



Facultad de Estudios Superiores

Acatlán

TALLERES Y LABORATORIOS DE LICENCIATURA

PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

MANUAL DE PRÁCTICAS LABORATORIO DE TOPOGRAFÍA

FESA PAL IIC TO

ELABORÓ	PROFESOR	 Ing. Jorge Díaz González
REVISIÓN TÉCNICA:	JEFE DE SECCIÓN	 Ing. Cristian José Castro Santiago
	COORDINADOR DEL PROGRAMA	 Ing. Omar Ulises Morales Dávila
REVISIÓN DE GC:	RESPONSABLE DE GESTIÓN DE LA CALIDAD	 Esp. Fanny Maricela Bernal Herrera
AUTORIZÓ:	REPRESENTANTE DE LA DIRECCIÓN COORDINADOR DE SERVICIOS ACADÉMICOS	 Mtro. Fernando Martínez Ramírez

Fecha de Emisión: 2023.09.18

CONTENIDO

Número de sesión práctica	Nombre	Página
1	Levantamiento de una poligonal cerrada con cinta y equipo complementario. Método: diagonales.	4
2	Levantamiento de una poligonal cerrada con cinta y equipo complementario. Método: lados de liga.	8
3	Levantamiento de una poligonal cerrada con brújula y cinta. Método: itinerario.	12
4	Conocimiento del teodolito topográfico. Operaciones elementales: centrado y nivelado.	16
5	Conocimiento del teodolito topográfico. Medición de ángulos horizontales por el método de series o por el método de doble ángulo.	19
6	Levantamiento de una poligonal cerrada con teodolito. Método: ángulos internos.	23
7	Levantamiento de una poligonal cerrada con teodolito. Método: ángulos externos.	27
8	Levantamiento de una poligonal cerrada con teodolito. Método: deflexiones.	31
9	Levantamiento de una poligonal cerrada con teodolito. Método: radiaciones.	35
10	Conocimiento de la estación total. Operaciones elementales: configuración, centrado y nivelado.	40
11	Levantamiento planimétrico de una poligonal cerrada con estación total. Método: ángulos internos.	43
12	Nivelación diferencial. Método: nivelación diferencial comprobada con doble altura de aparato, doble punto de liga o ida y vuelta.	47
13	Configuración topográfica. Método: interpolación.	52



TALLERES Y LABORATORIOS DE
LICENCIATURA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE TOPOGRAFÍA

Código: FESA PAL IIC TO Fecha de emisión: 2023.09.18 Revisión: 02

14	Nivelación de perfil. Método: nivelación de perfil comprobada con doble altura de aparato, doble punto de liga o ida y vuelta.	56
----	--	----

SESIÓN PRÁCTICA No. 1

LEVANTAMIENTO DE UNA POLIGONAL CERRADA CON CINTA Y EQUIPO COMPLEMENTARIO. MÉTODO: DIAGONALES

1. OBJETIVO

1. El alumno ejecutará la medición longitudinal de una poligonal cerrada de 4 lados.
2. Elaborará el registro de campo correspondiente al método, así como el croquis de localización.
3. Aplicará el método de diagonales durante este levantamiento calculando en el campo el error, la tolerancia y la precisión lineales en cada uno de los lados medidos, incluyendo a la diagonal.
4. Calculará los ángulos internos y la superficie del polígono levantado por métodos trigonométricos.
5. Dibujará a escala al polígono levantado en AutoCAD.

2. ANTECEDENTES TEÓRICOS

La topografía se define como una ciencia cuyo objetivo es el de describir a una porción del terreno a través de un plano, el cual se obtiene por medio de mediciones que se hacen directamente en el campo; por lo tanto, el conjunto de operaciones de campo, de cálculo y de dibujo que se requieren para representar gráficamente –a una escala convenientemente seleccionada- a esa porción del terreno, es lo que se denomina Levantamiento Topográfico.

Para su estudio y aplicación, la Topografía se divide en:

a) Planimetría.- Es la parte que se encarga de analizar los procedimientos de campo, cálculo y dibujo para determinar el valor y la representación gráfica de los elementos horizontales del terreno: distancias, direcciones, ángulos y superficies.

b) Altimetría.- Esta parte estudia los procedimientos de campo, de cálculo y de dibujo para representar en un plano –además de los elementos horizontales del terreno-, todos los detalles referentes al relieve del mismo terreno a través de las llamadas curvas de nivel.

Uno de los métodos planimétricos más elementales para el levantamiento de poligonales cerradas con cinta y equipo complementario es el llamado Diagonales, el cual consiste en medir cada uno de los lados que definen al perímetro del predio o polígono para posteriormente descomponerlo en triángulos a partir de uno de sus vértices. De esta manera, se obtendrán del campo los datos suficientes para calcular los ángulos internos y la superficie del polígono levantado, y con el objetivo de detectar las equivocaciones del personal que realiza las mediciones longitudinales, es conveniente llevar a cabo dobles mediciones de cada uno de los lados.

Este método se recomienda para el levantamiento de poligonales en cuyo interior no existan obstáculos que impidan la intervisibilidad para llevar a cabo la medición de una o de varias diagonales.

3. EQUIPO Y MATERIAL REQUERIDO

- 1 cinta de acero de 30 metros.
- 3 balizas.
- 2 plomadas.
- 4 estacas.
- 4 cabos de varilla de $\frac{3}{8}$ ”
- 1 maceta.
- 1 libreta de tránsito.

4. DESARROLLO DE LA SESIÓN PRÁCTICA

Descripción de las actividades a desarrollar durante la sesión práctica.

a) Revisión del equipo empleado para la práctica.- Por medio del formato **FESA UTLA PO1 F02**, cada brigada de alumnos obtendrá en calidad de préstamo del Gabinete de Topografía, el equipo solicitado:

Adicionalmente, cada brigada deberá de presentarse con una cinta de acero de 30 metros y de una libreta de tránsito. Este material se considera de consumo personal.

b) Establecimiento de las 4 estacas para delimitar el polígono por levantar.- Deberá de establecerse la poligonal dentro de las áreas jardinadas de la Facultad observando que dos de los cuatro lados sean mayores a 30 metros con el objetivo de que el alumno pueda alinear los puntos intermedios necesarios por medio de las 3 balizas.

c) Elaboración del registro de campo y del croquis de localización.- En la libreta de tránsito se preparará el siguiente registro de campo para anotar las dimensiones longitudinales del predio por levantar. Este registro sugerido es el siguiente:

FECHA: _____ OBSERVA: _____
LUGAR: _____ ANOTA: _____

EST.	P. V.	DISTANCIAS DIRECTAS	DISTANCIAS INVERSAS	DISTANCIAS PROMEDIO	NOTAS
------	-------	---------------------	---------------------	---------------------	-------

El croquis de localización se elaborará en el sitio donde se encuentre ubicada la poligonal describiendo además de la posición de cada uno de los vértices, a los elementos adyacentes que ayuden a referir al predio dentro de esta zona. La posición del norte magnético en este croquis debe de ser vertical.

d) Medición longitudinal de cada uno de los lados del polígono.- Cada uno de los lados de la poligonal se medirá utilizando a la cinta métrica y a las plomadas para conservar un plano horizontal; se deberá de dar a la cinta una tensión suficiente para eliminar la catenaria que se forma de manera natural.

Sí la longitud del lado lo requiere, se alinearán uno o dos puntos intermedios para llevar a cabo la medición correspondiente. En todos los casos se realizará el cálculo de la distancia promedio, del error lineal, de la tolerancia lineal y de la precisión lineal.

Se recomienda que el error lineal no exceda a la tolerancia resultante de la siguiente fórmula:

$$T_l = \frac{\text{distancia promedio}}{5000}$$

Las operaciones matemáticas necesarias se realizarán en las hojas subsecuentes al registro de campo, anotando los resultados en el formato principal. Ejemplo:

FECHA: _____ OBSERVA: _____
LUGAR: _____ ANOTA: _____

EST.	P. V.	DISTANCIAS DIRECTAS	DISTANCIAS INVERSAS	DISTANCIAS PROMEDIO	NOTAS
1	2	30.520	30.528	30.524	OK

e) Elección de la diagonal más conveniente para la aplicación del método.- Con el objetivo de descomponer al polígono en triángulos a partir de uno de sus vértices, se deberá de elegir la diagonal que ofrezca mejores condiciones de intervisibilidad, y en igualdad de circunstancias se preferirá a la más corta.

f) Medición longitudinal de la diagonal.- De esta diagonal se determinará su magnitud lineal siguiendo el procedimiento señalado en el inciso d).

g) Devolución del equipo al Gabinete de Topografía.- Al finalizar el levantamiento de campo, se devolverá al Gabinete de Topografía el equipo solicitado en el formato **FESA UTLA PO1 F02**.

h) Cálculo planimétrico de los elementos de la poligonal.- Con los datos obtenidos durante la práctica de campo, se procederá ahora a determinar los valores de los ángulos interiores del polígono levantado. Para cumplir este objetivo, se resolverán cada uno de los triángulos oblicuángulos formados por el perímetro del polígono y la diagonal seleccionada.

Para calcular los ángulos internos de los triángulos oblicuángulos en función de sus distancias se recomienda emplear la fórmula siguiente:

$$\text{Sen } \frac{1}{2} A = \sqrt{\frac{(S-b)(S-c)}{bc}}$$

$$\text{Sen } \frac{1}{2} B = \sqrt{\frac{(S-a)(S-c)}{ac}}$$

$$\text{Sen } \frac{1}{2} C = \sqrt{\frac{(S-a)(S-b)}{ab}}$$

$$\text{En donde: } S = \frac{a+b+c}{2}$$

De cada triángulo se deberá realizar la comprobación de cierre angular.

De manera complementaria se debe de calcular la superficie de cada triángulo oblicuángulo en función de sus lados a través de la fórmula siguiente:

$$\text{Superficie} = \sqrt{S(S-a)(S-b)(S-c)}$$

Apoyándose en el croquis del levantamiento, se combinarán estos ángulos para obtener el valor de los ángulos totales en cada uno de los vértices del polígono levantado. Al final de este procedimiento se realizará la comprobación de cierre angular de figura aplicando la siguiente condición:

$$\Sigma \text{Ángulos Internos} = 180^{\circ}00'00'' (n-2)$$

La superficie total del predio se obtendrá sumando las superficies de cada uno de los triángulos formados.

5. RESULTADOS

Dibujo topográfico del polígono levantado.- El polígono levantado será dibujado en AutoCAD utilizando las distancias de cada uno de los triángulos formados y por intersección de ellos ubicar la posición definitiva de sus vértices.

El formato de papel se recomienda ser de 60x45 centímetros.

6. CONCLUSIONES

Las propias de la práctica.

7. FUENTES DE CONSULTA

- Ing. Jorge Díaz González, **Apuntes de Topografía**, México, Ediciones Acatlán, 1995
- Ing. Dante Alcántara García, **Topografía y sus Aplicaciones**, México, Editorial Patria, 2014
- Ing. Fernando García Márquez, **Curso Básico de Topografía**, México, Editorial Alfaomega, 1994.

SESIÓN PRÁCTICA No. 2

LEVANTAMIENTO DE UNA POLIGONAL CERRADA CON CINTA Y EQUIPO COMPLEMENTARIO. MÉTODO: LADOS DE LIGA

1. OBJETIVO

1. El alumno ejecutará la medición longitudinal de una poligonal cerrada de 4 lados.
2. Elaborará el registro de campo correspondiente al método, así como el croquis de localización.
3. Aplicará el método de lados de liga durante este levantamiento calculando en el campo el error, la tolerancia y la precisión lineales en cada uno de los lados medidos así como el valor del ángulo interior de cada vértice.
4. Efectuará la comprobación de cierre angular de la figura.
5. Calculará los ángulos internos compensados y la superficie del polígono por métodos trigonométricos.
6. Dibujará a escala el polígono levantado en AutoCAD.

2. ANTECEDENTES TEÓRICOS

En algunas ocasiones, durante el reconocimiento del terreno, nos podemos encontrar que dentro del predio por levantar existan obstáculos que impiden la aplicación del método de diagonales. Ya sea porque se encuentren en su interior construcciones, cultivos, árboles, cuerpos de agua, ondulaciones del terreno, y en general cualquier elemento que impida la intervisibilidad entre estaciones para la descomposición del predio en triángulos.

En estos casos se recomienda aplicar el método conocido como Lados de Liga, el cual consiste en establecer en cada uno de sus vértices a un triángulo isósceles (2 lados iguales y uno desigual) para obtener del campo los datos suficientes para determinar el valor de sus ángulos interiores. La medición del perímetro se hace de manera similar a la Práctica 1, y la diagonal necesaria para el dibujo topográfico se obtendrá por métodos trigonométricos.

3. EQUIPO Y MATERIAL REQUERIDO

- 1 cinta de acero de 30 metros.
- 3 balizas.
- 2 plomadas
- 4 estacas.
- 10 cabos de varilla de $\frac{3}{8}$ ”
- 1 maceta.
- 1 libreta de tránsito.

4. DESARROLLO DE LA SESIÓN PRÁCTICA

a) Revisión del equipo empleado para la práctica.- Por medio del formato **FESA UTLA PO1 F02**, cada brigada de alumnos obtendrá en calidad de préstamo del Gabinete de Topografía, el equipo antes descrito

Adicionalmente, cada brigada deberá de presentarse con una cinta de acero de 30 metros y de una libreta de tránsito. Este material se considera de consumo personal.

b) Establecimiento de las 4 estacas para delimitar el polígono por levantar.- Deberá de establecerse la poligonal dentro de las áreas jardinadas de la Facultad observando que dos de los cuatro lados sean mayores a 30 metros con el objetivo de que el alumno pueda alinear los puntos intermedios necesarios por medio de las 3 balizas.

c) Elaboración del registro de campo y del croquis de localización.- En la libreta de tránsito se preparará el siguiente registro de campo para anotar las dimensiones longitudinales del predio por levantar. Este registro sugerido es el siguiente:

FECHA: _____ OBSERVA: _____
LUGAR; _____ ANOTA: _____

EST.	P. V.	DISTANCIAS DIRECTAS	DISTANCIAS INVERSAS	DISTANCIAS PROMEDIO	NOTAS
------	-------	---------------------	---------------------	---------------------	-------

El croquis de localización se elaborará en el sitio donde se encuentre ubicada la poligonal describiendo además de la posición de cada uno de los vértices, a los elementos adyacentes que ayuden a referir al predio dentro de esta zona. La posición del norte magnético en este croquis debe de ser vertical.

d) Medición longitudinal de cada uno de los lados del polígono.- Cada uno de los lados de la poligonal se medirá utilizando a la cinta métrica y a las plomadas para conservar un plano horizontal; se deberá de dar a la cinta una tensión suficiente para eliminar la catenaria que se forma de manera natural.

Sí la longitud del lado lo requiere, se alinearán uno o dos puntos intermedios para llevar a cabo la medición correspondiente. En todos los casos se realizará el cálculo de la distancia promedio, del error lineal, de la tolerancia lineal y de la precisión lineal.

