu], agrupadas en seis categorías: Archivo, Poligonal, Nivel, COGO, Calcular y Result. (sección 7). En esta guía, [menu] **Calcular** → `Resolver` significa: [menu], categoría **Calcular**, orden `Resolver`.

4.2 Teclas

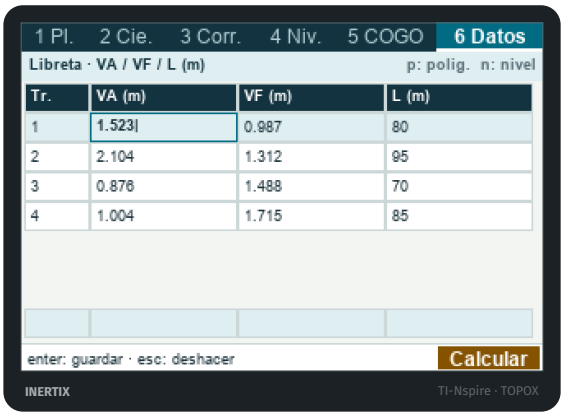
Tecla	Dónde	Acción
menu	Siempre	Órdenes por categoría.
1 … 6, tab	Fuera de edición	Cambian de vista.
◀ ▶	Planta	Recorren las estaciones.
▲ ▼	Planta	Recorren los lados (la barra da rumbo y longitud).
enter	Planta, perfil	Edita la estación o el tramo elegido; en otras vistas, resuelve.
del	Planta	Quita la estación elegida (pide confirmación).
+ − f o	Planta	Acercar, alejar y encuadrar; i j k l desplazan.
n b	Planta	Lista de estaciones o de lados para elegir uno.
◀ ▶	Correcc., perfil	Mueven el cursor; en correcciones ▲ ▼ alternan E y N.
p n g	Datos	Tabla de la poligonal, libreta de nivelación, volver al dibujo.
◀ ▶, ( )	Procedimiento	Sección anterior o siguiente; tablas anchas.
esc	Siempre	Cierra la ventana, el formulario o el visor sin cambiar el caso.

Touchpad
Un clic sobre una estación la elige y otro clic sobre la misma la abre; un clic sobre un lado lo elige. En correcciones y perfil, el clic lleva el cursor al punto más cercano. Recorrer la gráfica nunca recalcula.

4.3 Formularios, tablas y resultados pendientes



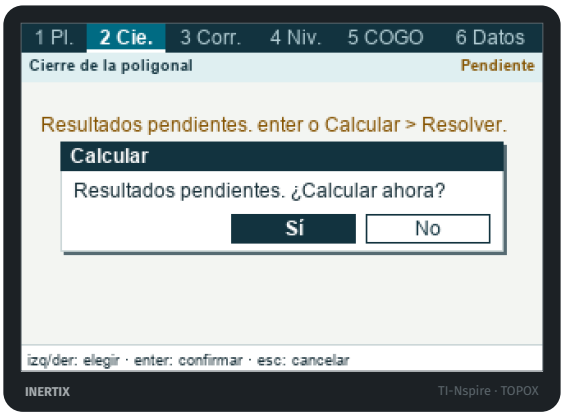
Dato rechazado: minutos o segundos de 60 o más.



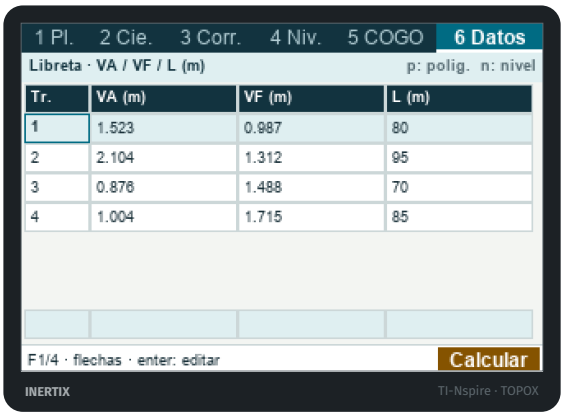
Edición en una celda de la vista Datos.

- En un formulario, ▲ ▼ cambian de campo. Escribir un número **reemplaza** el valor y enter lo acepta y pasa al campo siguiente; después del último, el foco queda en `Aceptar`. tab lleva a `Aceptar`; esc cancela el formulario.
- En los campos de opción, ◀ ▶ cambian la opción y enter abre la lista. La nota al pie da el nombre completo del campo y de la opción abreviada (`Antih.` = antihorario).
- Los ángulos se escriben en D.MMSS: $84°05'03''$ se teclea `84.0503`. Minutos o segundos de 60 o más se rechazan con un aviso; al cerrarlo, el formulario sigue abierto y el caso no cambia.
- En la vista `6 Datos`, enter edita la celda, clear la vacía para escribir, esc deshace, + inserta una fila y del la quita tras confirmar. Los valores admiten operaciones $+\ -\ \times\ \div$, paréntesis y potencia.

- Cualquier cambio deja los resultados **pendientes**. Las vistas que los necesitan preguntan `¿Calcular ahora?`; con `No` el caso se conserva sin mostrar resultados viejos.



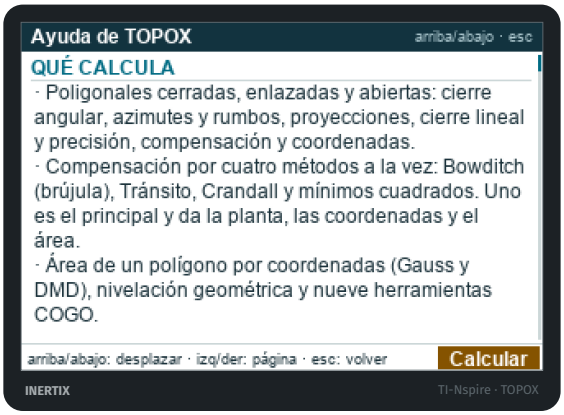
Vista Cierre con datos cambiados: pregunta si calcula.



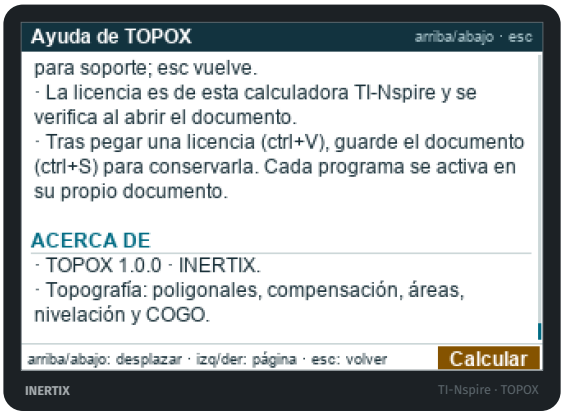
Vista 6 Datos: libreta de nivelación.