Se recomienda que el error lineal no exceda a la tolerancia resultante de la siguiente fórmula:

$$Tl = \frac{\text{distancia promedio}}{5000}$$

Código: FESA PAL IIC TO Fecha de emisión: 2023.09.18 Revisión: 02

Las operaciones matemáticas necesarias se realizarán en las hojas subsecuentes al registro de campo, anotando los resultados en el formato principal. Ejemplo:

FECHA: _____ OBSERVA: _____
LUGAR: _____ ANOTA: _____

EST.	P. V.	DISTANCIAS DIRECTAS	DISTANCIAS INVERSAS	DISTANCIAS PROMEDIO	NOTAS
1	2	32.045	32.035	32.040	OK

e) Establecimiento de un triángulo isósceles en el vértice 1.- La brigada elegirá las dimensiones más adecuadas para este triángulo y la principal característica es que dos de sus lados deberán estar alineados sobre los lados del polígono que concurren en el vértice de estación. Se medirá además el lado de liga anotando inmediatamente en el registro de campo los resultados de esta medición.

FECHA: _____ OBSERVA: _____
LUGAR: _____ ANOTA: _____

EST.	P. V.	DISTANCIAS DIRECTAS	DISTANCIAS INVERSAS	DISTANCIAS PROMEDIO	NOTAS
A	B	32.045	32.035	32.040	OK
	α	6.000			
	β	6.000			
α	β	10.220			$\lambda\alpha\delta\theta\ \delta\epsilon\ \lambda\iota\gamma\alpha.$

f) Cálculo del ángulo interno del vértice 1.- Se deberá de calcular inmediatamente el valor del ángulo interno del vértice 1 a través de la fórmula siguiente:

$$\text{Sen } \frac{1}{2} A = \text{Arc Tan } \frac{5.110}{6.000}$$

Se repite este procedimiento en cada uno de los vértices del polígono para determinar el valor de los ángulos internos correspondientes. Al término de la práctica se deberá de realizar la comprobación de cierre angular de figura por medio de la condición señalada en la práctica 1. La Tolerancia de cierre angular será de $\pm 1^\circ$.

g) Devolución del equipo al Gabinete de Topografía.- Al finalizar el levantamiento de campo, se devolverá al Gabinete de Topografía el equipo solicitado en el formato **FESA UTLA PO1 F02**.

h) Cálculo planimétrico de los elementos de la poligonal.- Sí el error de cierre angular se encuentra dentro de tolerancia, se compensará por igual a todos los ángulos del predio levantado:

$$\text{Corrección angular} = \frac{\text{ERROR DE CIERRE ANGULAR}}{\text{No. DE ÁNGULOS}}$$

La corrección angular se aplicará con signo contrario al del error para que lo pueda eliminar.

La superficie de cada uno de los triángulos formados se obtendrá por la fórmula que involucra a dos lados y al ángulo comprendido entre ellos:

$$\text{Superficie} = \frac{1}{2} ab \text{ Sen } C$$

Finalmente la diagonal necesaria para el dibujo topográfico se obtendrá por medio de la ley de los cosenos.

$$c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \text{ Cos } C$$

La superficie total del predio se obtendrá sumando las superficies de cada uno de los triángulos formados.

Dibujo topográfico del polígono levantado.- El polígono levantado será dibujado en Autocad utilizando las distancias de cada uno de los triángulos formados con la diagonal calculada y por intersección de ellos ubicar la posición definitiva de sus vértices.

El formato de papel se recomienda ser de 60x45 centímetros.

5. RESULTADOS

Dibujo topográfico del polígono levantado.- El polígono levantado será dibujado en Autocad utilizando las distancias de cada uno de los triángulos formados con la diagonal calculada y por intersección de ellos ubicar la posición definitiva de sus vértices.

El formato de papel se recomienda ser de 60x45 centímetros.

6. CONCLUSIONES

Las propias de la práctica.

7. FUENTES DE CONSULTA

- Ing. Jorge Díaz González, **Apuntes de Topografía**, México, Ediciones Acatlán, 1995
- Ing. Dante Alcántara García, **Topografía y sus Aplicaciones**, México, Editorial Patria, 2014
- Ing. Fernando García Márquez, **Curso Básico de Topografía**, México, Editorial Alfaomega, 1994.

SESIÓN PRÁCTICA No. 3

LEVANTAMIENTO DE UNA POLIGONAL CERRADA CON BRÚJULA Y CINTA. MÉTODO: ITINERARIO

1. OBJETIVO

1. El alumno ejecutará la medición angular y longitudinal de una poligonal cerrada de 4 lados.
2. Elaborará el registro de campo correspondiente al método, así como el croquis de localización.
3. Realizará la medición de las distancias aplicando un procedimiento similar al de las prácticas 1 y 2, calculando el error, la tolerancia y la precisión lineales.
4. Medirá los rumbos directos de cada uno de los lados de la poligonal y comprobará estos valores por medio de sus rumbos inversos. La tolerancia angular será de $\pm 1^\circ$
5. Calculará en el campo, los ángulos internos de cada uno de los vértices, comprobando con la condición de cierre angular determinando el error y la tolerancia angular.
6. Calculará la superficie del polígono por métodos trigonométricos.
7. Dibujará a escala el polígono levantado en AutoCAD.

2. ANTECEDENTES TEÓRICOS

Se define como Rumbo de una línea o lado de poligonal al ángulo medido en un plano horizontal de 0° a 90° o hasta encontrar al otro extremo de dicha línea, y puede ser del Norte al Este (NE), del Norte al Oeste (NW), del Sur al Este (SE) o bien del Sur al Oeste (SW).

El instrumento que proporciona estos rumbos es la Brújula tipo Brunton, y por medio de la suma o diferencia de ellos se puede deducir el valor de los ángulos internos en una poligonal cerrada. Con el objeto de comprobar los valores de los rumbos durante un levantamiento, se recomienda determinarlos en forma directa e inversa.

3. EQUIPO Y MATERIAL REQUERIDO

- 1 brújula tipo brunton.
- 1 cinta de acero de 30 metros.
- 3 balizas.
- 2 plomadas
- 4 estacas.
- 4 cabos de varilla de $\frac{3}{8}$ ”
- 1 maceta.
- 1 libreta de tránsito.

Código: FESA PAL IIC TO Fecha de emisión: 2023.09.18 Revisión: 02

4. DESARROLLO DE LA SESIÓN PRÁCTICA

a) Revisión del equipo empleado para la práctica.- Por medio del formato **FESA UTLA PO1 F02**, cada brigada de alumnos obtendrá en calidad de préstamo del Gabinete de Topografía, el equipo requerido.

Adicionalmente, cada brigada deberá de presentarse con una cinta de acero de 30 metros y de una libreta de tránsito. Este material se considera de consumo personal.

b) Establecimiento de las 4 estacas para delimitar el polígono por levantar.- Deberá de establecerse la poligonal dentro de las áreas jardinadas de la Facultad observando que dos de los cuatro lados sean mayores a 30 metros con el objetivo de que el alumno pueda alinear los puntos intermedios necesarios por medio de las 3 balizas.

c) Elaboración del registro de campo y del croquis de localización.- En la libreta de tránsito se preparará el siguiente registro de campo para anotar las dimensiones longitudinales del predio por levantar. Este registro sugerido es el siguiente:

FECHA: _____ OBSERVA: _____
LUGAR: _____ ANOTA: _____

EST.	P. V.	Distancias directas	Distancias Inversas	Distancias Promedio	Puntos Directos	Puntos Inversos	Puntos Promedio	Notas

El croquis de localización se elaborará en el sitio donde se encuentre ubicada la poligonal describiendo además de la posición de cada uno de los vértices, a los elementos adyacentes que ayuden a referir al predio dentro de esta zona. La posición del norte magnético en este croquis debe de ser vertical.

d) Medición longitudinal de cada uno de los lados del polígono.- Cada uno de los lados de la poligonal se medirá utilizando a la cinta métrica y a las plomadas para conservar un plano horizontal; se deberá de dar a la cinta una tensión suficiente para eliminar la catenaria que se forma de manera natural.

Sí la longitud del lado lo requiere, se alinearán uno o dos puntos intermedios para llevar a cabo la medición correspondiente. En todos los casos se realizará el cálculo de la distancia promedio, del error lineal, de la tolerancia lineal y de la precisión lineal.

Se recomienda que el error lineal no exceda a la tolerancia resultante de la siguiente fórmula:

$$T l = \frac{\text{distancia promedio}}{5000}$$

Código: FESA PAL IIC TO Fecha de emisión: 2023.09.18 Revisión: 02

Las operaciones matemáticas necesarias se realizarán en las hojas subsecuentes al registro de campo, anotando los resultados en el formato principal. Ejemplo:

FECHA: _____ OBSERVA: _____
LUGAR: _____ ANOTA: _____

EST.	P.V.	Distancias directas	Distancias Inversas	Distancias Promedio	Puntos Directos	Puntos Inversos	Puntos Promedio	Notas
A	B	35.130	35.118	35.124				

e) Medición del rumbo directo del lado A-B de la poligonal.- Con el empleo de la Brújula Brunton, se medirá en el campo el valor del rumbo directo del lado A-B; esto es, con estación en el vértice 'A' se observará hacia el vértice 'B', y se leerá en la escala correspondiente el rumbo existente en ese lado de la poligonal, anotando en el registro de campo su valor.

EST.	P.V.	Distancias directas	Distancias Inversas	Distancias Promedio	Puntos Directos	Puntos Inversos	Puntos Promedio	Notas
A	B	35.130	35.118	35.124	N 45 \equiv Ω			

f) Medición del rumbo inverso del lado A-B de la poligonal.- Se hace ahora estación en el vértice 'B', y observando hacia el vértice 'A' se medirá el rumbo que exista en esta línea. Deberá de notarse que las siglas deben de cambiar N por S o viceversa, y E por W o viceversa; además, angularmente se aceptará una diferencia máxima de 1° entre el rumbo directo y el inverso. Se calculará un rumbo promedio el cual llevará las siglas del rumbo directo.

EST.	P.V.	Distancias directas	Distancias Inversas	Distancias Promedio	Puntos Directos	Puntos Inversos	Puntos Promedio	Notas
A	B	35.130	35.118	35.124	N 45 \equiv Ω	Σ 44 \equiv E	N 44 \equiv 30 \Rightarrow Ω	

g) Se repiten estas operaciones para determinar los rumbos promedios de los demás lados del polígono.

h) Cálculo de los ángulos internos del polígono levantado.- Utilizando los rumbos promedios del polígono levantado, en el campo se procede a determinar el valor de cada uno de los ángulos internos de la poligonal. La comprobación de cierre angular queda definida por la condición ya conocida:

$$\Sigma \text{Ángulos Internos} = 180^{\circ}00'00'' (n-2)$$

Código: FESA PAL IIC TO Fecha de emisión: 2023.09.18 Revisión: 02

El error de cierre angular deberá ser menor o igual a la tolerancia dada por la siguiente fórmula:

$$T_a = \pm 1^\circ \sqrt{n}$$

En donde 'n' es el número de vértices o lados de la poligonal.

i) Devolución del equipo al Gabinete de Topografía.- Al finalizar el levantamiento de campo, se devolverá al Gabinete de Topografía el equipo solicitado en el formato **FESA UTLA PO1 F02**.

j) Cálculo planimétrico de los elementos de la poligonal.- Con los datos obtenidos durante la práctica de campo, se procede a calcular el valor de una diagonal que divida al polígono levantado en dos triángulos oblicuángulos por medio de la ley de los cosenos:

$$c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cos C$$

Esta diagonal se utilizará para el dibujo topográfico.

De manera complementaria se debe de calcular la superficie de cada triángulo oblicuángulo en función de sus lados a través de la fórmula siguiente:

$$\text{Superficie} = \sqrt{S(S-a)(S-b)(S-c)}$$

La superficie total del predio se obtendrá sumando las superficies de cada uno de los triángulos formados.

5. RESULTADOS

Dibujo topográfico del polígono levantado.- El polígono levantado será dibujado en AutoCAD, orientando al lado inicial por medio de su rumbo promedio, y utilizando las distancias de cada uno de los triángulos formados y por intersección de ellos ubicar la posición definitiva de sus vértices.

El formato de papel se recomienda ser de 60x45 centímetros.

6. CONCLUSIONES

Las propias de la práctica.

7. FUENTES DE CONSULTA

- Ing. Jorge Díaz González, **Apuntes de Topografía**, México, Ediciones Acatlán, 1995
- Ing. Dante Alcántara García, **Topografía y sus Aplicaciones**, México, Editorial Patria, 2014
- Ing. Fernando García Márquez, **Curso Básico de Topografía**, México, Editorial Alfaomega, 1994.

SESIÓN PRÁCTICA No. 4

CONOCIMIENTO DEL TEODOLITO TOPOGRÁFICO. OPERACIONES ELEMENTALES: CENTRADO Y NIVELADO

1. OBJETIVO

1. El alumno identificará las partes del teodolito topográfico.
2. El alumno instalará sobre un vértice de estación al teodolito topográfico.
3. El alumno aplicará las operaciones necesarias para centrar y nivelar al teodolito topográfico en un tiempo máximo de 5 minutos sobre terreno plano.

2. ANTECEDENTES TEÓRICOS

Etimológicamente, la palabra Teodolito está formada por los vocablos griegos Theao (que significa “mirar”), y Hodos (que quiere decir “camino”). Como se puede observar, la etimología no corresponde totalmente al objeto, ya que el Teodolito es un instrumento para medir ángulos; es decir, un goniómetro, pero no se conoce bien la razón para llamarlo así.

El tránsito y el teodolito son fundamentalmente equivalentes y pueden desempeñar básicamente las mismas operaciones. Sus aplicaciones más importantes son la medición de ángulos horizontales, verticales o distancias zenitales; pero también pueden usarse para obtener distancias inclinadas, horizontales o verticales y para replanteos o trazos en general.

Los componentes principales de un tránsito o teodolito son un anteojo telescópico y dos discos graduados montados en planos mutuamente perpendiculares. Los tránsitos tienen círculos de metal que se leen por medio de vernieres; mientras que los teodolitos tienen círculos de vidrio de los que se hacen lecturas a través de escalas también de vidrio finamente graduadas llamadas micrómetros, vistos a través de sistemas ópticos internos.

CARACTERÍSTICAS DEL TEODOLITO

1.- La longitud del telescopio es de 175 mm, con imagen directa y la retícula grabada en vidrio, además están provistos de miras especiales para visuales aproximadas. El poder amplificador es de 28X, con una distancia mínima de enfoque de 1.80 metros; la abertura del objetivo es de 40 milímetros y las constantes de estadia son $K = 100.000$ y $c = 0.000$

2.- Los círculos horizontal y vertical están fabricados en vidrio, con las marcas de graduación grabadas sobre las superficies de los círculos. Estas divisiones son muy delgadas y con definición más clara y precisa que las que se pueden lograr marcándolas sobre metal (como sucede en los tránsitos).

3.- El círculo vertical se apoya en un plano de referencia más preciso determinado por un nivel de colimación o nivel de índice, mientras que en los tránsitos se usaban niveles de alidada. Las lecturas en el círculo vertical son de distancias zenitales, es decir, a partir del zenit y hacia el horizonte.

4.- Los sistemas de lecturas de los círculos horizontal y vertical constan de un microscopio que tiene su sistema óptico dentro del instrumento. Este sistema se encuentra grabado sobre cristal en finísimas divisiones, las cuales se observan por el microscopio situado adyacente al anteojo permitiendo precisión y rapidez en las lecturas, ya

Código: FESA PAL IIC TO Fecha de emisión: 2023.09.18 Revisión: 02

que se observan simultáneamente ambos círculos. Un espejo situado sobre uno de los soportes del anteojo puede ajustarse para reflejar la luz al interior del instrumento.

5.- La base nivelante tiene tres tornillos colocados 2 a 1 en forma perpendicular. Con estos tornillos, al girar los opuestos en forma simultánea en el mismo sentido (es decir, ambos hacia adentro o ambos hacia afuera) uno se acorta mientras el otro se alarga. Esto hace que la base realice un movimiento circulante para que, con el auxilio del nivel tubular del plato horizontal, podamos colocar al instrumento en posición horizontal una vez que la burbuja de aire entre en las marcas que para tal efecto tiene.

3. EQUIPO Y MATERIAL REQUERIDO

- 1 teodolito topográfico con tripié.
- 1 estaca.
- 1 maceta.
- 1 libreta de tránsito.

4. DESARROLLO DE LA SESIÓN PRÁCTICA

a) Revisión del equipo empleado para la práctica.- Por medio del formato **FESA UTLA PO1 F02**, cada brigada de alumnos obtendrá en calidad de préstamo del Gabinete de Topografía, el siguiente equipo.

- 1 teodolito topográfico.
- 1 tripié.
- 1 estaca.
- 1 maceta.

Adicionalmente, cada brigada deberá de presentarse una libreta de tránsito.

b) El profesor instalará al Teodolito, explicando cada uno de los pasos que se deben de seguir para centrarlo y nivelarlo sobre un vértice de estación. Estas instrucciones abarcarán desde la abertura del estuche, colocación del tripié, instalación del teodolito sobre el tripié y las operaciones de centrado y nivelado.

c) Una vez instalado el instrumento sobre el vértice de estación, el profesor describirá cada una de las partes que integran al teodolito, así como las funciones que desempeñan.

d) El alumno repetirá todo el procedimiento observando las siguientes recomendaciones:

- ✓ El tiempo máximo para instalar al instrumento, centrarlo y nivelarlo será de 5 minutos por cada integrante de la brigada.
- ✓ El instrumento debe de quedar instalado a la altura de ojo del observador.
- ✓ Los tornillos niveladores no deben de quedar forzados.
- ✓ El alumno ejercitará todo el procedimiento sobre terreno plano y sobre terreno inclinado.

e) Devolución del equipo al Gabinete de Topografía.- Al finalizar la práctica de campo, se devolverá al Gabinete de Topografía el equipo solicitado en el formato **FESA UTLA PO1 F02**.



TALLERES Y LABORATORIOS DE
LICENCIATURA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE TOPOGRAFÍA

Código: FESA PAL IIC TO Fecha de emisión: 2023.09.18 Revisión: 02

5. RESULTADOS

Esta práctica no contiene procesos de cálculo ni de dibujo.

6. CONCLUSIONES

Las propias de la práctica.

7. FUENTES DE CONSULTA

- Ing. Jorge Díaz González, **Apuntes de Topografía**, México, Ediciones Acatlán, 1995
- Ing. Dante Alcántara García, **Topografía y sus Aplicaciones**, México, Editorial Patria, 2014
- Ing. Fernando García Márquez, **Curso Básico de Topografía**, México, Editorial Alfaomega, 1994.

SESIÓN PRÁCTICA No. 5

CONOCIMIENTO DEL TEODOLITO TOPOGRÁFICO. MEDICIÓN DE ÁNGULOS HORIZONTALES POR EL MÉTODO DE SERIES O POR EL MÉTODO DE DOBLE ÁNGULO

1. OBJETIVO

1. El alumno analizará el sistema de escalas para la medición de ángulos horizontales del teodolito.
2. El alumno identificará a los movimientos horizontales del teodolito y el uso que cada uno de ellos tiene.
3. Colocará en “ceros” el círculo horizontal del teodolito.
4. El alumno efectuará la medición de ángulos horizontales a la derecha por el método de series o por el método de doble ángulo.
5. El alumno anotará en el registro de campo las mediciones efectuadas con este método, calculando el valor más probable de cada serie de ángulos.

2. ANTECEDENTES TEÓRICOS

La principal operación que desempeña el teodolito, es la medición de ángulos horizontales; para esto, su movimiento horizontal consta de dos tornillos: uno llamado general y otro llamado particular, cada uno de ellos con su respectivo tornillo tangencial de movimiento fino.

Para medir sobre el terreno un ángulo comprendido entre dos direcciones que concurren en un vértice, se ocupará el teodolito que está provisto de un círculo graduado, de un alineador y de un índice. En general, todo instrumento para medir ángulos debe estar compuesto de dos partes principales: una parte fija y otra parte móvil o alidada. A la parte fija pertenece el círculo graduado y el índice, el colimador pertenece siempre a la alidada. El movimiento general tiene el control de la parte fija, mientras que el movimiento particular el de la parte móvil o alidada.

Debido al llamado error de colimación de los teodolitos, se recomienda aplicar el método llamado de series, el cual tiene la característica de hacer las visuales a las dos direcciones que forman al ángulo en dos posiciones de antejo: directa e inversa.

Un teodolito se encuentra en posición directa cuando el círculo vertical se encuentra al lado izquierdo del operador, y estará en posición inversa cuando el mismo círculo se encuentre al lado derecho.

3. EQUIPO Y MATERIAL REQUERIDO

- 1 teodolito topográfico con tripié.
- 3 estacas.
- 3 pijas para tabla roca.
- 1 maceta.
- 1 libreta de tránsito.

4. DESARROLLO DE LA SESIÓN PRÁCTICA

a) Revisión del equipo empleado para la práctica.- Por medio del formato **FESA UTLA PO1 F02**, cada brigada de alumnos obtendrá en calidad de préstamo del Gabinete de Topografía, el equipo a utilizar.

Adicionalmente, cada brigada deberá de presentarse con una libreta de tránsito.

b) El alumno instalará al teodolito sobre el vértice de estación (A), centrando y nivelando de acuerdo a las instrucciones dadas en la práctica anterior.

c) Sobre la libreta de tránsito, diseñará el siguiente registro de campo:

FECHA: _____ OBSERVA: _____
LUGAR: _____ ANOTA: _____

EST.	P. V.	DISTANCIAS DIRECTAS	DISTANCIAS INVERSAS	DISTANCIAS PROMEDIO	NOTAS

d) Con el instrumento en posición directa, se coloca el círculo horizontal en 00°00'00", y con el movimiento general se dirige la visual hacia el vértice de atrás (C). Se afina la puntería con el tornillo tangencial del movimiento general y se anota en el registro de campo esta observación:

FECHA: _____ OBSERVA: _____
LUGAR: _____ ANOTA: _____

EST.	P. V.	DISTANCIAS DIRECTAS	DISTANCIAS INVERSAS	DISTANCIAS PROMEDIO	NOTAS
	X	00≡00≡00∇			
A					

Código: FESA PAL IIC TO Fecha de emisión: 2023.09.18 Revisión: 02

e) Se afloja el movimiento particular y se dirige la visual hacia el vértice de adelante (B). Se afina la puntería con el tornillo tangencial del movimiento particular y operando el tornillo de coincidencias (tornillo micrométrico) se hace la lectura y se anota en el registro de campo:

FECHA: _____ OBSERVA: _____
LUGAR: _____ ANOTA: _____

EST.	P. V.	DISTANCIAS DIRECTAS	DISTANCIAS INVERSAS	DISTANCIAS PROMEDIO	NOTAS
	X	00≡00ᵛ00∇			
A					
	B	86≡15ᵛ38∇			

f) Se da vuelta de campana al telescopio y aflojando el tornillo del movimiento particular se dirige nuevamente la visual hacia el vértice de adelante (B). Se afina la puntería con el tornillo tangencial del movimiento particular y operando el tornillo de coincidencias (tornillo micrométrico) se hace la lectura y se anota en el registro de campo:

FECHA: _____ OBSERVA: _____
LUGAR: _____ ANOTA: _____

EST.	P. V.	DISTANCIAS DIRECTAS	DISTANCIAS INVERSAS	DISTANCIAS PROMEDIO	NOTAS
	X	00≡00ᵛ00∇			
A					
	B	86≡15ᵛ38∇	266≡15ᵛ12∇		

g) Se afloja el tornillo del movimiento particular y se dirige la visual hacia el vértice de atrás (C). Se afina la puntería con el tornillo tangencial del movimiento particular y operando el tornillo de coincidencias se hace la lectura y se anota en el registro de campo:

FECHA: _____ OBSERVA: _____
LUGAR: _____ ANOTA: _____

EST.	P. V.	DISTANCIAS DIRECTAS	DISTANCIAS INVERSAS	DISTANCIAS PROMEDIO	NOTAS
	X	00≡00ᵛ00∇	179≡59ᵛ28∇		
A					
	B	86≡15ᵛ38∇	266≡15ᵛ12∇		

h) Se calcula el ángulo promedio y se anota en el registro de campo.

Código: FESA PAL IIC TO Fecha de emisión: 2023.09.18 Revisión: 02

FECHA: _____
LUGAR: _____

OBSERVA: _____
ANOTA: _____

EST.	P. V.	DISTANCIAS DIRECTAS	DISTANCIAS INVERSAS	DISTANCIAS PROMEDIO	NOTAS
	X	00≡00≡00∇	179≡59≡28∇		
A				86≡15≡41∇	✓
	B	86≡15≡38∇	266≡15≡12∇		
Διφερενχιασ		86≡15≡38∇	86≡15≡44∇		

i) La tolerancia angular entre el ángulo promedio y los ángulos de las posiciones directa e inversa será de $\pm 10''$.

Error angular posición directa:

$$86^{\circ}15'41'' - 86^{\circ}15'38'' = + 03''$$

Error angular posición inversa:

$$86^{\circ}15'41'' - 86^{\circ}15'44'' = - 03''$$

5. RESULTADOS

Durante la práctica cada integrante de la brigada realizará 5 series de ángulos comprobados.

Esta práctica no reporta proceso de dibujo.

6. CONCLUSIONES

Las propias de la práctica.

7. FUENTES DE CONSULTA

- Ing. Jorge Díaz González, **Apuntes de Topografía**, México, Ediciones Acatlán, 1995
- Ing. Dante Alcántara García, **Topografía y sus Aplicaciones**, México, Editorial Patria, 2014
- Ing. Fernando García Márquez, **Curso Básico de Topografía**, México, Editorial Alfaomega, 1994.

SESIÓN PRÁCTICA No. 6

LEVANTAMIENTO DE UNA POLIGONAL CERRADA CON TEODOLITO. MÉTODO: ÁNGULOS INTERNOS

1. OBJETIVO

1. El alumno ejecutará el levantamiento planimétrico de una poligonal cerrada de 4 vértices con teodolito y cinta por el método de ángulos interiores.
2. Elaborará el registro de campo correspondiente al método, así como el croquis de localización.
3. El alumno orientará magnéticamente al lado inicial de la poligonal con la brújula declinatoria.
4. El alumno determinará la magnitud de los ángulos interiores por medio de series. La tolerancia angular será de 10" por vértice.
5. El alumno determinará la magnitud de los lados alineando dos puntos intermedios para obtener 4 distancias parciales y con la combinación de ellas obtener el valor más probable. La precisión lineal deberá de ser de $\frac{1}{5000}$ como mínimo.
6. El alumno efectuará en el campo la comprobación de cierre angular del polígono.
7. El alumno efectuará el cálculo planimétrico de coordenadas topográficas así como el cálculo inverso correspondiente.
8. Dibujará el polígono levantado por coordenadas rectangulares en AutoCAD.

2. ANTECEDENTES TEÓRICOS

Un levantamiento topográfico es el conjunto de operaciones de campo, de cálculo y de dibujo que son necesarias para representar gráficamente a escala –convenientemente seleccionada- a una porción del terreno.

Durante un levantamiento topográfico se requiere efectuar diferentes actividades, entre las cuales las mediciones representan el papel más importante. Debemos definir la cantidad, tipo y técnica de medición, así como verificar cada una de las mediciones para lograr un resultado satisfactorio. Para medir es necesario realizar varias operaciones como la preparación del instrumento (montaje), el centrado (que consiste en ubicar al instrumento justamente en el vértice a partir del cual se va a medir), el ajuste del instrumento, la determinación de los puntos a medir, el visado, la fijación, la lectura y la comparación; el resultado de todas estas operaciones es el que genera el valor numérico que conocemos como medición angular.

Las mediciones siempre están sujetas a distintas variaciones que se presentan aún cuando las condiciones para medir permanezcan sin cambio. Las causas de estas variaciones se deben a que ninguna observación puede repetirse de manera idéntica, por lo que se producen variaciones en los resultados. Por ello se puede afirmar que ninguna medición ofrece un valor verdadero, lo que realmente se obtiene es una estimación del valor verdadero, y la diferencia entre la estimación y el valor verdadero es lo que llamamos error.

Los errores que se presentan durante las mediciones son de tres clases: naturales, instrumentales y personales. Los primeros son ocasionados por variaciones de temperatura, viento, humedad, refracción, gravedad y declinación magnética. Los errores instrumentales resultan de cualquier defecto en la construcción o ajuste de los aparatos y del movimiento de sus partes. Los terceros se deben a las limitaciones de los sentidos humanos o de conocimientos del personal que realiza los levantamientos. Estas tres clases de errores se conocen como errores sistemáticos y pueden minimizarse a través de dobles mediciones y por la distribución del error entre todas las mediciones del mismo polígono por medio de la compensación.



TALLERES Y LABORATORIOS DE LICENCIATURA

PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE TOPOGRAFÍA

Código: FESA PAL IIC TO Fecha de emisión: 2023.09.18 Revisión: 02

Uno de los métodos más comunes para el levantamiento de poligonales con precisión lineal del orden de $\frac{1}{5000}$, es el de ángulos internos con teodolito y cinta. Éste consiste en determinar el valor de los ángulos interiores en cada uno de los vértices así como las distancias de cada uno de sus lados. Se deberán de aplicar procedimientos de campo adecuados para asegurar que el valor de las mediciones lineales y angulares cumplan con las condiciones derivadas de la precisión antes señalada.