4.4 Ayuda integrada

menu **Archivo** → `Ayuda` abre `Ayuda de TOPOX`: qué calcula, inicio rápido, vistas, menú, planta, datos, formularios, cálculo, gráficas, COGO, procedimientos y tablas, convenios, control, métodos y tolerancias, límites, guardado y errores; al final, `LICENCIA` (en las ediciones con licencia) y `ACERCA DE`. ▲ ▼ desplazan y esc vuelve al caso.



Primera página de la Ayuda.



Final: LICENCIA y ACERCA DE.

4.5 Errores y avisos

Aviso	Qué significa y qué hacer
Dato no válido	Ángulo D.MMSS con minutos o segundos ≥ 60, distancia no positiva, número de estaciones fuera de rango… El aviso dice el motivo; el formulario sigue abierto y el caso no cambia.
Calculado con advertencias	El error angular o la precisión no cumplen la tolerancia. Se compensa igual: revise las observaciones antes de adoptar el ajuste.
Cierre peor que 1/200	Se toma como error de datos y no se resuelve: revise tipo de ángulo, recorrido, azimut inicial y distancias.
No aplica (abierta libre)	Método de compensación y procedimientos de compensación: sin condición de cierre no hay error que repartir (OI-3).
No se puede quitar	El tipo exige un mínimo de estaciones o la libreta al menos un tramo; máximos 30 y 40.
Visuales paralelas (COGO)	Las direcciones no se cortan: revise los azimutes.
La ranura está vacía	menu **Archivo** → `Abrir` sobre una ranura sin guardar.
Licencia no verificada	Solo en ediciones con licencia; ver el capítulo de licencia.

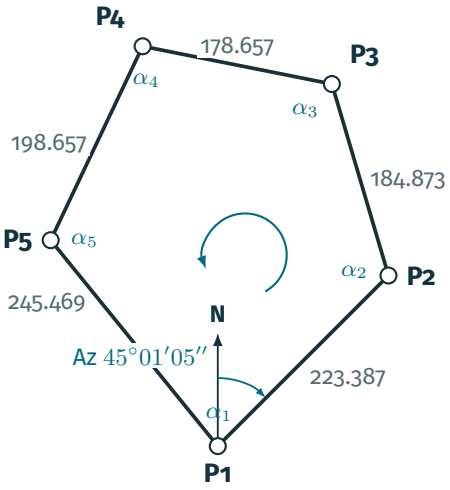
Sin corte con ON

En la HP Prime, la tecla `On` puede interrumpir un cálculo largo y el programa avisa al volver (`Cálculo interrumpido: vuelva a Calcular`). En la TI-Nspire ese caso no existe: las órdenes terminan antes de volver a dibujar la pantalla. Lo que se conserva entre sesiones es el documento: guarde con ctrl + S; al abrirlo, los datos y las cuatro ranuras son los mismos y los resultados quedan pendientes.

5 Ejemplo guiado

5.1 Enunciado

En una poligonal **cerrada** de cinco estaciones se midieron los **ángulos interiores** y las distancias horizontales, recorriéndola en sentido **antihorario**. Se conocen las coordenadas de P1 y el azimut del lado P1-P2. Se pide comprobar el **cierre angular y lineal** frente a las tolerancias, compensar la poligonal por los **cuatro métodos** (Bowditch, Tránsito, Crandall y mínimos cuadrados), y obtener las **coordenadas** de las estaciones y el **área** encerrada.



5.2 Datos

Estación	Ángulo interior (D.MMSS)	Lado	Distancia (m)
P1	84.0503 $(84°05′03″)$	P1-P2	223.387
P2	118.3058 $(118°30′58″)$	P2-P3	184.873
P3	117.4359 $(117°43′59″)$	P3-P4	178.657
P4	104.0555 $(104°05′55″)$	P4-P5	198.657
P5	115.3420 $(115°34′20″)$	P5-P1	245.469

Control y tolerancias	Valor
Coordenadas de P1	E = 1000.000 m, N = 1000.000 m
Azimut P1-P2	45.0105 $(45°01′05″)$, desde el Norte en sentido horario
Tolerancia angular	$T = 20″\sqrt{n}$
Precisión lineal mínima	1/5000
Desviaciones (mínimos cuadrados)	$\sigma_\beta = 10″$; $\sigma_L = 5$ mm $+5$ ppm

Fuente: ejemplo *Cerrada de 5 lados, áng. interiores* de TOPOX (`Archivo > Ejemplos`, ejemplo 1). Caso de validación oficial de INERTIX para compensación angular y lineal de poligonales cerradas. Los métodos clásicos de corrección (Bowditch, Tránsito y Crandall) y cálculo de coordenadas definitivas se verifican analíticamente.

5.3 Paso a paso

El ejemplo se construye **desde la plantilla** y con el teclado, en los mismos 16 pasos de la guía HP. En cada paso, la fila *Teclas* es la secuencia exacta desde el final del paso anterior; se parte de la pantalla inicial de TOPOX.

1 Nuevo: plantilla de poligonal cerrada



TECLAS

menu **Archivo** → `Nuevo` enter

menu **Archivo** → `Nuevo` abre la lista de plantillas; enter elige la primera, `Poligonal cerrada (5 lados)`. Deja un pentágono regular (ángulos de $108°$, lados de 100 m) que solo sirve de punto de partida: todos sus datos se reemplazan en los pasos siguientes.

✔ **Debe verse:** Pentágono regular de 5 estaciones; franja «Cerrada · 5 est. · Bowditch» y «Pendiente»

2 Revisar el tipo de poligonal



TECLAS

menu **Poligonal** → `Tipo`

menu **Poligonal** → `Tipo`. La plantilla ya trae lo que pide el ejemplo: `Cerr.` (cerrada), ángulos `Int.` (interiores), recorrido `Antih.` (antihorario), formato `D.MMSS` y 5 estaciones. Las opciones se cambian con ◀ ▶.

✔ **Debe verse:** Formulario Tipo: Cerr., Int., Antih., D.MMSS, 5 estaciones

3 Aceptar el tipo



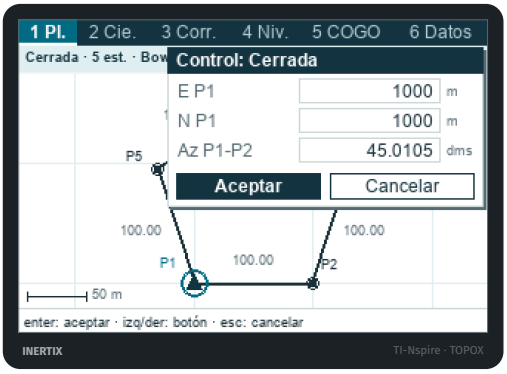
TECLAS

tab enter

tab lleva a `Aceptar` y enter acepta. El sentido de recorrido importa: con ángulos interiores, TOPOX lo usa para pasar cada ángulo al ángulo de trabajo a la derecha.