Para esta práctica se recomienda aplicar el método de series para la medición de ángulos internos y la doble medición para la determinación de las distancias de los lados. La tolerancia angular por serie será de $\pm 10''$ y el error lineal de cada uno de los lados será el que resulte de aplicar la siguiente fórmula: $TI = \frac{\text{distancia promedio}}{5000}$

3. EQUIPO Y MATERIAL REQUERIDO

- 1 teodolito topográfico con tripié.
- 4 estacas.
- 1 maceta.
- 2 plomadas
- 1 cinta de acero de 30 metros.
- 1 libreta de tránsito.
- 4 cabos de varilla de $\frac{3}{8}$ ''

4. DESARROLLO DE LA SESIÓN PRÁCTICA

a) Revisión del equipo empleado para la práctica.- Por medio del formato **FESA UTLA PO1 F02**, cada brigada de alumnos obtendrá en calidad de préstamo del Gabinete de Topografía, el equipo requerido.

Adicionalmente, cada brigada deberá de presentarse con una libreta de tránsito y cinta de acero de 30 metros.

b) Establecimiento de 4 estacas para delimitar a la poligonal por levantar.- Deberá de establecerse la poligonal dentro de las áreas jardinadas de la Facultad observando que dos de los cuatro lados sean mayores a 30 metros con el objetivo de que el alumno pueda alinear los puntos intermedios necesarios por medio de los hilos de la retícula del telescopio.

c) Elaboración del registro de campo y del croquis de localización.- En la libreta de tránsito se preparará el siguiente registro de campo para anotar las dimensiones angulares y longitudinales del predio por levantar. Este registro sugerido es el siguiente:

FECHA: _____ OBSERVA: _____
LUGAR: _____ ANOTA: _____

EST.	P. V.	POSICIÓN DIRECTA	POSICIÓN INVERSA	DISTANCIAS DIRECTAS	DISTANCIAS INVERSAS
------	-------	------------------	------------------	---------------------	---------------------

El croquis de localización se elaborará en el sitio donde se encuentre ubicada la poligonal describiendo además de la posición de cada uno de los vértices, a los elementos adyacentes que ayuden a referir al predio dentro de esta zona. La posición del norte magnético en este croquis debe de ser vertical.

Código: FESA PAL IIC TO Fecha de emisión: 2023.09.18 Revisión: 02

d) Orientación magnética del lado inicial.- Con el apoyo de la brújula declinatoria del teodolito, se orientará el lado A-B del polígono, este dato se anotará en la hoja correspondiente al croquis de localización.

e) Medición del ángulo interior del vértice 'A'.- Se recomienda aplicar el método de series para determinar la magnitud más probable del ángulo interno del vértice 'A', el procedimiento está descrito en la práctica anterior.

El resultado se anotará inmediatamente en el registro de campo:

FECHA: _____ OBSERVA: _____
LUGAR: _____ ANOTA: _____

EST.	P. V.	POSICIÓN DIRECTA	POSICIÓN INVERSA	DISTANCIAS DIRECTAS	DISTANCIAS INVERSAS
	Δ	00≡00≡00∇	179≡59≡47∇		
A	B	86≡32≡55∇	266≡32≡50∇		
	Διφερωνχιασ	86≡32≡55∇	86≡33≡03∇		
		Προμεδιο = 86≡32≡59∇			
		Ερρορ ανγυλαρ = ± 04∇			
		Τολερανχια ανγυλαρ = ± 10∇			

f) Medición del lado A-B del polígono.- Se alinearán puntos intermedios por medio de los hilos de la retícula del telescopio para obtener por lo menos dos distancias que permitan determinar el valor más probable de este lado. Se deberán de emplear plomadas y la cinta deberá de conservar un plano horizontal, aplicando una tensión suficiente para eliminar el error por catenaria. Los resultados de esta medición se anotarán inmediatamente en el registro de campo.

FECHA: _____ OBSERVA: _____
LUGAR: _____ ANOTA: _____

EST.	P. V.	POSICIÓN DIRECTA	POSICIÓN INVERSA	DISTANCIAS DIRECTAS	DISTANCIAS INVERSAS
	Δ	00≡00≡00∇	179≡59≡47∇		
A	B	86≡32≡55∇	266≡32≡50∇	46.681	46.665
	Διφερωνχιασ	86≡32≡55∇	86≡33≡03∇		
		Προμεδιο = 86≡32≡59∇		Προμεδιο = 46.673	
		Ερρορ ανγυλαρ = ± 04∇		Ερρορ λινεαλ = ± 0.008 μ	
		Τολερανχια ανγυλαρ = ± 10∇		Τολερανχια λινεαλ = ± 0.009 μ	

g) Se repiten las operaciones indicadas en los incisos e) y f) en los vértices B, C y D de la poligonal.

h) Al finalizar la práctica de campo se deberá efectuar la comprobación de cierre angular de acuerdo con la siguiente condición:

$$\Sigma \text{Ángulos Internos} = 180^{\circ}00'00'' (n-2)$$

El error de cierre angular deberá ser menor o igual a la tolerancia dada por la siguiente fórmula:

$$T_a = \pm 10''\sqrt{n}$$

En donde 'n' es el número de vértices o lados de la poligonal.

i) Devolución del equipo al Gabinete de Topografía.- Al finalizar el levantamiento de campo, se devolverá al Gabinete de Topografía el equipo solicitado en el formato **FESA UTLA PO1 F02**.

j) Cálculo planimétrico de los elementos de la poligonal.- Con los datos obtenidos durante la práctica de campo, se procede a realizar la compensación analítica del polígono levantado a través de una planilla de cálculo directo. Posteriormente se determinarán el valor de los elementos planimétricos definitivos del mismo polígono a través de una planilla de cálculo inverso, incluyendo la superficie total comprobada.

5. RESULTADOS

Dibujo topográfico del polígono levantado.- El polígono levantado será dibujado en AutoCAD, ubicando a cada uno de los vértices dentro de un sistema de coordenadas rectangulares X-Y.

El formato de papel se recomienda ser de 60x45 centímetros.

6. CONCLUSIONES

Las propias de la práctica.

7. FUENTES DE CONSULTA

- Ing. Jorge Díaz González, **Apuntes de Topografía**, México, Ediciones Acatlán, 1995
- Ing. Dante Alcántara García, **Topografía y sus Aplicaciones**, México, Editorial Patria, 2014
- Ing. Fernando García Márquez, **Curso Básico de Topografía**, México, Editorial Alfaomega, 1994.

SESIÓN PRÁCTICA No. 7

LEVANTAMIENTO DE UNA POLIGONAL CERRADA CON TEODOLITO. MÉTODO: ÁNGULOS EXTERNOS

1. OBJETIVO

1. El alumno ejecutará el levantamiento planimétrico de una poligonal cerrada de 4 vértices con teodolito y cinta por el método de ángulos exteriores.
2. Elaborará el registro de campo correspondiente al método, así como el croquis de localización.
3. El alumno orientará magnéticamente al lado inicial de la poligonal con la brújula declinatoria.
4. El alumno determinará la magnitud de los ángulos exteriores por medio de series. La tolerancia angular será de 10" por vértice.
5. El alumno determinará la magnitud de los lados alineando dos puntos intermedios para obtener 4 distancias parciales y con la combinación de ellas obtener el valor más probable. La precisión lineal deberá de ser de $\frac{1}{5000}$ como mínimo.
6. El alumno efectuará en el campo la comprobación de cierre angular del polígono.
7. El alumno efectuará el cálculo planimétrico de coordenadas topográficas así como el cálculo inverso correspondiente.
8. Dibujará el polígono levantado por coordenadas rectangulares en AutoCAD.

2. ANTECEDENTES TEÓRICOS

El método de ángulos externos consiste en medir los ángulos de "afuera" en cada uno de los vértices de la poligonal, además de las distancias de todos los lados y el azimut del lado inicial.

El teodolito está provisto de una sola escala horizontal, por esta razón los ángulos deben ser medidos y leídos a la derecha (excepto en el caso de deflexiones), esta condición nos indica que en el método de ángulos externos el sentido de avance de la poligonal deberá de ser en el sentido directo de las manecillas del reloj.

Para esta práctica se recomienda aplicar el método de series para la medición de ángulos externos y la doble medición para la determinación de las distancias de los lados. La tolerancia angular por serie será de $\pm 10''$ y el error lineal de cada uno de los lados será el que resulte de aplicar la siguiente fórmula: $TI = \frac{\text{distancia promedio}}{5000}$

3. EQUIPO Y MATERIAL REQUERIDO

- 1 teodolito topográfico con tripié.
- 4 estacas.
- 1 maceta.
- 2 plomadas
- 1 cinta de acero de 30 metros.
- 1 libreta de tránsito.
- 4 cabos de varilla de $\frac{3}{8}$ ''

Código: FESA PAL IIC TO Fecha de emisión: 2023.09.18 Revisión: 02

4. DESARROLLO DE LA SESIÓN PRÁCTICA

a) Revisión del equipo empleado para la práctica.- Por medio del formato **FESA UTLA PO1 F02**, cada brigada de alumnos obtendrá en calidad de préstamo del Gabinete de Topografía, el equipo requerido.

Adicionalmente, cada brigada deberá de presentarse con una libreta de tránsito y cinta de acero de 30 metros.

b) Establecimiento de 4 estacas para delimitar a la poligonal por levantar.- Deberá de establecerse la poligonal dentro de las áreas jardinadas de la Facultad observando que dos de los cuatro lados sean mayores a 30 metros con el objetivo de que el alumno pueda alinear los puntos intermedios necesarios por medio de los hilos de la retícula del telescopio.

c) Elaboración del registro de campo y del croquis de localización.- En la libreta de tránsito se preparará el siguiente registro de campo para anotar las dimensiones angulares y longitudinales del predio por levantar. Este registro sugerido es el siguiente:

FECHA: _____ OBSERVA: _____
LUGAR; _____ ANOTA: _____

EST.	P. V.	POSICIÓN DIRECTA	POSICIÓN INVERSA	DISTANCIAS DIRECTAS	DISTANCIAS INVERSAS
------	-------	---------------------	---------------------	------------------------	------------------------

El croquis de localización se elaborará en el sitio donde se encuentre ubicada la poligonal describiendo además de la posición de cada uno de los vértices, a los elementos adyacentes que ayuden a referir al predio dentro de esta zona. La posición del norte magnético en este croquis debe de ser vertical.

d) Orientación magnética del lado inicial.- Con el apoyo de la brújula declinatoria del teodolito, se orientará el lado A-B del polígono, este dato se anotará en la hoja correspondiente al croquis de localización.

e) Medición del ángulo exterior del vértice 'A'.- Se recomienda aplicar el método de series para determinar la magnitud más probable del ángulo externo del vértice 'A', el procedimiento está descrito en la práctica 5.

Código: FESA PAL IIC TO Fecha de emisión: 2023.09.18 Revisión: 02

El resultado se anotará inmediatamente en el registro de campo:

FECHA: _____ OBSERVA: _____
LUGAR: _____ ANOTA: _____

EST.	P. V.	POSICIÓN DIRECTA	POSICIÓN INVERSA	DISTANCIAS DIRECTAS	DISTANCIAS INVERSA
	Δ	00≡00≡00∇	180≡00≡12∇		
A					
	B	263≡25≡14∇	83≡25≡30∇		
	Διφερενχιασ	263≡25≡14∇	263≡25≡18∇		
		Προμεδιο = 263≡25≡16∇			
		Ερρορ ανγυλαρ = ± 02∇			
		Τολερανχια ανγυλαρ = ± 10∇			

f) Medición del lado A-B del polígono.- Se alinearán puntos intermedios por medio de los hilos de la retícula del telescopio para obtener por lo menos dos distancias que permitan determinar el valor más probable de este lado. Se deberán de emplear plomadas y la cinta deberá de conservar un plano horizontal, aplicando una tensión suficiente para eliminar el error por catenaria. Los resultados de esta medición se anotarán inmediatamente en el registro de campo.

FECHA: _____ OBSERVA: _____
LUGAR: _____ ANOTA: _____

EST.	P. V.	POSICIÓN DIRECTA	POSICIÓN INVERSA	DISTANCIAS DIRECTAS	DISTANCIAS INVERSA
	Δ	00≡00≡00∇	180≡00≡12∇		
A					
	B	263≡25≡14∇	83≡25≡30∇	40.226	40.232
	Διφερενχιασ	263≡25≡14∇	263≡25≡18∇		
		Προμεδιο = 263≡25≡16∇		Προμεδιο = 40.229	
		Ερρορ ανγυλαρ = ± 02∇		Ερρορ λινεαλ = ± 0.003 μ	
		Τολερανχια ανγυλαρ = ± 10∇		Τολερανχια λινεαλ = ± 0.008 μ	

g) Se repiten las operaciones indicadas en los incisos e) y f) en los vértices B, C y D de la poligonal.

h) Al finalizar la práctica de campo se deberá se efectuar la comprobación de cierre angular de acuerdo con la siguiente condición:

$$\Sigma \text{Ángulos Internos} = 180^{\circ}00'00'' (n+2)$$

El error de cierre angular deberá ser menor o igual a la tolerancia dada por la siguiente fórmula:

$$T_a = \pm 10''\sqrt{n}$$

En donde 'n' es el número de vértices o lados de la poligonal.

- i) Devolución del equipo al Gabinete de Topografía.- Al finalizar el levantamiento de campo, se devolverá al Gabinete de Topografía el equipo solicitado en el formato **FESA UTLA PO1 F02**.
- j) Cálculo planimétrico de los elementos de la poligonal.- Con los datos obtenidos durante la práctica de campo, se procede a realizar la compensación analítica del polígono levantado a través de una planilla de cálculo directo. Posteriormente se determinarán el valor de los elementos planimétricos definitivos del mismo polígono a través de una planilla de cálculo inverso, incluyendo la superficie total comprobada.

5. RESULTADOS

Que se obtuvo durante la sesión práctica, un informe, un video, un reporte, un audio o una fotografía, etc.

Dibujo topográfico del polígono levantado.- El polígono levantado será dibujado en AutoCAD, ubicando a cada uno de los vértices dentro de un sistema de coordenadas rectangulares X-Y.

El formato de papel se recomienda ser de 60x45 centímetros.

6. CONCLUSIONES

Las propias de la práctica.

7. FUENTES DE CONSULTA

- Ing. Jorge Díaz González, **Apuntes de Topografía**, México, Ediciones Acatlán, 1995
- Ing. Dante Alcántara García, **Topografía y sus Aplicaciones**, México, Editorial Patria, 2014
- Ing. Fernando García Márquez, **Curso Básico de Topografía**, México, Editorial Alfaomega, 1994.