✔ **Debe verse:** De vuelta en la planta, sin cambios

4 Control: azimut del primer lado



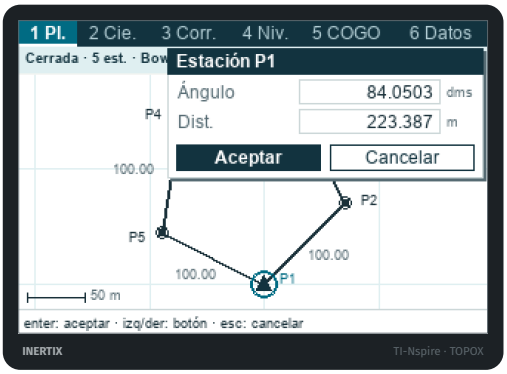
TECLAS

menu **Poligonal** → `Control` ▼ ×2 4 5 . 0 1 0 5 enter

menu **Poligonal** → `Control` pide las coordenadas de P1 y el azimut P1-P2. P1 ya está en (1000, 1000): ▼ dos veces hasta `Az P1-P2`, escriba 45.0105 ($45°01'05''$) y enter: el foco queda en `Aceptar`.

✔ **Debe verse:** Control: E P1 1000, N P1 1000, Az P1-P2 45.0105; foco en Aceptar

5 Estación P1



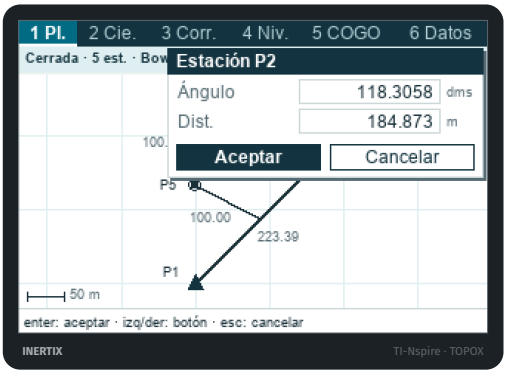
TECLAS

enter ×2 8 4 . 0 5 0 3 enter 2 ×2 3 . 3 8 7 enter

enter acepta el control. En la planta está elegida P1; enter abre `Estación P1`. Escriba el ángulo interior 84.0503, enter, la distancia al punto siguiente, 223.387, y enter.

✔ **Debe verse:** Estación P1: ángulo 84.0503 dms, Dist. 223.387 m; foco en Aceptar

6 Estación P2



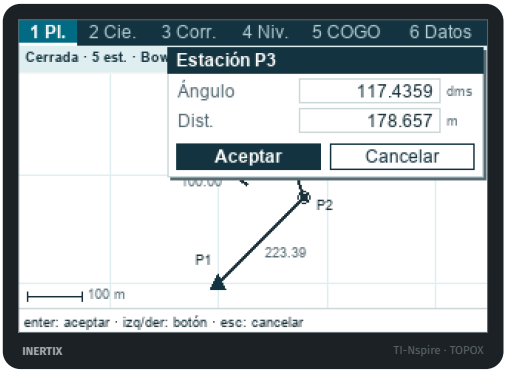
TECLAS

enter ▶ enter 1 ×2 8 . 3 0 5 8 enter 1 8 4 . 8 7 3 enter

enter acepta P1, ▶ elige P2 y enter la abre: ángulo 118.3058 y distancia P2-P3 184.873 m.

✔ **Debe verse:** Estación P2: 118.3058 y 184.873 m

7 Estación P3



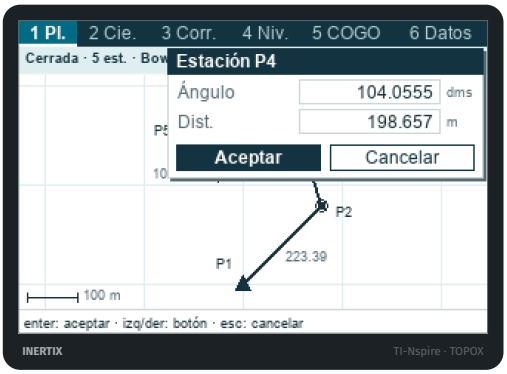
TECLAS

enter ▶ enter 1 ×2 7 . 4 3 5 9 enter 1 7 8 . 6 5 7 enter

Igual: ángulo 117.4359 y distancia P3-P4 178.657 m. La planta se va deformando con cada dato, porque se dibuja con los valores tal como se introducen.

✔ **Debe verse:** Estación P3: 117.4359 y 178.657 m; la planta se deforma con los datos

8 Estación P4



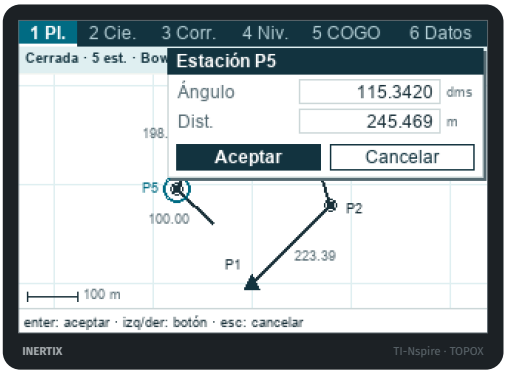
TECLAS

enter ▶ enter 1 0 4 . 0 5 ×3 enter 1 9 8 . 6 5 7 enter

Ángulo 104.0555 y distancia P4-P5 198.657 m.

✔ **Debe verse:** Estación P4: 104.0555 y 198.657 m

9 Estación P5



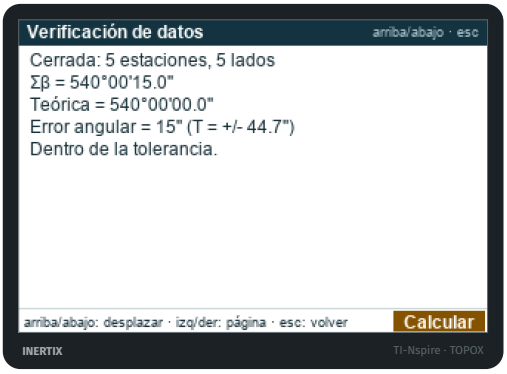
TECLAS

enter ▶ enter 1 ×2 5 . 3 4 2 0 enter 2 4 5 . 4 6 9 enter

Ángulo 115.3420 y distancia 245.469 m. En la poligonal cerrada, la distancia de la última estación es el lado de cierre: la nota al pie dice `Dist. P5-P1`.

✔ **Debe verse:** Estación P5: 115.3420 y 245.469 m; la nota dice «Dist. P5-P1» (lado de cierre)

10 Verificar antes de calcular



TECLAS

enter menu **Calcular** → `Verificar`

enter acepta P5. menu **Calcular** → `Verificar` revisa la libreta sin resolver: la suma de ángulos $540°00'15''$ frente a la teórica $(n-2)\cdot 180° = 540°$ da un error angular de $15''$, dentro de la tolerancia $20''\sqrt{5} = 44.7''$.

✔ **Debe verse:** Verificación de datos: $\Sigma\beta$ = 540°00'15.0", error angular 15.0" (T = ±44.7"), dentro de la tolerancia

11 Resolver



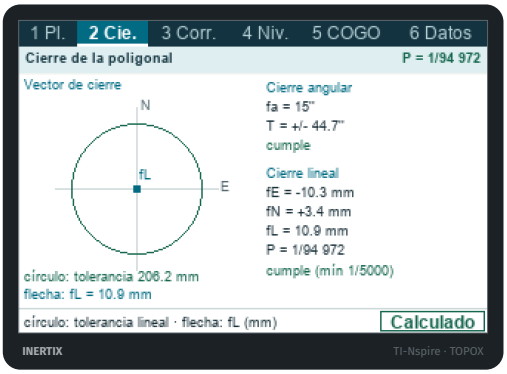
TECLAS

esc menu **Calcular** → `Resolver`

esc cierra la ventana y menu **Calcular** → `Resolver` calcula. TOPOX reparte el error angular, obtiene azimutes y proyecciones, compensa por los cuatro métodos y dibuja la planta con el principal (Bowditch). La franja da `P = 1/94 972` en verde y la planta el área, 7.1346 ha.

✔ **Debe verse:** Planta compensada (Bowditch); franja «P = 1/94 972» en verde; botón «Calculado»

12 Diagrama de cierre



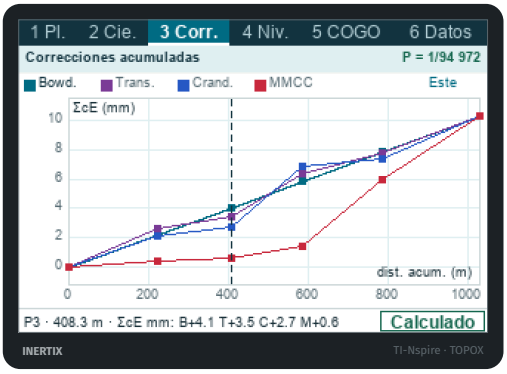
TECLAS

menu **Result.** → `Cierre`

menu **Result.** → `Cierre` (o la tecla 2) dibuja el vector de error de cierre f_L dentro del círculo de tolerancia (ΣL por la precisión mínima). A la derecha, el cierre angular ($f_a = 15''$) y el lineal: $f_E = -10.3$ mm, $f_N = +3.4$ mm, $f_L = 10.9$ mm. Ambos cumplen.

✔ **Debe verse:** Flecha fL dentro del círculo de tolerancia; cierre angular 15" y lineal con «cumple»

13 Correcciones de los cuatro métodos



TECLAS

menu **Result.** → `Correcc.` ▶ ×2

menu **Result.** → `Correcc.` grafica las correcciones acumuladas en E de los cuatro métodos frente a la distancia recorrida. ▶ dos veces lleva el cursor a P3: la barra inferior da Σc de cada método en esa estación. ▲ o ▼ cambiarían a las correcciones en N.

✓ **Debe verse:** Correcciones acumuladas en E; cursor en P3 y Σc de B, T, C y M en la barra inferior

14 Tabla de coordenadas



TECLAS

menu **Result.** → `Tablas` ▼ ×2 enter

menu **Result.** → `Tablas` lista las cinco tablas; ▼ dos veces y enter abre `Coordenadas`: coordenadas compensadas del método principal y el área.

✓ **Debe verse:** Tabla Coordenadas del método principal y área

15 Procedimiento de mínimos cuadrados



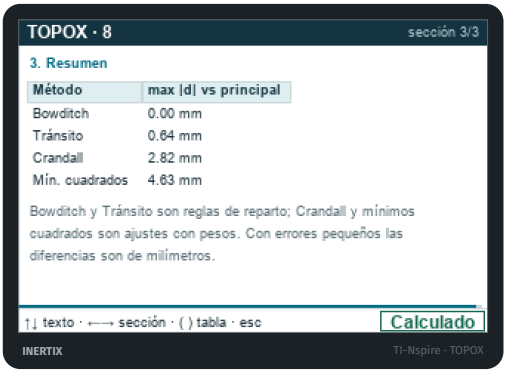
TECLAS

esc menu **Calcular** → `Procedim.` ▼ ×5 enter ▶ ×4

esc cierra la tabla. menu **Calcular** → `Procedim.` lista los procedimientos; el sexto, `Mínimos cuadrados`, desarrolla el ajuste en siete secciones. ▶ cuatro veces lleva a la sección 5, `Observaciones ajustadas`: cada observación medida, su residuo v y su valor ajustado; $\sigma_0 = 0.539$.

✓ **Debe verse:** Mínimos cuadrados, sección 5 «Observaciones ajustadas»: medida, residuo v y ajustada; σ0 = 0.539

16 Comparación de los cuatro métodos



TECLAS

esc menu **Calcular** → Procedim. ▼ ×7 enter ▶ ×2

esc cierra el visor. El octavo procedimiento, Comparación de métodos, da las diferencias en E y en N de cada método respecto del principal; su sección Resumen muestra la mayor diferencia de cada uno: 0.64 mm (Tránsito), 2.82 mm (Crandall) y 4.63 mm (mínimos cuadrados).

✔ **Debe verse:** Comparación de métodos, sección Resumen: mayor diferencia de cada método respecto del principal

El orden de las estaciones

Las estaciones se numeran en el orden de recorrido, P1 a P5, y la distancia de cada estación es la del lado que sale de ella. Si el recorrido real es horario, declárelo en Tipo: con ángulos interiores y el sentido equivocado, la figura sale reflejada.

5.4 Resultados

TOPOX coincide con la referencia

Cierres, coordenadas de los cuatro métodos, σ_0 y área coinciden con el cálculo independiente de referencia y con la guía HP. Los cuatro métodos cierran exactamente y solo difieren en cómo reparten el error: a lo sumo 4.63 mm, frente a un error de cierre de 10.856 mm.