SESIÓN PRÁCTICA No. 8
LEVANTAMIENTO DE UNA POLIGONAL CERRADA
CON TEODOLITO. MÉTODO: DEFLEXIONES

1. OBJETIVO

1. El alumno ejecutará el levantamiento planimétrico de una poligonal cerrada de 4 vértices con teodolito y cinta por el método de deflexiones.
2. Elaborará el registro de campo correspondiente al método, así como el croquis de localización.
3. El alumno orientará magnéticamente al lado inicial de la poligonal con la brújula declinatoria.
4. El alumno determinará la magnitud de las deflexiones por medio de series. La tolerancia angular será de 10" por vértice.
5. El alumno determinará la magnitud de los lados alineando dos puntos intermedios para obtener 4 distancias parciales y con la combinación de ellas obtener el valor más probable. La precisión lineal deberá de ser de $\frac{1}{5000}$ como mínimo.
6. El alumno efectuará en el campo la comprobación de cierre angular del polígono.
7. El alumno efectuará el cálculo planimétrico de coordenadas topográficas así como el cálculo inverso correspondiente.
8. Dibujará el polígono levantado por coordenadas rectangulares en AutoCAD.

2. ANTECEDENTES TEÓRICOS

Recibe el nombre de deflexión, el ángulo que se forma entre la prolongación del lado de atrás y el lado de adelante.

Una deflexión será derecha o positiva, cuando haya sido medida en el sentido de las manecillas del reloj, y será izquierda o negativa cuando haya sido medida en sentido contrario.

El método de deflexiones encuentra su principal aplicación para el levantamiento y trazo de poligonales abiertas, ya que en estos casos no se podría identificar al ángulo interior o exterior de cada uno de los vértices. Una recta entre puntos terminales es teóricamente la ruta más económica de construir y mantener en el caso de caminos, vías férreas, tuberías, canales, etc. En la práctica, los obstáculos y las condiciones del terreno, así como la propiedad privada de la tierra obligan a hacer quiebres y rodeos en la ruta; pero las desviaciones respecto a la línea recta se mantendrán lo más pequeñas que sean posible. Por lo tanto, el uso de los ángulos de deflexión, en lugar de los grandes ángulos directos, resulta muy apropiado para facilitar la visualización, el trazo de esquemas y el cálculo de curvas horizontales.

Además, este método tiene la particularidad de eliminar al error de colimación, porque utiliza -por sistema propio- la vuelta de campana del telescopio, y al combinar las dos posiciones de anteojo se logra repetidamente el efecto deseado.

Se deberá de tener especial cuidado cuando se presente una deflexión izquierda, porque el teodolito tiene un solo sistema de lectura, y para determinar su valor se deberá de hacer una diferencia con 360°00'00" y la lectura resultante de la medición.

Código: FESA PAL IIC TO Fecha de emisión: 2023.09.18 Revisión: 02

Para esta práctica se recomienda aplicar el método de series para la medición de deflexiones y la doble medición para la determinación de las distancias de los lados. La tolerancia angular por serie será de $\pm 10''$ y el error lineal de cada uno de los lados será el que resulte de aplicar la siguiente fórmula:

$$Tl = \frac{\text{distancia promedio}}{5000}$$

3. EQUIPO Y MATERIAL REQUERIDO

- 1 teodolito topográfico con tripié.
- 4 estacas.
- 1 maceta.
- 2 plomadas
- 1 cinta de acero de 30 metros.
- 1 libreta de tránsito.
- 4 cabos de varilla de $\frac{3}{8}$ ”

4. DESARROLLO DE LA SESIÓN PRÁCTICA

a) Revisión del equipo empleado para la práctica.- Por medio del formato **FESA UTLA PO1 F02**, cada brigada de alumnos obtendrá en calidad de préstamo del Gabinete de Topografía, el equipo requerido.

Adicionalmente, cada brigada deberá de presentarse con una libreta de tránsito y cinta de acero de 30 metros.

b) Establecimiento de 4 estacas para delimitar a la poligonal por levantar.- Deberá de establecerse la poligonal dentro de las áreas jardinadas de la Facultad observando que dos de los cuatro lados sean mayores a 30 metros con el objetivo de que el alumno pueda alinear los puntos intermedios necesarios por medio de los hilos de la retícula del telescopio.

c) Elaboración del registro de campo y del croquis de localización.- En la libreta de tránsito se preparará el siguiente registro de campo para anotar las dimensiones angulares y longitudinales del predio por levantar. Este registro sugerido es el siguiente:

FECHA: _____ OBSERVA: _____
LUGAR: _____ ANOTA: _____

EST.	P. V.	POSICIÓN DIRECTA	POSICIÓN INVERSA	DISTANCIAS DIRECTAS	DISTANCIAS INVERSAS

El croquis de localización se elaborará en el sitio donde se encuentre ubicada la poligonal describiendo además de la posición de cada uno de los vértices, a los elementos adyacentes que ayuden a referir al predio dentro de esta zona. La posición del norte magnético en este croquis debe de ser vertical.

d) Orientación magnética del lado inicial.- Con el apoyo de la brújula declinatoria del teodolito, se orientará el lado A-B del polígono, este dato se anotará en la hoja correspondiente al croquis de localización.

Código: FESA PAL IIC TO Fecha de emisión: 2023.09.18 Revisión: 02

e) Medición del ángulo de deflexión del vértice 'A'.- Se recomienda aplicar el método de series para determinar la magnitud más probable de la deflexión del vértice 'A', el procedimiento es similar al de las prácticas anteriores. El resultado se anotará inmediatamente en el registro de campo:

FECHA: _____ OBSERVA: _____
LUGAR: _____ ANOTA: _____

EST.	P. V.	POSICIÓN DIRECTA	POSICIÓN INVERSA	DISTANCIAS DIRECTAS	DISTANCIAS INVERSAS
	Δ	00≡00≡00∇	179≡59≡54∇		
A					
	B	271≡26≡32∇	91≡26≡44∇ Δ		
Διφερωνχιασ		91≡26≡44∇	91≡26≡38∇		
		Προμεδιο = 91≡26≡41∇ Δ			
		Ερρορ ανγυλαρ = ± 03∇			
		Τολερανχια ανγυλαρ = ± 10∇			

f) Medición del lado A-B del polígono.- Se alinearán puntos intermedios por medio de los hilos de la retícula del telescopio para obtener por lo menos dos distancias que permitan determinar el valor más probable de este lado. Se deberán de emplear plomadas y la cinta deberá de conservar un plano horizontal, aplicando una tensión suficiente para eliminar el error por catenaria. Los resultados de esta medición se anotarán inmediatamente en el registro de campo.

FECHA: _____ OBSERVA: _____
LUGAR: _____ ANOTA: _____

EST.	P. V.	POSICIÓN DIRECTA	POSICIÓN INVERSA	DISTANCIAS DIRECTAS	DISTANCIAS INVERSAS
	Δ	00≡00≡00∇	179≡59≡54∇		
A					
	B	271≡26≡32∇	91≡26≡44∇ Δ	35.796	35.790
Διφερωνχιασ		91≡26≡44∇	91≡26≡38∇		
		Προμεδιο = 91≡26≡41∇ Δ		Προμεδιο = 35.793	
		Ερρορ ανγυλαρ = ± 03∇		Ερρορ λινεαλ = ± 0.003 μ	
		Τολερανχια ανγυλαρ = ± 10∇		Τολερανχια λινεαλ = ± 0.007 μ	

g) Se repiten las operaciones indicadas en los incisos e) y f) en los vértices B, C y D de la poligonal.

h) Al finalizar la práctica de campo se deberá de efectuar la comprobación de cierre angular de acuerdo con la siguiente condición:

$$\Sigma \text{Deflexiones der.} - \Sigma \text{Deflexiones izq.} = 360^{\circ}00'00''$$

El error de cierre angular deberá ser menor o igual a la tolerancia dada por la siguiente fórmula:

Este documento es propiedad del Sistema de Gestión de la Calidad de los Talleres y Laboratorios de Licenciatura de la Facultad de Estudios Superiores Acatlán, se prohíbe la reproducción parcial o total sin la autorización correspondiente.

$$T_a = \pm 10'' \sqrt{n}$$

En donde 'n' es el número de vértices o lados de la poligonal.

i) Devolución del equipo al Gabinete de Topografía.- Al finalizar el levantamiento de campo, se devolverá al Gabinete de Topografía el equipo solicitado en el formato **FESA UTLA PO1 F02**.

j) Cálculo planimétrico de los elementos de la poligonal.- Con los datos obtenidos durante la práctica de campo, se procede a realizar la compensación analítica del polígono levantado a través de una planilla de cálculo directo. Posteriormente se determinarán el valor de los elementos planimétricos definitivos del mismo polígono a través de una planilla de cálculo inverso, incluyendo la superficie total comprobada.

5. RESULTADOS

Dibujo topográfico del polígono levantado.- El polígono levantado será dibujado en AutoCAD, ubicando a cada uno de los vértices dentro de un sistema de coordenadas rectangulares X-Y.

El formato de papel se recomienda ser de 60x45 centímetros.

6. CONCLUSIONES

Las propias de la práctica.

7. FUENTES DE CONSULTA

- Ing. Jorge Díaz González, **Apuntes de Topografía**, México, Ediciones Acatlán, 1995
- Ing. Dante Alcántara García, **Topografía y sus Aplicaciones**, México, Editorial Patria, 2014
- Ing. Fernando García Márquez, **Curso Básico de Topografía**, México, Editorial Alfaomega, 1994.

SESIÓN PRÁCTICA No. 9

LEVANTAMIENTO DE UNA POLIGONAL CERRADA CON TEODOLITO. MÉTODO: RADIACIONES

1. OBJETIVO

1. El alumno ejecutará el levantamiento planimétrico de una poligonal de vértices inaccesibles por medio de un polígono cerrado de apoyo.
2. Elaborará el registro de campo correspondiente al método, así como el croquis de localización.
3. El alumno orientará magnéticamente al lado inicial de la poligonal de apoyo con la brújula declinatoria.
4. El alumno determinará la magnitud de los ángulos internos del polígono de apoyo por medio de series. La tolerancia angular será de 10" por vértice.
5. El alumno determinará la magnitud de los lados del polígono de apoyo de acuerdo a las prácticas anteriores. La precisión lineal deberá de ser de $\frac{1}{5000}$ como mínimo.
6. Ubicará a los vértices del polígono de lindero por medio de radiaciones.
7. El alumno efectuará en el campo la comprobación de cierre angular del polígono de apoyo.
8. El alumno efectuará el cálculo planimétrico del polígono de apoyo y del polígono de lindero.
9. Dibujará ambas poligonales por coordenadas rectangulares en AutoCAD.

2. ANTECEDENTES TEÓRICOS

Muy frecuentemente los predios que se deben de levantar están delimitados por elementos físicos naturales o artificiales que hacen imposible colocar el teodolito sobre cada uno de sus vértices para llevar a cabo un levantamiento directo. En estos casos se deberá de establecer en el campo un apoyo topográfico consistente en:

- ✓ Un vértice central.
- ✓ Una o más líneas de apoyo.
- ✓ Un polígono cerrado.

Desde estos vértices se deberán de efectuar radiaciones de ángulo y distancia hacia los puntos que delimitan al polígono de lindero o polígono principal, para de esta manera obtener los datos necesarios que permitan determinar sus coordenadas X-Y y con ellas calcular finalmente los elementos planimétricos del mismo polígono.

Para esta práctica se recomienda establecer como apoyo topográfico a un polígono cerrado de 4 vértices levantado por el método de series de ángulos internos y la doble medición para la determinación de las distancias de los lados. La tolerancia angular por serie será de $\pm 10''$ y el error lineal de cada uno de los lados será el que resulte de aplicar la siguiente fórmula:

$$Tl = \frac{\text{distancia promedio}}{5000}$$



TALLERES Y LABORATORIOS DE LICENCIATURA PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE TOPOGRAFÍA

Código: FESA PAL IIC TO Fecha de emisión: 2023.09.18 Revisión: 02

3. EQUIPO Y MATERIAL REQUERIDO

- 1 teodolito topográfico con tripié.
- 4 estacas.
- 1 maceta.
- 2 plomadas
- 1 cinta de acero de 30 metros.
- 1 libreta de tránsito.
- 1 bote de pintura de esmalte.
- 4 clavos con rondana plana.
- 4 cabos de varilla de $\frac{3}{8}$ ”

4. DESARROLLO DE LA SESIÓN PRÁCTICA

a) Revisión del equipo empleado para la práctica.- Por medio del formato **FESA UTLA PO1 F02**, cada brigada de alumnos obtendrá en calidad de préstamo del Gabinete de Topografía, el equipo requerido.

Adicionalmente, cada brigada deberá de presentarse con una libreta de tránsito, cinta de acero de 30 metros, 4 clavos de 1” y bote de pintura de esmalte en color amarillo.

b) Reconocimiento e identificación de los vértices de lindero.- Dentro de las áreas jardinadas de la Facultad, cada brigada seleccionará 4 árboles que darán forma al polígono principal (cerrado). Las distancias entre ellos entre 20 y 30 metros aproximadamente. En cada árbol se colocará una marca con clavo y esmalte.

c) Establecimiento de 4 estacas para establecer al polígono de apoyo.- Esta poligonal será interior, y sus vértices deberán de ser intervisibles entre sí. La separación entre ésta y la poligonal de lindero deberá ser la suficiente que las distancias de las radiaciones no requieran de puntos intermedios.

d) Elaboración del registro de campo y del croquis de localización.- En la libreta de tránsito se preparará un registro de campo doble para anotar las dimensiones angulares y longitudinales de las 2 poligonales por levantar. Este registro sugerido es el siguiente:

REGISTRO 1. POLIGONO DE APOYO

FECHA: _____ OBSERVA: _____
LUGAR: _____ ANOTA: _____

EST.	P. V.	POSICIÓN DIRECTA	POSICIÓN INVERSA	DISTANCIAS DIRECTAS	DISTANCIAS INVERSAS

Código: FESA PAL IIC TO Fecha de emisión: 2023.09.18 Revisión: 02

El croquis de localización se elaborará en el sitio donde se encuentre ubicada la poligonal describiendo además de la posición de cada uno de los vértices, a los elementos adyacentes que ayuden a referir al predio dentro de esta zona. La posición del norte magnético en este croquis debe de ser vertical.

e) Orientación magnética del lado inicial.- Con el apoyo de la brújula declinatoria del teodolito, se orientará el lado A-B del polígono, este dato se anotará en la hoja correspondiente al croquis de localización.

f) Medición del ángulo interior del vértice 'A'.- Se recomienda aplicar el método de series para determinar la magnitud más probable del ángulo interno del vértice 'A', el procedimiento está descrito en la práctica 5. El resultado se anotará inmediatamente en el registro de campo:

REGISTRO 1. POLIGONO DE APOYO

FECHA: _____ OBSERVA: _____
LUGAR: _____ ANOTA: _____

EST.	P. V.	POSICIÓN DIRECTA	POSICIÓN INVERSA	DISTANCIAS DIRECTAS	DISTANCIAS INVERSAS
	Δ	00≡00≡00∇	179≡59≡47∇		
A					
	B	86≡32≡55∇	266≡32≡50∇		
	Διφερενχιασ	86≡32≡55∇	86≡33≡03∇		
		Προμεδιο = 86≡32≡59∇			
		Ερρορ ανγυλαρ = ± 04∇			
		Τολερανχια ανγυλαρ = ± 10∇			

g) Medición del lado A-B del polígono.- Se alinearán puntos intermedios por medio de los hilos de la retícula del telescopio para obtener por lo menos dos distancias que permitan determinar el valor más probable de este lado. Se deberán de emplear plomadas y la cinta deberá de conservar un plano horizontal, aplicando una tensión suficiente para eliminar el error por catenaria. Los resultados de esta medición se anotarán inmediatamente en el registro de campo.