Magnitud	Referencia	TOPOX	Estado
Suma de ángulos $\Sigma\beta$	$540°00'15.0''$	$540°00'15.0''$	Coincide
Error angular f_a ($T = 44.7''$)	$+15.0''$	$+15.0''$	Cumple
f_E / f_N	-10.308 / $+3.406$ mm	-10.308 / $+3.406$ mm	Coincide
Error de cierre f_L	10.856 mm	10.856 mm	Coincide
Precisión P (mín. 1/5000)	1/94 972	1/94 972	Cumple
P3 Bowditch (E, N)	1105.6087, 1335.1977	1105.6087, 1335.1977	Coincide
P3 Tránsito	1105.6081, 1335.1975	1105.6081, 1335.1975	Coincide
P3 Crandall	1105.6073, 1335.1991	1105.6073, 1335.1991	Coincide
P3 mínimos cuadrados	1105.6052, 1335.1987	1105.6052, 1335.1987	Coincide
σ_0 a posteriori ($r = 3$)	0.539	0.539	Coincide
Área (Bowditch)	71 346.485 m²	71 346.485 m²	Coincide

Coordenadas en metros. Área = 7.1346 ha. Tolerancia de la validación: 10^{-7} m en coordenadas y 10^{-6} relativo en el área.

Comprobación a mano

$$\Sigma\beta_{\text{teórica}} = (n-2)\cdot 180^\circ = 3\cdot 180^\circ = 540^\circ 00' 00''$$

$$f_a = 540^\circ 00' 15'' - 540^\circ = +15'' \;\le\; T = 20''\sqrt{5} = 44.7''$$

$$c = -f_a / n = -3'' \text{ por ángulo}$$

$$f_L = \sqrt{f_E^2 + f_N^2} = \sqrt{10.308^2 + 3.406^2} = 10.856 \text{ mm}$$

$$P = \Sigma L / f_L = 1031.043 / 0.010856 \approx 94\,972$$

6 Opciones importantes

Los casos siguientes son los mismos de la guía HP. Cada paso indica sus teclas exactas desde el final del anterior. Los ejemplos de menu **Archivo** → `Ejemplos` se eligen con ▼ y enter y **sustituyen** la poligonal o la libreta en uso (los datos COGO no cambian).

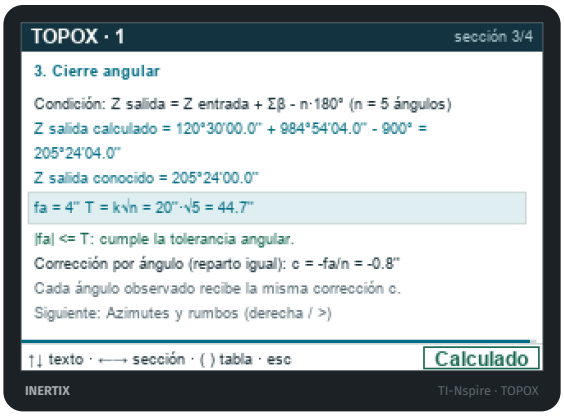
6.1 OI-1 · Poligonal enlazada con ángulos a la derecha

Objetivo. Ajustar una poligonal que sale de una línea de azimut conocido y llega a otra, con coordenadas conocidas en los dos extremos. **Datos.** Ejemplo 2: cinco estaciones con ángulos a la derecha; azimut de entrada A-P1 $120°30'00''$ y de salida $205°24'00''$; P1 (5000, 8000) y P5 (5882.961, 7368.743).

1. **Cargar la enlazada.** menu **Archivo** → `Ejemplos`, segundo ejemplo. La planta marca A y D en las líneas de azimut conocido.
   menu **Archivo** → `Ejemplos` ▼ enter
2. **Revisar el control.** menu **Poligonal** → `Control`: en la enlazada se piden también `E final`, `N final` y `Az salida`.
   menu **Poligonal** → `Control`
3. **Resolver.** esc y menu **Calcular** → `Resolver`: `P = 1/59 957` en verde.
   esc menu **Calcular** → `Resolver`
4. **Cierre.** menu **Result.** → `Cierre`: $f_L = 18.8$ mm dentro del círculo de tolerancia.
   menu **Result.** → `Cierre`
5. **Cierre angular con azimutes.** menu **Calcular** → `Procedim.`, primero, ▶ dos veces: `Cierre angular` compara el azimut de salida calculado con el conocido.
   menu **Calcular** → `Procedim.` enter ▶×2



Control de la enlazada: dos extremos y dos azimutes.



Cierre angular por azimutes.

Lectura. En la enlazada el cierre angular no se mide con la suma de ángulos sino con el azimut de llegada: $f_a = Z_{\text{entrada}} + \Sigma\beta - n \cdot 180° - Z_{\text{salida}} = 4''$, y el cierre lineal con las coordenadas conocidas de P5: $f_L = 18.789$ mm, precisión 1/59 957, que cumple 1/5000.

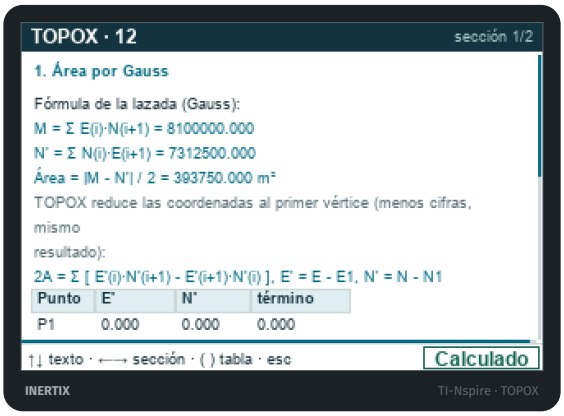
6.2 OI-2 · Área de un polígono por coordenadas (Gauss y DMD)

Objetivo. Calcular el área de un predio cuyos vértices ya tienen coordenadas. **Datos.** Ejemplo 3: P1 (1200, 1000), P2 (1800, 1500), P3 (1600, 1750) y P4 (750, 1500).

1. **Cargar el polígono por coordenadas.** menu **Archivo** → `Ejemplos`, tercer ejemplo.
   menu **Archivo** → `Ejemplos` ▼ ×2 enter
2. **Ver los vértices en Datos.** 6: la vista Datos muestra los vértices en E y N (editables).
   6
3. **Volver al dibujo y resolver.** g vuelve al dibujo y menu **Calcular** → `Resolver`: área 393 750.000 m² en la franja.
   g menu **Calcular** → `Resolver`
4. **Procedimiento: área por Gauss.** menu **Calcular** → `Procedim.`, segundo: `Área por Gauss`.
   menu **Calcular** → `Procedim.` ▼ enter
5. **Área por DMD.** ▶: `Área por DMD`, el mismo valor.
   ▶



Vértices del polígono en la vista Datos.



Área por Gauss: M, N' y área.