REGISTRO 1. POLIGONO DE APOYO

FECHA: _____ OBSERVA: _____
LUGAR: _____ ANOTA: _____

EST.	P. V.	POSICIÓN DIRECTA	POSICIÓN INVERSA	DISTANCIAS DIRECTAS	DISTANCIAS INVERSAS
	Δ	00≡00≡00∇	179≡59≡47∇		
A					
	B	86≡32≡55∇	266≡32≡50∇	46.681	46.665
	Διφερενχιασ	86≡32≡55∇	86≡33≡03∇		
		Προμεδιο = 86≡32≡59∇		Προμεδιο = 46.673	
		Ερρορ ανγυλαρ = ± 04∇		Ερρορ λινεαλ = ± 0.008 μ	
		Τολερανχια ανγυλαρ = ± 10∇		Τολερανχια λινεαλ = ± 0.009 μ	

Código: FESA PAL IIC TO Fecha de emisión: 2023.09.18 Revisión: 02

h) Medición de la radiación 1 hacia el polígono de lindero.- Con estación en el vértice 'A' del polígono de apoyo, se aplica el siguiente procedimiento:

- En posición directa se coloca el círculo horizontal en 00°00'00"
- Con el movimiento general se dirige la visual hacia el vértice de adelante (D), se cierra este movimiento y se afina con su tornillo tangencial.
- Se afloja el tornillo del movimiento particular y se observa a la marca previamente establecida sobre el árbol que señala la posición del vértice 1 del polígono de lindero. Se cierra este movimiento y se afina con su tornillo tangencial.
- Se hace la lectura angular correspondiente y se anota en el registro de campo 2.
- Se hace la medición de la distancia desde el punto de estación hasta el vértice radiado (A-1). Este dato se anota en el registro de campo 2.

ΡΕΓΙΣΤΡΟ 2.- ΠΟΛΥΓΩΝΟ ΔΕ ΛΙΝΔΕΡΟ

FECHA: _____ OBSERVA: _____
LUGAR: _____ ANOTA: _____

EST.	P. V.	POSICIÓN DIRECTA	POSICIÓN INVERSA	DISTANCIAS DIRECTAS	DISTANCIAS INVERSAS
	Δ	00≡00≡00∇			βασε
A					
	1	136≡57≡07∇	8.732	8.372	⟨ρβολ δε λινδερο.

i) Se repiten las operaciones indicadas en los incisos f), g) y h) en los vértices B, C y D de la poligonal de apoyo. Considerando que desde el vértice B se efectuará la radiación 2 hacia el polígono de lindero, del C la 3 y desde D la radiación 4.

j) Al finalizar la práctica de campo se deberá se efectuar la comprobación de cierre angular del polígono de apoyo de acuerdo con la siguiente condición:

$$\Sigma \text{Ángulos Internos} = 180^{\circ}00'00'' (n+2)$$

El error de cierre angular deberá ser menor o igual a la tolerancia dada por la siguiente fórmula:

$$T_a = \pm 10''\sqrt{n}$$

En donde 'n' es el número de vértices o lados de la poligonal.

k) Devolución del equipo al Gabinete de Topografía.- Al finalizar el levantamiento de campo, se devolverá al Gabinete de Topografía el equipo solicitado en el formato FESA UTLA PO1 F02.

l) Cálculo planimétrico de los elementos de la poligonal de apoyo.- Con los datos obtenidos durante la práctica de campo, se procede a realizar la compensación analítica del polígono de apoyo a través de una planilla de cálculo directo. Posteriormente se determinarán el valor de los elementos planimétricos definitivos del mismo polígono a través de una planilla de cálculo inverso.

m) Propagación de coordenadas X-Y de estaciones a radiaciones.



TALLERES Y LABORATORIOS DE LICENCIATURA PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE TOPOGRAFÍA

Código: FESA PAL IIC TO Fecha de emisión: 2023.09.18 Revisión: 02

n) Cálculo de los elementos planimétricos del polígono de lindero incluyendo superficie total.

5. RESULTADOS

Dibujo topográfico del polígono levantado.- El polígono de lindero será dibujado en AutoCAD, ubicando a cada uno de los vértices dentro de un sistema de coordenadas rectangulares X-Y.

El formato de papel se recomienda ser de 60x45 centímetros.

6. CONCLUSIONES

Las propias de la práctica.

7. FUENTES DE CONSULTA

- Ing. Jorge Díaz González, **Apuntes de Topografía**, México, Ediciones Acatlán, 1995
- Ing. Dante Alcántara García, **Topografía y sus Aplicaciones**, México, Editorial Patria, 2014
- Ing. Fernando García Márquez, **Curso Básico de Topografía**, México, Editorial Alfaomega, 1994.

SESIÓN PRÁCTICA No. 10
CONOCIMIENTO DE LA ESTACIÓN TOTAL.
OPERACIONES ELEMENTALES: CONFIGURACIÓN,
CENTRADO Y NIVELADO

1. OBJETIVO

1. El alumno identificará las partes constitutivas de la Estación Total.
2. El alumno instalará sobre un vértice a la Estación Total.
3. El alumno aprenderá a configurar la Estación Total.
4. El alumno aplicará las operaciones necesarias para centrar y nivelar a la Estación Total en un tiempo máximo de 5 minutos sobre terreno plano.

2. ANTECEDENTES TEÓRICOS

En la actualidad, se puede asegurar que las Estaciones Totales son los aparatos más empleados en Topografía. En ellos se combina un teodolito digital electrónico, un IDM (instrumento electrónico para medición de distancias) y una computadora o microprocesador que tiene la capacidad de realizar diferentes cálculos, como la determinación de elementos horizontales y verticales de las distancias medidas. El nombre original de este tipo de instrumentos fue de Taquímetro Electrónico, pero Hewlett-Packard introdujo el nombre de Estación Total hace unos 25 años, mismo que ha sido adoptado en Topografía.

La Estación Total mide simultáneamente distancias horizontales, inclinadas y verticales (desniveles), así como los ángulos horizontales y verticales; y puede transmitir estos datos a la computadora integrada. Todos estos elementos topográficos se pueden observar en la pantalla usando los comandos del teclado. Así, los componentes de las distancias horizontales y verticales se pueden calcular y mostrar de manera instantánea. Es por esta característica que la Estación Total es de tipo automático.

Antes de efectuar la medición de distancias en un levantamiento topográfico, es necesario configurar la estación total, ya que este instrumento las mide con un haz de luz, pero su velocidad varía según el índice de refracción de la luz en la atmosfera. Este índice varía según la temperatura ambiente y la presión barométrica.

Para determinar el factor de corrección atmosférica, se debe de registrar la temperatura y la presión barométrica promedio de todo el trayecto del haz de medición. Cuando se hacen mediciones en terreno montañoso se debe poner especial atención al calcular este factor, pues la diferencia de alturas implica distintas condiciones atmosféricas entre dos puntos.

La estación total está diseñada de manera que el factor de corrección sea 0 a una presión barométrica de 760 mm de mercurio (Hg) y temperatura de 15°C. Sin embargo, se recomienda introducir los valores de presión y de temperatura existentes en el sitio donde se encuentre la poligonal. El registro de la temperatura es sencillo, ya que se lee directamente de un termómetro convencional; y para la presión barométrica se puede aplicar el siguiente procedimiento:

Al nivel del mar la presión es de 760 mm Hg, y se ha observado que por cada 100 metros de altura la columna de mercurio baja 10 milímetros; de tal manera, que conociendo la cota o elevación del sitio del levantamiento se podrá calcular la presión barométrica que le corresponde. Por ejemplo, en el municipio de Naucalpan, Estado

Código: FESA PAL IIC TO Fecha de emisión: 2023.09.18 Revisión: 02
de México, nos encontramos a una elevación de aproximadamente 2290 metros sobre el nivel del mar, por lo tanto, se tiene la siguiente relación:

$$\frac{10 \text{ mm Hg}}{100 \text{ m}} = \frac{x}{2290 \text{ m}}$$

Por lo tanto: $x = 229 \text{ m}$

Sí al nivel de mar se registran 760 mm Hg, entonces a 2290 metros de altura se tendrán 229 mm Hg menos, por lo tanto la presión barométrica para el municipio de Naucalpan es de:

$$\begin{array}{r} 760 \text{ mm Hg} \\ - 229 \text{ mm Hg} \\ \hline 531 \text{ mm Hg} \end{array}$$

3. EQUIPO Y MATERIAL REQUERIDO

- 1 Estación Total con tripié.
- 1 estaca.
- 1 maceta.
- 1 libreta de tránsito.
- 1 prisma con bastón

4. DESARROLLO DE LA SESIÓN PRÁCTICA

a) Revisión del equipo empleado para la práctica.- Por medio del formato **FESA UTLA PO1 F02**, cada brigada de alumnos obtendrá en calidad de préstamo del Gabinete de Topografía, el equipo requerido.

Adicionalmente, cada brigada deberá de presentarse con una libreta de tránsito.

b) El profesor instalará a la Estación Total, explicando cada uno de los pasos que se deben de seguir para configurarla, centrarla y nivelarla sobre un vértice de estación. Estas instrucciones abarcarán desde la abertura del estuche, colocación del tripié, instalación del instrumento sobre el tripié y las operaciones de configuración, centrado y nivelado.

c) Una vez instalado el instrumento sobre el vértice de estación, el profesor describirá cada una de las partes que integran a la Estación Total, así como las funciones que desempeñan.

d) El profesor introducirá a la Estación Total los factores de temperatura y de presión barométrica para medición de distancias.

e) El profesores mostrará la técnica recomendada para:

- ✓ Medición de azimutes.
- ✓ Medición de ángulos horizontales.
- ✓ Medición de distancias horizontales.
- ✓ Medición de desniveles y cálculo de elevaciones.

f) El alumno repetirá todo este procedimiento observando las siguientes recomendaciones:

- ✓ El tiempo máximo para instalar al instrumento, centrarlo y nivelarlo será de 5 minutos por cada integrante de la brigada.
- ✓ El instrumento debe de quedar instalado a la altura de ojo del observador.
- ✓ Los tornillos niveladores no deben de quedar forzados.
- ✓ El alumno ejercitará todo el procedimiento sobre terreno plano y sobre terreno inclinado.

g) Devolución del equipo al Gabinete de Topografía.- Al finalizar la práctica de campo, se devolverá al Gabinete de Topografía el equipo solicitado en el formato **FESA UTLA PO1 F02**.

5. RESULTADOS

Esta práctica no contiene procesos de cálculo ni de dibujo.

6. CONCLUSIONES

Las propias de la práctica.

7. FUENTES DE CONSULTA

- Ing. Jorge Díaz González, **Apuntes de Topografía**, México, Ediciones Acatlán, 1995
- Ing. Dante Alcántara García, **Topografía y sus Aplicaciones**, México, Editorial Patria, 2014
- Ing. Fernando García Márquez, **Curso Básico de Topografía**, México, Editorial Alfaomega, 1994.

SESIÓN PRÁCTICA No. 11
LEVANTAMIENTO PLANIMÉTRICO DE UNA
POLIGONAL CERRADA CON ESTACIÓN TOTAL.
MÉTODO: ÁNGULOS INTERNOS

1. OBJETIVO

1. El alumno ejecutará el levantamiento planimétrico de una poligonal cerrada de 4 vértices con Estación Total por el método de ángulos interiores.
2. Elaborará el registro de campo correspondiente al método, así como el croquis de localización.
3. El alumno orientará magnéticamente al lado inicial de la poligonal con la brújula declinatoria.
4. El alumno determinará la magnitud de los ángulos interiores por medio de series. La tolerancia angular será de 5" por vértice.
5. El alumno determinará la magnitud de los lados por medio del distanciómetro de la Estación Total. El número de repeticiones debe de ser 4 como mínimo.
6. El alumno efectuará en el campo la comprobación de cierre angular del polígono.
7. El alumno efectuará el cálculo planimétrico de coordenadas topográficas así como el cálculo inverso correspondiente.
8. Dibujará el polígono levantado por coordenadas rectangulares en AutoCAD.

2. ANTECEDENTES TEÓRICOS

La Estación Total se utiliza para el levantamiento planimétrico y altimétrico de cualquier tipo de poligonales, así como para operaciones de trazo topográfico.

Para esta práctica, el alumno efectuará el levantamiento de una poligonal cerrada de 4 vértices por el método de ángulos internos. Como se sabe, el método consiste en determinar el valor de los ángulos interiores en cada uno de los vértices así como las distancias de cada uno de sus lados. Estas distancias se medirán con el apoyo del prisma reflejante con bastón; este prisma se encuentra montado sobre una tableta de color naranja fluorescente con el objeto de que sea visible a distancia aún cuando la luz sea escasa. La Estación Total puede medir distancias con prisma hasta de 1 km en condiciones favorables.

Durante la práctica se recomienda aplicar el método de series para la medición de ángulos internos y el instrumento se configurará para la medición de distancias por repeticiones en el número que el profesor estime conveniente. Se sugiere hacer la medición de las distancias en forma recíproca.

La tolerancia angular por serie será de $\pm 05''$ y el error lineal de cada uno de los lados será el que resulte de aplicar la siguiente fórmula:

$$Tl = \frac{\text{distancia promedio}}{10000}$$

Código: FESA PAL IIC TO Fecha de emisión: 2023.09.18 Revisión: 02

3. EQUIPO Y MATERIAL REQUERIDO

- 1 Estación Total con tripié.
- 1 prisma con bastón para aplomar.
- 4 estacas.
- 1 maceta.
- 1 libreta de tránsito.
- 1 bote de pintura de esmalte.
- 2 radios intercomunicadores de 2 vías (Walkie Talkies).
- 4 clavos con rondana plana.

4. DESARROLLO DE LA SESIÓN PRÁCTICA

a) Revisión del equipo empleado para la práctica.- Por medio del formato **FESA UTLA PO1 F02**, cada brigada de alumnos obtendrá en calidad de préstamo del Gabinete de Topografía, el equipo requerido.

Adicionalmente, cada brigada deberá de presentarse con una libreta de tránsito.

b) Establecimiento de 4 estacas para delimitar a la poligonal por levantar.- Deberá de establecerse la poligonal dentro de las áreas jardinadas de la Facultad observando que sean tan grandes como las condiciones de visibilidad y del terreno lo permitan.

c) Elaboración del registro de campo y del croquis de localización.- En la libreta de tránsito se preparará el siguiente registro de campo para anotar las dimensiones angulares y longitudinales del predio por levantar. Este registro sugerido es el siguiente:

FECHA: _____ OBSERVA: _____
LUGAR: _____ ANOTA: _____

EST.	P. V.	MEDICIÓN DIRECTA	MEDICIÓN INVERSA	DISTANCIAS	NOTAS
------	-------	---------------------	---------------------	------------	-------

El croquis de localización se elaborará en el sitio donde se encuentre ubicada la poligonal describiendo además de la posición de cada uno de los vértices, a los elementos adyacentes que ayuden a referir al predio dentro de esta zona. La posición del norte magnético en este croquis debe de ser vertical.

d) Orientación magnética del lado inicial.- Con el apoyo de la brújula declinatoria del instrumento, se orientará el lado A-B del polígono, este dato se anotará en la hoja correspondiente al croquis de localización.

e) Medición del ángulo interior del vértice 'A'.- Se recomienda aplicar el método de series para determinar la magnitud más probable del ángulo interno del vértice 'A', el procedimiento está descrito en la práctica 5. El resultado se anotará inmediatamente en el registro de campo.

Código: FESA PAL IIC TO Fecha de emisión: 2023.09.18 Revisión: 02
FECHA: _____ OBSERVA: _____
LUGAR: _____ ANOTA: _____

EST.	P. V.	MEDICIÓN DIRECTA	MEDICIÓN INVERSA	DISTANCIAS	NOTAS
	Δ	00≡00ε00∇	180≡00ε03∇		
A					
	B	92≡12ε25∇	272≡12ε20∇		
	Διφερωνχιασ	92≡12ε25∇	92≡12ε17∇		
		Προμεδιο = 92≡12ε21∇			
		Ερρορ ανγυλαρ = ± 04∇			
		Τολερανχια ανγυλαρ = ± 05∇			

f) Medición del lado A-B del polígono.- Con el prisma colocado en el vértice 'B', se determinará la distancia horizontal promedio del lado A-B. Los resultados de esta medición se anotarán inmediatamente en el registro de campo. Se recomienda medir adicionalmente la distancia A-D.

FECHA: _____ OBSERVA: _____
LUGAR: _____ ANOTA: _____

EST.	P. V.	MEDICIÓN DIRECTA	MEDICIÓN INVERSA	DISTANCIAS	NOTAS
	Δ	00≡00ε00∇	180≡00ε03∇	47.895	λινδερο
A					
	B	92≡12ε25∇	272≡12ε20∇	52.654	λινδερο
	Διφερωνχιασ	92≡12ε25∇	92≡12ε17∇		
		Προμεδιο = 92≡12ε21∇			
		Ερρορ ανγυλαρ = ± 04∇			
		Τολερανχια ανγυλαρ = ± 05∇			

g) Se repiten las operaciones indicadas en los incisos e) y f) en los vértices B, C y D de la poligonal.

h) Al finalizar la práctica de campo se deberá se efectuar la comprobación de cierre angular de acuerdo con la siguiente condición:

$$\Sigma \text{Ángulos Internos} = 180^{\circ}00'00'' (n-2)$$

El error de cierre angular deberá ser menor o igual a la tolerancia dada por la siguiente fórmula:

$$T_a = \pm 05'' \sqrt{n}$$

En donde 'n' es el número de vértices o lados de la poligonal.

i) Devolución del equipo al Gabinete de Topografía.- Al finalizar el levantamiento de campo, se devolverá al Gabinete de Topografía el equipo solicitado en el formato **FESA UTLA PO1 F02**.

Código: FESA PAL IIC TO Fecha de emisión: 2023.09.18 Revisión: 02

j) Cálculo planimétrico de los elementos de la poligonal.- Con los datos obtenidos durante la práctica de campo, se procede a realizar la compensación analítica del polígono levantado a través de una planilla de cálculo directo. Posteriormente se determinarán el valor de los elementos planimétricos definitivos del mismo polígono a través de una planilla de cálculo inverso, incluyendo la superficie total comprobada.

5. RESULTADOS

Dibujo topográfico del polígono levantado.- El polígono levantado será dibujado en AutoCAD, ubicando a cada uno de los vértices dentro de un sistema de coordenadas rectangulares X-Y.

El formato de papel se recomienda ser de 60x45 centímetros.

6. CONCLUSIONES

Las propias de la práctica.

7. FUENTES DE CONSULTA

- Ing. Jorge Díaz González, **Apuntes de Topografía**, México, Ediciones Acatlán, 1995
- Ing. Dante Alcántara García, **Topografía y sus Aplicaciones**, México, Editorial Patria, 2014
- Ing. Fernando García Márquez, **Curso Básico de Topografía**, México, Editorial Alfaomega, 1994.

SESIÓN PRÁCTICA No. 12
NIVELACIÓN DIFERENCIAL. MÉTODO: NIVELACIÓN
DIFERENCIAL COMPROBADA CON DOBLE ALTURA
DE APARATO, DOBLE PUNTO DE LIGA O IDA Y
VUELTA

1. OBJETIVO

1. El alumno identificará el equipo de campo empleado en altimetría.
2. Observará el uso correcto del equipo e identificará las partes constitutivas del nivel fijo y de los estatales.
3. El alumno determinará la cota de un banco de nivel a partir de otro de cota previamente conocida por el método de nivelación diferencial.
4. El alumno analizará el fundamento para determinar los signos de las lecturas durante una nivelación diferencial.
5. El alumno diseñará un registro de campo para una nivelación diferencial.
6. El alumno efectuará en el campo la comprobación de de las cotas de los Pl's y del Bn establecido por medio de la doble altura de aparato. Alternativamente, se pueden emplear los métodos de doble punto de liga o ida y vuelta.

2. ANTECEDENTES TEÓRICOS

Un plano para que pueda llamarse realmente topográfico, debe de contener además de los elementos planimétricos del terreno (distancias, ángulos, direcciones y superficie) todos los detalles referentes al relieve del terreno a través de las llamadas curvas de nivel.

En topografía, llamamos cota de un punto a su elevación en metros y hasta el milímetro con respecto a un plano de comparación que por lo regular es el nivel del mar. El procedimiento de campo para determinar la cota de un punto recibe el nombre de Nivelación. Una curva de nivel es una línea continua que une puntos que entre sí tienen la misma cota o elevación. Por lo tanto, la segunda etapa de todo levantamiento topográfico es lo concerniente a su configuración por medio de las curvas de nivel que se deseen. La configuración topográfica nos mostrará todos los accidentes del terreno: pendientes, ondulaciones depresiones, etc.

Previo a la configuración topográfica es necesario establecer uno o más bancos de nivel en sitios estratégicos que garanticen las siguientes condiciones:

- ✓ Permanencia.
- ✓ Inmovilidad.
- ✓ Fácil acceso.
- ✓ Fácil identificación.

Idealmente se deberá de hacer una mojonera de concreto con una varilla al centro; también pueden utilizarse discos de metal fijados en concreto o en las guarniciones, rocas grandes y fijas, partes no móviles de hidrantes, o bien, tornillos de los postes de alumbrado público.

Código: FESA PAL IIC TO Fecha de emisión: 2023.09.18 Revisión: 02

El equipo de campo que se utiliza en trabajos de nivelación es el siguiente:

1.- Nivel fijo.- Llamado también nivel de ingeniero o nivel montado; se compone de un anteojo telescópico que tiene un nivel de burbuja y que está montado sobre un tripié, de manera que puede girar en un plano horizontal para interceptar a un estadal colocado en posición vertical.

El nivel automático (llamado también autonivelante) permite el establecimiento de la línea horizontal de la visual por medio de un sistema de prismas y espejos sostenidos por alambres, como el caso del péndulo. La imagen penetra por la lente del objetivo y pasa a través de las lentes de enfoque, reflejándose por el compensador óptico, el cual está suspendido por alambres y sujetado en forma magnética. Cuando se sujeta en forma libre el compensador, la línea de visual definida por la lente, el compensador y el ocular forman una línea horizontal automáticamente.

El nivel automático es pequeño, ligero, preciso, se nivela y hace lecturas con rapidez. Es de color claro para disminuir los efectos de la temperatura producidos por la luz del sol y consta de 3 tornillos niveladores para centrar el nivel de burbuja esférico.

Su enfoque es interno y la retícula la tiene grabada sobre un disco de vidrio.

2.- Estadales.- Son reglas graduadas de sección rectangular por medio de las cuales se miden las diferencias de elevación.

Existen diferentes tipos de estadales, algunos de madera desflepada (pino o caoba) y otros de aluminio, su longitud varía de 4 a 6 metros y están graduados en metros, decímetros y centímetros. La lectura de los milímetros se hace a estima.

3. EQUIPO Y MATERIAL REQUERIDO

- 1 nivel automático con tripié.
- 2 estadales.
- 1 libreta de tránsito.
- 1 bote de pintura de esmalte.

4. DESARROLLO DE LA SESIÓN PRÁCTICA

a) Revisión del equipo empleado para la práctica.- Por medio del formato **FESA UTLA PO1 F02**, cada brigada de alumnos obtendrá en calidad de préstamo del Gabinete de Topografía, el equipo requerido.

Adicionalmente cada brigada deberá de presentarse con su libreta de tránsito y bote de pintura de esmalte para señalar bancos de nivel y puntos de liga.

b) Reconocimiento del banco de nivel de partida.- Se recomienda inicial la nivelación a partir del banco de nivel de la Secretaría de Recursos Hidráulicos que se localiza sobre la Av. San Juan Totoltepec con elevación de 2290.325 msnm. Este banco se denominará BN 1.

c) Establecimiento del banco de nivel cuya cota se desea conocer.- Este banco se deberá de situar a 300 metros aproximados del banco origen y dentro de la Facultad. Este banco se identificará como BN 2.

Código: FESA PAL IIC TO Fecha de emisión: 2023.09.18 Revisión: 02

d) Elaboración del registro de campo y del croquis de localización.- En la libreta de tránsito se preparará el siguiente registro de campo para anotar las lecturas que se originen durante la nivelación. Este registro sugerido es el siguiente:

FECHA: _____ OBSERVA: _____
 LUGAR; _____ ANOTA: _____

P. O.	LECTURAS ATRÁS (+)	LECTURA DE APARATO	LECTURAS ADELANTE (-)	NOTAS
-------	--------------------	--------------------	-----------------------	-------

e) Se ubica el PL1 a una distancia no mayor de 100 metros con respecto al BN 1.

f) Aproximadamente al centro de este tramo se coloca el nivel fijo.

g) Se hace la lectura sobre el BN 1 y se anota en el registro de campo.

FECHA: _____ OBSERVA: _____
 LUGAR; _____ ANOTA: _____

P. O.	LECTURAS ATRÁS (+)	LECTURA DE APARATO	LECTURAS ADELANTE (-)	NOTAS
BN 1	0.353			2290.325

h) Se gira al aparato para visar al PL 1, haciéndose sobre él la lectura que le corresponde y anotándola en el registro de campo.

FECHA: _____ OBSERVA: _____
 LUGAR; _____ ANOTA: _____

P. O.	LECTURAS ATRÁS (+)	LECTURA DE APARATO	LECTURAS ADELANTE (-)	NOTAS
BN 1	0.353			2290.325
PL 1			2.289	

i) Se calcula la cota para el PL 1.

FECHA: _____ OBSERVA: _____
 LUGAR; _____ ANOTA: _____

P. O.	LECTURAS ATRÁS (+)	LECTURA DE APARATO	LECTURAS ADELANTE (-)	NOTAS
-------	--------------------	--------------------	-----------------------	-------

Código: FESA PAL IIC TO Fecha de emisión: 2023.09.18 Revisión: 02

BN 1	0.353	2290.678		2290.325
ΠΛ 1			2.289	2289.389

j) Se hace la doble altura de aparato y se anotan los resultados en el registro de campo.

FECHA: _____ OBSERVA: _____
LUGAR: _____ ANOTA: _____

P.O.	LECTURAS ATRÁS (+)	LECTURA DE APARATO	LECTURAS ADELANTE (-)	NOTAS
BN 1	0.353	2290.678		2290.325
ΠΛ 1			2.289	2288.389
BN 1	0.401	2290.726		2290.325
ΠΛ 1			2.335	2288.391

k) Se calcula la cota promedio del PL 1, así como el error y la tolerancia de nivelación.

FECHA: _____ OBSERVA: _____
LUGAR: _____ ANOTA: _____

P.O.	LECTURAS ATRÁS (+)	LECTURA DE APARATO	LECTURAS ADELANTE (-)	NOTAS
BN 1	0.353	2290.678		2290.325
ΠΛ 1			2.289	2288.389
BN 1	0.401	2290.726		2290.325
ΠΛ 1			2.335	2288.391
COTA PROMEDIO ΠΛ 1 = 2288.390				
$E_v = \pm 0.001$ $T_v = \pm 0.003 \mu$				

l) Se continúa con este procedimiento hasta llegar al BN 2.

m) Devolución del equipo al Gabinete de Topografía.- Al finalizar el trabajo de campo, se devolverá al Gabinete de Topografía el equipo solicitado en el formato FESA UTLA PO1 F02.

n) Cálculo altimétrico de la nivelación diferencial.- Este cálculo se efectúa en el campo en forma simultánea al desarrollo de la nivelación diferencial.

5. RESULTADOS

Esta práctica no reporta dibujo topográfico.



TALLERES Y LABORATORIOS DE
LICENCIATURA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE TOPOGRAFÍA

Código: FESA PAL IIC TO Fecha de emisión: 2023.09.18 Revisión: 02

6. CONCLUSIONES

Las propias de la práctica.

7. FUENTES DE CONSULTA

- Ing. Jorge Díaz González, **Apuntes de Topografía**, México, Ediciones Acatlán, 1995
- Ing. Dante Alcántara García, **Topografía y sus Aplicaciones**, México, Editorial Patria, 2014
- Ing. Fernando García Márquez, **Curso Básico de Topografía**, México, Editorial Alfaomega, 1994.

SESIÓN PRÁCTICA No. 13
CONFIGURACIÓN TOPOGRÁFICA. MÉTODO:
INTERPOLACIÓN

1. OBJETIVO

1. El alumno efectuará el levantamiento planimétrico de una poligonal cerrada de 4 vértices aplicando un método de los desarrollados en las prácticas anteriores.
2. El alumno elaborará el registro de campo correspondiente al método planimétrico que aplique.
3. El alumno establecerá, dentro del polígono levantado, una cuadrícula con dimensiones apropiadas que permita ubicar los cambios de nivel más significativos del terreno.
4. A partir de la cota del BN 2 ubicado en la práctica 12, el alumno procederá a nivelar esta cuadrícula con nivel fijo y estadales.
5. El alumno calculará los elementos planimétricos del polígono levantado de acuerdo al método de campo empleado.
6. El alumno dibujará a escala al polígono levantado.
7. El alumno dibujará la configuración topográfica sobre este plano, con una equidistancia vertical convenientemente seleccionada.

2. ANTECEDENTES TEÓRICOS

La representación geométrica del terreno depende de la mayor o menor densidad de puntos observados dando como resultado la llamada superficie topográfica, que es con la que el topógrafo sustituye a la superficie real del terreno. Un plano configurado resulta de mucha utilidad en gran número de aplicaciones de la topografía, y especialmente en el estudio de los proyectos para la construcción en general. Desde el punto de vista teórico, constituye uno de los métodos de la geometría descriptiva para la representación sobre un plano de las figuras del espacio.