Lectura. $M = \Sigma E_i N_{i+1} = 8\,100\,000$, $N' = \Sigma N_i E_{i+1} = 7\,312\,500$ y el área es $|M - N'|/2 = 393\,750.000$ m² $= 39.3750$ ha. TOPOX reduce las coordenadas al primer vértice para no perder cifras; DMD da el mismo valor (diferencia 0 m²). En este tipo no hay cierre ni compensación: se calculan la inversa de los lados y los ángulos interiores (primer procedimiento).

6.3 OI-3 · Poligonal abierta con deflexiones

Objetivo. Calcular las coordenadas de una poligonal abierta medida por deflexiones, sin control de cierre. **Datos.** Ejemplo 4: cuatro estaciones desde P1 (2000, 3000), azimut inicial $30°$, deflexiones 0, $+25°30'$, $-40°15'$ y $+12°$; P5 es el punto final.

1. **Cargar la abierta con deflexiones.** menu **Archivo** → `Ejemplos`, cuarto ejemplo.
   menu **Archivo** → `Ejemplos` ▼ ×3 enter
2. **Revisar el tipo.** menu **Poligonal** → `Tipo`: `Abier.` y ángulos `Defl.` (deflexión, positiva a la derecha).
   menu **Poligonal** → `Tipo`

3. **Resolver.** esc y menu **Calcular** → `Resolver`: la franja dice `Calculado`, sin precisión (no hay cierre).

   esc menu **Calcular** → `Resolver`

4. **Coordenadas del punto final.** menu **Result.** → `Tablas`, tercera: P5 = (2212.211, 3364.399).

   menu **Result.** → `Tablas` ▼×2 enter

5. **Método: no aplica.** esc y menu **Calcular** → `Método`: aviso, el método de compensación no aplica a la abierta libre.

   esc menu **Calcular** → `Método`



Tipo: abierta con deflexiones.



Coordenadas de la abierta; P5 es el punto final.

Lectura. Con deflexiones, $\beta = 180^\circ + d$. Una poligonal abierta no tiene condición de cierre: las coordenadas salen sin corrección y un error de campo no se detecta. Úsela solo para trabajos que luego se cierran o se comprueban de otro modo.

6.4 OI-4 · Nivelación geométrica en circuito

Objetivo. Comprobar el cierre de una nivelación en circuito y compensar las cotas. **Datos.** Ejemplo 5: BM de cota 100.000 m; cuatro tramos de 80, 95, 70 y 85 m; VA 1.523, 2.104, 0.876, 1.004 y VF 0.987, 1.312, 1.488, 1.715 m; $C = 12$ mm$\sqrt{K}$.

1. **Cargar la nivelación en circuito.** menu **Archivo** → `Ejemplos`, quinto: la vista 4 muestra el perfil preliminar.

   menu **Archivo** → `Ejemplos` ▼×4 enter

2. **Libreta de campo.** menu **Nivel** → `Libreta`: VA, VF y L de cada tramo en la vista Datos.

   menu **Nivel** → `Libreta`

3. **Resolver.** menu **Calcular** → `Resolver`: la franja da `e = 5.0 mm (T 6.9)` en verde.

   menu **Calcular** → `Resolver`

4. **Perfil compensado.** 4 y ▶ dos veces: perfil preliminar (a trazos) y compensado, con el cursor en el segundo punto: cota y corrección.

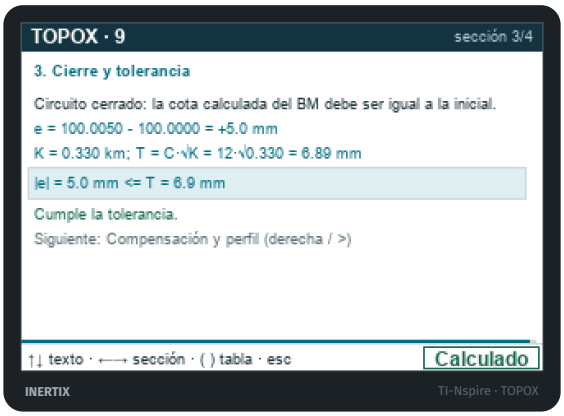
   4 ▶×2

5. **Procedimiento: cierre y tolerancia.** menu **Calcular** → `Procedim.`, ▶ dos veces: `Cierre y tolerancia`.

   menu **Calcular** → `Procedim.` ▶×2



Perfil compensado con el cursor.



Cierre y tolerancia.

Lectura. En el circuito la cota calculada del BM debe ser igual a la inicial: $e = 100.005 - 100.000 = +5.0$ mm, con $K = 0.330$ km y $T = 12\sqrt{0.330} = 6.89$ mm: cumple. La corrección se reparte en proporción a la distancia y la cota final compensada vuelve a 100.000 m. El ejemplo 6 es una **nivelación enlazada** entre dos BM (2450.315 y 2452.094 m): $e = 7.0$ mm frente a $T = 9.30$ mm; se lee igual.

6.5 OI-5 · COGO: intersección Az-Az

Objetivo. Obtener un punto inaccesible por el corte de dos visuales con azimut conocido. **Datos.** A (1000, 1000) con azimut $45°$ y B (1200, 1000) con azimut $315°$ (los que trae la herramienta).

1. **Elegir la herramienta.** menu **COGO** → `Herram.`, cuarta: se abre el formulario con los datos de A y B.

   menu **COGO** → `Herram.` ▼ ×3 enter

2. **Aceptar los datos.** tab y enter: la vista 5 queda con resultados pendientes.

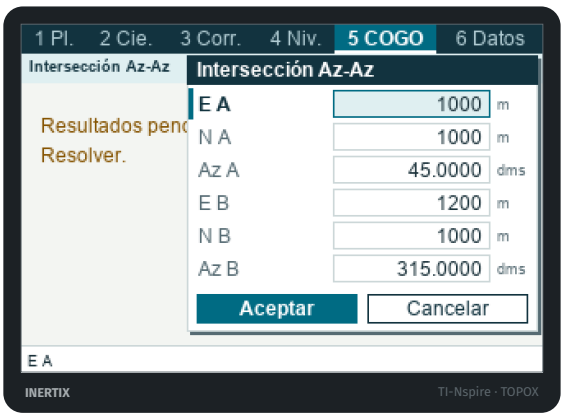
   tab enter

3. **Resolver.** menu **Calcular** → `Resolver`: croquis con el punto de corte.

   menu **Calcular** → `Resolver`

4. **Procedimiento.** menu **COGO** → `Procedim.`, ▶ dos veces: `Resultado`.

   menu **COGO** → `Procedim.` ▶ ×2



Datos de la intersección Az-Az.



Croquis y punto de corte.