La interpretación de mapas, cartas y planos es un arma de trabajo fundamental para el Ingeniero, ya que frecuentemente tendrá la necesidad de leer e interpretar la información gráfica contenida en estos documentos para que le permitan tener una idea general de la forma y del relieve del área analizada.

Para que las formas de ese relieve del terreno puedan ser representadas en un plano, es necesario que se levante del terreno información altimétrica de los puntos más destacados, los cuales se caracterizan por ser aquellos donde se producen los cambios de pendiente más significativos. Por lo tanto, estas mediciones deben de hacerse de tal manera que puedan llevarse al papel suficientes puntos que sirvan para este propósito.

CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES DE LAS CURVAS DE NIVEL.

- ✓ Todos los puntos que se encuentren sobre una curva de nivel tienen la misma cota o elevación con respecto a un plano de comparación.
- ✓ Todas las curvas de nivel se cierran en sí mismas dentro o fuera de los límites del plano.
- ✓ Una curva de nivel se cierra dentro de los límites del plano cuando existe una elevación o una depresión. En el primer caso las curvas de nivel aumentan su valor hacia el centro, en el segundo lo disminuyen.
- ✓ Las curvas de nivel nunca se cruzan, excepto donde existe un voladizo.



TALLERES Y LABORATORIOS DE LICENCIATURA

PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE TOPOGRAFÍA

Código: FESA PAL IIC TO Fecha de emisión: 2023.09.18 Revisión: 02

- ✓ Las curvas de nivel nunca se dividen o ramifican
- ✓ En una pendiente uniforme, las curvas de nivel se encuentran separadas a iguales distancias.
- ✓ En una superficie plana, no horizontal, las curvas de nivel son rectas y paralelas entre sí.
- ✓ Las distancias entre curvas de nivel se reduce a medida que la pendiente es más fuerte.

3. EQUIPO Y MATERIAL REQUERIDO

- Equipo para planimetría de acuerdo al método por aplicar.
- 1 nivel automático con tripié
- 2 estadales.
- 1 libreta de tránsito.
- 1 bote de pintura de esmalte.

4. DESARROLLO DE LA SESIÓN PRÁCTICA

Descripción de las actividades a desarrollar durante la sesión práctica.

a) Revisión del equipo empleado para la práctica.- Por medio del formato **FESA UTLA PO1 F02**, cada brigada de alumnos obtendrá en calidad de préstamo del Gabinete de Topografía, el equipo requerido.

Adicionalmente cada brigada deberá de presentarse con su libreta de tránsito y bote de pintura de esmalte para señalar bancos de nivel y puntos de liga.

b) Levantamiento planimétrico de un polígono cerrado de 4 lados.- De acuerdo al método seleccionado, el alumno efectuará el levantamiento planimétrico de un polígono cerrado de 4 vértices, elaborando el registro de campo correspondiente y aplicando los métodos de comprobación necesarios.

c) Establecimiento de una cuadrícula dentro del polígono levantado.- Con cinta de acero, el alumno trazará en el interior del polígono una cuadrícula rectangular de dimensiones suficientes para ubicar los cambios de pendiente más significativos.

d) Nivelación de los vértices del polígono y de la cuadrícula establecida.- Por medio de nivelación directa (o indirecta si es con equipo electrónico), el alumno determinará en el campo las cotas o elevaciones de cada uno de los vértices y de la cuadrícula previamente establecida en su interior. El registro de campo sugerido para nivelación directa es el siguiente:

FECHA: _____ OBSERVA: _____
LUGAR: _____ ANOTA: _____

P. O.	LECTURAS ATRÁS (+)	LECTURA DE APARATO	LECTURAS ADELANTE (-)	PUNTOS INTERMEDIOS	NOTAS

Código: FESA PAL IIC TO Fecha de emisión: 2023.09.18 Revisión: 02

e) Partiendo de la cota o elevación del BN 2 establecido durante la práctica 12, se procede a nivelar a los vértices del polígono así como a la cuadrícula establecida. Se recomienda colocar al nivel fijo en una posición desde donde puedan observarse la totalidad de estos puntos, y si fuera necesario, establecer los puntos de liga que se requieran para completar el levantamiento altimétrico, ejemplo:

FECHA: _____
LUGAR; _____

OBSERVA: _____
ANOTA: _____

P.O.	LECTURAS ATRÁS (+)	LECTURA DE APARATO	LECTURAS ADELANTE (-)	PUNTOS INTERMEDIOS	NOTAS
BN 2	1.616	2289.074			2287.458
ς A				1.322	2287.452
1				1.854	2287.220
2				1.050	2288.024
3				0.911	2288.163
4				2.104	2286.970
ς B				0.983	2288.091
5				1.257	2287.817
6				1.488	2287.586
7				1.850	2287.224
ε τ χ.					

f) Devolución del equipo al Gabinete de Topografía.- Al finalizar el trabajo de campo, se devolverá al Gabinete de Topografía el equipo solicitado en el formato **FESA UTLA PO1 F02**.

g) Cálculo altimétrico de la nivelación.- Este cálculo se efectúa en el campo en forma simultánea al desarrollo de la nivelación del polígono y de la cuadrícula.

h) Cálculo planimétrico del polígono levantado.- De acuerdo al método empleado para el levantamiento planimétrico, se efectuará el cálculo correspondiente comprobando las condiciones geométricas aplicables.

5. RESULTADOS

Dibujo topográfico.- De acuerdo al método aplicado para el levantamiento planimétrico, se dibujará el polígono levantado y su cuadrícula interior a escala convenientemente seleccionada

Configuración topográfica por interpolación.- Con base en las cotas de todos los vértices del polígono y de la cuadrícula rectangular, se procede a localizar sobre el dibujo, a las curvas de nivel con la equidistancia vertical seleccionada por el profesor por el método de interpolación. Esta interpolación podrá ser matemática o gráfica.

6. CONCLUSIONES

Las propias de la práctica.

7. FUENTES DE CONSULTA

Este documento es propiedad del Sistema de Gestión de la Calidad de los Talleres y Laboratorios de Licenciatura de la Facultad de Estudios Superiores Acatlán, se prohíbe la reproducción parcial o total sin la autorización correspondiente.



TALLERES Y LABORATORIOS DE
LICENCIATURA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE TOPOGRAFÍA

Código: FESA PAL IIC TO Fecha de emisión: 2023.09.18 Revisión: 02

- Ing. Jorge Díaz González, **Apuntes de Topografía**, México, Ediciones Acatlán, 1995
- Ing. Dante Alcántara García, **Topografía y sus Aplicaciones**, México, Editorial Patria, 2014
- Ing. Fernando García Márquez, **Curso Básico de Topografía**, México, Editorial Alfaomega, 1994.

SESIÓN PRÁCTICA No. 14

NIVELACIÓN DE PERFIL. MÉTODO: NIVELACIÓN DE PERFIL COMPROBADA CON DOBLE ALTURA DE APARATO, DOBLE PUNTO DE LIGA O IDA Y VUELTA

1. OBJETIVO

1. El alumno establecerá el trazo de un eje de 300 metros con teodolito con estacado a cada 20m.
2. El alumno diseñará un registro de campo para una nivelación de perfil.
3. El alumno determinará las cotas de cada uno de los puntos del trazo a través de una nivelación de perfil.
4. El alumno establecerá los puntos de liga necesarios para propagar el apoyo vertical.
5. El alumno efectuará en el campo la comprobación de de las cotas de los PI's establecidos por medio de la doble altura de aparato. Alternativamente, se pueden emplear los métodos de doble punto de liga o ida y vuelta.
6. El alumno dibujará en AutoCAD el perfil longitudinal del trazo a escalas horizontal y vertical convenientemente seleccionadas.

2. ANTECEDENTES TEÓRICOS

La nivelación de perfil tiene por objeto obtener los datos necesarios del campo para representar a escalas convenientemente seleccionadas (horizontal y vertical) el perfil longitudinal de un eje previamente trazado. Normalmente esto se aplica para el estudio y proyecto de vías de comunicación (caminos, canales, ferrocarriles, ductos, etc.). Para este tipo de trabajos, es necesario conocer el perfil longitudinal de la ruta para el proyecto de subrasantes, espesores de corte y de terraplén, así como el diseño de curvas verticales.

Las poligonales que unen al origen y destino son abiertas, en donde el vértice inicial es completamente distinto al final y se levantan por el método de deflexiones (o por ángulos a la derecha) con estacado a cada 20 metros.

El diseño de un camino –por ejemplo- comprende principalmente tres tipos de estudios:

- ✓ Horizontal.
- ✓ Vertical.
- ✓ Transversal.

En cada uno de ellos intervienen condiciones geométricas dependientes del tipo de camino, del volumen y características de los vehículos y del tipo de terreno que atravesará.

Las especificaciones geométricas y estructurales de los caminos, así como la forma en que deben de considerarse, tienen como finalidad buscar con el menor costo posible la máxima eficiencia en la operación de los vehículos a las velocidades previstas. Para lograr que el camino tenga el mejor y más económico acomodo en el terreno y esté debidamente protegido contra la acción destructora del agua, se recurre primero a la localización y en después al proyecto, incluyendo en éste a las obras de drenaje.

Para llevar a cabo el proyecto de alineamiento vertical, se hace necesario conocer el perfil longitudinal del trazo, y esto se hace a través de un procedimiento de campo llamado nivelación de perfil.

Código: FESA PAL IIC TO Fecha de emisión: 2023.09.18 Revisión: 02

3. EQUIPO Y MATERIAL REQUERIDO

- 1 teodolito con tripié.
- 2 plomadas.
- 1 maceta.
- 15 estacas
- 1 nivel automático con tripié.
- 2 estadales.
- 1 libreta de tránsito.
- 1 bote de pintura de esmalte.

4. DESARROLLO DE LA SESIÓN PRÁCTICA

a) Revisión del equipo empleado para la práctica.- Por medio del formato **FESA UTLA PO1 F02**, cada brigada de alumnos obtendrá en calidad de préstamo del Gabinete de Topografía el equipo requerido.

Adicionalmente cada brigada deberá de presentarse con su libreta de tránsito, cinta de 30 metros y bote de pintura de esmalte para señalar el estacado a cada 20 metros, bancos de nivel de partida y los puntos de liga.

b) Trazo de un eje de 300 metros con estacado a cada 20 metros.

c) Nivelación del eje.- A partir de la cota del BN 1 –que será señalado por el profesor-, la brigada procederá a nivelar a todos los puntos del trazo con apoyo del nivel fijo y de los estadales. La localización de los puntos de liga necesarios será de acuerdo a las instrucciones de la práctica 12 y el método de comprobación que se propone es el de doble altura de aparato. Las mediciones de esta nivelación se anotan en el registro de campo que se sugiere:

FECHA: _____
LUGAR: _____

OBSERVA: _____
ANOTA: _____

P. O.	LECTURAS ATRÁS (+)	LECTURA DE APARATO	LECTURAS ADELANTE (-)	PUNTOS INTERMEDIOS	NOTAS
BN 1	0.290	2289.315			2289.025
ΠΛ 1			2.219		2287.096
BN 1	0.309	2289.334			2289.025
ΠΛ 1			2.239		2287.095
ΧΟΤΑ ΠΡΟΜΕΔΙΟ ΠΛ 1 = 2287.096					
0+000				0.562	2288.772
0+020				0.700	2288.634
0+040				1.024	2288.310
0+060				1.365	2287.969
0+080				1.602	2287.732
ε τ χ.					



TALLERES Y LABORATORIOS DE LICENCIATURA PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE TOPOGRAFÍA

Código: FESA PAL IIC TO Fecha de emisión: 2023.09.18 Revisión: 02

d) Devolución del equipo al Gabinete de Topografía.- Al finalizar el trabajo de campo, se devolverá al Gabinete de Topografía el equipo solicitado en el formato FESA UTLA PO1 F02.

e) Cálculo altimétrico de la nivelación.- Este cálculo se efectúa en el campo en forma simultánea al desarrollo de la nivelación de perfil.

f) Cálculo planimétrico del polígono levantado.- De acuerdo al método empleado para el levantamiento planimétrico, se efectuará el cálculo correspondiente comprobando las condiciones geométricas aplicables.

5. RESULTADOS

Dibujo topográfico.- El perfil longitudinal se dibujará a dos escalas: una horizontal y la vertical 10 veces más grande para amplificar los detalles del relieve del terreno.

6. CONCLUSIONES

Las propias de la práctica.

7. FUENTES DE CONSULTA

- Ing. Jorge Díaz González, **Apuntes de Topografía**, México, Ediciones Acatlán, 1995
- Ing. Dante Alcántara García, **Topografía y sus Aplicaciones**, México, Editorial Patria, 2014
- Ing. Fernando García Márquez, **Curso Básico de Topografía**, México, Editorial Alfaomega, 1994.

HISTORIAL DE CAMBIOS

Revisión	Sección	Descripción de la modificación	Fecha de la modificación
0	Todas	Nuevo	2016.01.11
1	Portada	Se actualiza nombre del Jefe de Sección	2022.08.16
2	Todas	Se eliminó el nombre de los modelos de equipos para no ser tan específicos y limitar la posibilidad de realizar las prácticas con otros modelos disponibles en el Laboratorio.	2023.09.18
	Práctica 5	Cambio redacción en el nombre y objetivo, sin cambiar metodología, quedando de la siguiente manera: “Conocimiento del Teodolito topográfico. Medición de ángulos horizontales por el método de series o por el método de doble ángulo”.	
	Práctica 10	Cambio redacción en el nombre y objetivo, sin cambiar metodología, quedando de la siguiente manera: “Conocimiento de la estación total. Operaciones elementales: Configuración, centrado y nivelado.	
	Práctica 12	Cambio redacción en el nombre y objetivo, sin cambiar metodología, quedando de la siguiente manera: “Nivelación diferencial. Métodos: nivelación diferencial comprobada con doble altura de aparato, doble punto de liga o ida y vuelta”.	

HISTORIAL DE REVISIONES

Fecha de revisión	Responsable de realizar la revisión	Próxima fecha de revisión
2017.01	Ing. Omar Ulises Morales Dávila	2018.01

Código: FESA PAL IIC TO Fecha de emisión: 2023.09.18 Revisión: 02

2018.01.30	Ing. Omar Ulises Morales Dávila	2019.01.28
2019.01.28	Ing. Omar Ulises Morales Dávila	2020.01.30
2020.01.30	Ing. Omar Ulises Morales Dávila	2021.01.29
2021.01.29	Ing. Omar Ulises Morales Dávila	2022.01.28
2022.01.28	Ing. Omar Ulises Morales Dávila	2023.01.30
2023.01.30	Ing. Omar Ulises Morales Dávila	2024.02.16
2024.02.16	Ing. Omar Ulises Morales Dávila	2025.02.10