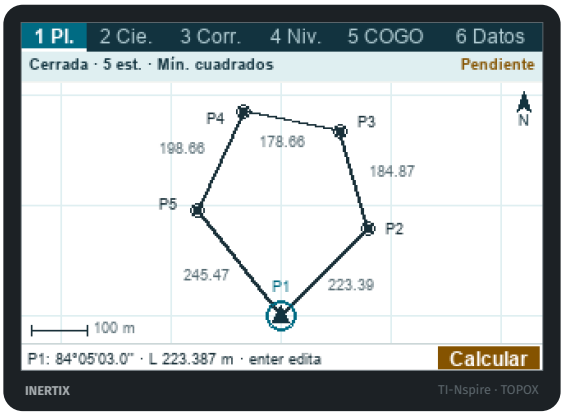
Lectura. El punto es (1100.000, 1100.000), a 141.421 m de A y de B: las dos visuales forman un triángulo rectángulo isósceles sobre AB, lo que se comprueba a mano. Las otras ocho herramientas se

usan igual: elegir en `Herram.`, completar sus datos (transformación y taquimetría en dos etapas) y resolver.

6.6 OI-6 · Método principal, tolerancias y ranuras

Objetivo. Cambiar el método que da la planta y el área sin perder el caso, revisar las tolerancias y guardar el caso en una ranura del documento. **Datos.** Ejemplo 1 (el del ejemplo guiado), resuelto.

1. **Ejemplo 1 resuelto.** menu **Archivo** → `Ejemplos`, primero, y menu **Calcular** → `Resolver`: Bowditch, P = 1/94 972.
   menu **Archivo** → `Ejemplos` enter menu **Calcular** → `Resolver`
2. **Guardar en la ranura 1.** menu **Archivo** → `Guardar` y enter: la ranura 1 guarda el caso.
   menu **Archivo** → `Guardar` enter
3. **Método principal: mínimos cuadrados.** menu **Calcular** → `Método`, cuarto: `Mín. cuadrados` pasa a principal y los resultados quedan pendientes.
   menu **Calcular** → `Método` ▼ ×3 enter
4. **Resolver con el nuevo principal.** menu **Calcular** → `Resolver`: la planta y el área usan ahora las coordenadas ajustadas.
   menu **Calcular** → `Resolver`
5. **Tolerancias y precisión.** menu **Poligonal** → `Toler.`: k angular, precisión mínima y σ del ángulo y de la distancia.
   menu **Poligonal** → `Toler.`
6. **Abrir la ranura 1.** esc, menu **Archivo** → `Abrir` y enter: vuelve el caso de la ranura 1 (Bowditch), con los resultados pendientes.
   esc menu **Archivo** → `Abrir` enter



Método cambiado: resultados pendientes.



Tolerancias y precisión.

Lectura. Los cuatro métodos se calculan siempre (procedimiento `Comparación de métodos`); el principal solo decide qué coordenadas se dibujan y con cuáles se calcula el área. P3 pasa de (1105.6087, 1335.1977) con Bowditch a (1105.6052, 1335.1987) con mínimos cuadrados. Las σ de `Toler.` solo intervienen en mínimos cuadrados. Las ranuras viven dentro del documento: para conservarlas, guarde el documento (ctrl + S).

7 Referencia de menús y opciones

7.1 Archivo

Orden	Qué hace
Nuevo	Plantillas limpias: poligonal cerrada (5 lados), enlazada (4 lados), abierta libre (3 lados), polígono por coordenadas (4 vért.), nivelación cerrada y enlazada (4 tramos). Cada una reinicia solo su espacio de trabajo.
Ejemplos	Seis casos: cerrada de 5 lados con ángulos interiores, enlazada con ángulos a la derecha, área por Gauss, abierta con deflexiones, nivelación en circuito y entre dos BM. En las listas, d muestra el nombre completo.
Guardar / Abrir	Cuatro ranuras dentro del documento con la poligonal, la nivelación y los datos COGO.
Ayuda	Ayuda integrada.
Licencia	Pantalla Licencia (solo en las ediciones con licencia); esc vuelve al caso.

7.2 Poligonal

Orden	Qué hace
Tipo	Tipo, ángulos (interior, derecha, izquierda, deflexión), recorrido (solo con interiores), formato y número de estaciones. Los campos cambian según el tipo.
Control	Coordenadas de P1 y azimut inicial; en la enlazada, además, coordenadas finales y azimut de salida. El polígono por coordenadas no usa control.
Estación	Ángulo y distancia al punto siguiente de la estación elegida; en el polígono por coordenadas, E y N.
Insertar / Quitar	Añade una estación después de la elegida o quita la elegida con su lado.
Toler.	k angular (segundos), precisión mínima $1/P$ y desviaciones σ_β, $\sigma_L = a$ mm $+ b$ ppm.

7.3 Nivel

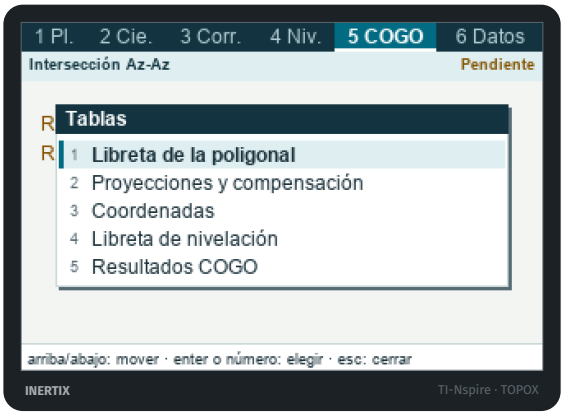
Orden	Qué hace
Config.	Tipo (cerrada, enlazada o abierta), cota inicial, cota final (enlazada), compensación por distancia o por tramo, C (mm$\sqrt{K}$) y número de tramos.
Tramo	Vista atrás, vista adelante y distancia del tramo elegido.
Insertar / Quitar	Añade o quita un tramo.
Perfil	Vista 4: perfil preliminar y compensado con cursor por punto.
Libreta	Vista 6: libreta editable (VA, VF, L).

7.4 COGO

Orden	Qué hace
Herram.	Elige una de las nueve herramientas y abre sus datos.
Datos	Formulario de la herramienta activa.
Croquis	Vista 5 con el croquis y el resultado.
Procedim.	Datos, cálculo y resultado paso a paso.



menu **COGO** → `Herram.`: las herramientas.



menu **Result.** → `Tablas`.

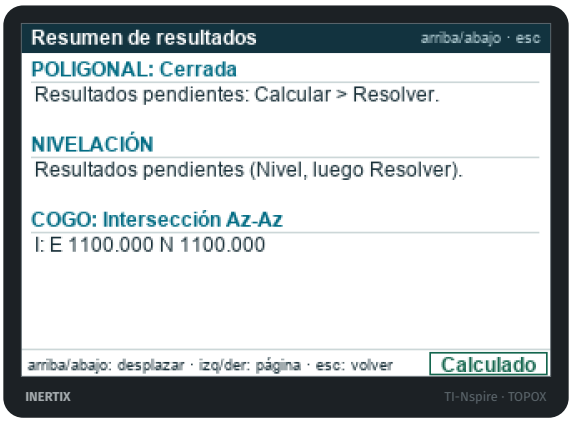
7.5 Calcular

Orden	Qué hace
Resolver	Resuelve el objeto activo: poligonal, nivelación o COGO.
Método	Método principal (Bowditch, Tránsito, Crandall o mínimos cuadrados).
Procedim.	Lista de procedimientos paso a paso; en nivelación y COGO abre directamente el suyo.
Verificar	Revisa los datos sin resolver: cierre angular previo o cota final preliminar.

Procedimiento	Contenido
Cierre angular y azimutes	Datos y convenio, ángulos de trabajo, cierre angular, azimutes y rumbos.
Proyecciones y cierre lineal	$\Delta E = L \sin Z$, $\Delta N = L \cos Z$; f_E, f_N, f_L y precisión.
Bowditch / Tránsito	Fórmula, correcciones, coordenadas y comparación con el principal.
Crandall	Planteamiento, sistema normal 2×2, correcciones, coordenadas y comparación.
Mínimos cuadrados	Modelo y pesos, matriz B, sistema normal, iteraciones, observaciones ajustadas, coordenadas y comparación.
Coordenadas (y área)	Coordenadas; en la cerrada, área por Gauss y por DMD.
Comparación de métodos	Diferencias en E y en N, y resumen.
Polígono por coordenadas	Inversa y ángulos interiores; área por Gauss y DMD.
Nivelación	Desniveles, altura de instrumento, cierre y tolerancia, compensación y perfil.

7.6 Result.

Orden	Qué hace
Planta / Cierre / Correcc.	Vistas 1, 2 y 3.
Tablas	Libreta, proyecciones y compensación, coordenadas, libreta de nivelación y resultados COGO.
Resumen	Resultados de la poligonal, la nivelación y la herramienta COGO.



menu **Result.** → `Resumen.`

8 Fundamento teórico breve

8.1 Ángulos y azimutes

$$Z_{i+1} = Z_i + \beta_{i+1} - 180^\circ \tag{1}$$

Donde: con ángulos interiores en recorrido antihorario $\beta = \alpha$; en horario y con ángulos a la izquierda $\beta = 360^\circ - \alpha$; con deflexiones $\beta = 180^\circ + d$.

8.2 Cierre angular

$$f_a = \Sigma\beta - (n-2)\cdot 180^\circ \qquad T_a = k\sqrt{n} \qquad c = -\frac{f_a}{n} \tag{2}$$

Donde: en la enlazada, $f_a = Z_{\text{entrada}} + \Sigma\beta - n\cdot 180^\circ - Z_{\text{salida}}$.

8.3 Cierre lineal

$$\Delta E = L\sin Z \qquad \Delta N = L\cos Z \qquad f_L = \sqrt{f_E^2 + f_N^2} \qquad P = \frac{\Sigma L}{f_L} \tag{3}$$

8.4 Compensación

$$\text{Bowditch: } c_{E,i} = -f_E\,\frac{L_i}{\Sigma L} \qquad \text{Tránsito: } c_{E,i} = -f_E\,\frac{|\Delta E_i|}{\Sigma|\Delta E|} \tag{4}$$

Donde: y lo mismo en N. Crandall deja fijos los azimutes compensados y corrige solo las longitudes, $\delta L_i = a\,\Delta N_i + b\,\Delta E_i$, por mínimos cuadrados con peso $1/L$ (sistema 2×2).

Los **mínimos cuadrados** ajustan a la vez ángulos y distancias con pesos $p = 1/\sigma^2$ y tres ecuaciones de condición (redundancia $r = 3$), iterando hasta que las correcciones son despreciables:

$$(\mathbf{B}\,\mathbf{Q}\,\mathbf{B}^T)\,\mathbf{k} = -\mathbf{w} \qquad \mathbf{v} = \mathbf{Q}\,\mathbf{B}^T\mathbf{k} \qquad \sigma_0 = \sqrt{\frac{\mathbf{v}^T\mathbf{P}\,\mathbf{v}}{r}} \tag{5}$$

Donde: σ_0 cercano a 1 indica que las desviaciones supuestas son coherentes con los residuos.

8.5 Área

$$2A = |\,\Sigma\,(E_i\,N_{i+1} - E_{i+1}\,N_i)\,| \qquad 2A = |\,\Sigma\,\mathrm{DMD}_i\,\Delta N_i\,| \tag{6}$$

Donde: con coordenadas reducidas a P1; $\mathrm{DMD}_1 = \Delta E_1$, $\mathrm{DMD}_i = \mathrm{DMD}_{i-1} + \Delta E_{i-1} + \Delta E_i$.

8.6 Nivelación geométrica

$$\Delta h = VA - VF \qquad AI = \text{cota} + VA \qquad T = C\sqrt{K}\ \text{(mm)} \qquad c_i = -e\,\frac{d_i}{\Sigma d} \tag{7}$$

Donde: con compensación por tramo, $c_i = -e/n$. Comprobación aritmética: $\Sigma VA - \Sigma VF$ = cota final − cota inicial.

9 Preguntas frecuentes

¿Por qué la insignia dice `Calcular` después de cambiar un dato?

Cualquier edición deja los resultados pendientes para no mostrar valores que ya no corresponden. Haga clic en la insignia o use menu **Calcular** → `Resolver`.

¿Cómo escribo un ángulo en grados, minutos y segundos?

En D.MMSS: $84°05'03''$ se teclea 84.0503. Para grados decimales, cambie `Formato` en menu **Poligonal** → `Tipo`.

La poligonal cierra, pero la figura sale al revés.

Con ángulos interiores, el sentido de recorrido es un dato. Corrija `Recorrido` en menu **Poligonal** → `Tipo`.

¿Qué método debo usar?

Los cuatro se calculan siempre. Bowditch es el habitual; Tránsito supone ángulos más precisos que las distancias; Crandall conserva los azimutes; mínimos cuadrados pondera con σ_β y σ_L (OI-6).

¿Por qué los métodos de compensación dicen «no aplica»?

En la poligonal abierta libre no hay condición de cierre (OI-3).

¿Se guardan los resultados en el documento?

No: se guardan los datos y las cuatro ranuras. Al abrir el documento, calcule de nuevo.

¿Funciona en el software de computadora?

Las ediciones con licencia se activan solo en una calculadora TI-Nspire (CX y CX II): en el software de computadora el programa muestra la pantalla de licencia y no calcula.

¿Una licencia activa todos mis programas INERTIX?

Una misma licencia puede incluir varios programas, pero cada documento se activa por separado: pegue la licencia en cada programa y guarde cada documento.