

**Facultad de Ingeniería
Instituto de Agrimensura
Departamento de Geodesia
Topografía Altimétrica**



**UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY**

Informe de Práctica 5

**Gustavo Iglesias
Diamela Martínez
Andrés Moraes
Stephanie Veleda**

Docentes: Magali Martínez, Martín Wainstein, Micaela Gracia.



Octubre de 2024

Índice

Introducción	2
Objetivos	3
Marco Teórico	4
Metodología y Resultados	6
Conclusiones	10
Anexo	11
Bibliografía	12

Introducción

La nivelación altimétrica es una técnica esencial en la topografía, cuyo propósito es determinar las diferencias de altura entre puntos específicos del terreno. Este proceso es útil en diversas áreas, como la construcción, la planificación territorial y la geodesia, ya que permite obtener información precisa sobre el relieve y la disposición del terreno. En este informe, se realiza un estudio práctico de nivelación trigonométrica utilizando una estación total, un instrumento que integra las funciones de teodolito y distanciómetro, lo que facilita la medición precisa de ángulos y distancias.

En este práctico de campo aplicamos una nivelación cerrada, partiendo de un punto fijo (IA) de cota conocida, y calculando el desnivel de los dos puntos fijos existentes (estacas) y de los 4 puntos de cambio (estaciones). Este enfoque no solo permite aplicar los conocimientos teóricos adquiridos, sino también verificar la precisión de las mediciones obtenidas. El objetivo principal de este informe es proporcionar una experiencia práctica en el uso de tecnologías modernas para el relevamiento altimétrico, además de fomentar una comprensión de los métodos utilizados en la agrimensura. Cabe destacar que, en lugar de utilizar la ecuación fundamental, se calculará la diferencia de altura (ΔH_{AB}) a partir de las variaciones de elevación en cada punto, y posteriormente se determinarán las cotas correspondientes.

Objetivos

Objetivo General:

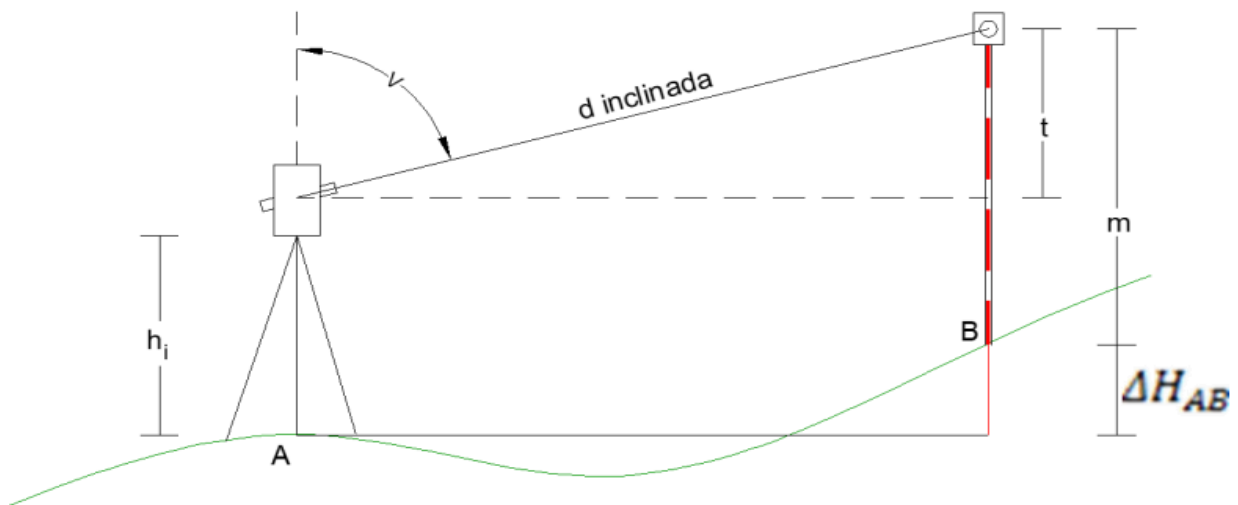
Realizar un relevamiento altimétrico mediante el uso de una estación total, determinando las diferencias de altura entre puntos en un circuito cerrado.

Objetivos Específicos:

- Obtener las coordenadas planialtimétricas de los puntos fijos establecidos en el circuito.
- Evaluar la precisión del relevamiento mediante el análisis del cierre de la poligonal.
- Familiarizarse con el uso de la estación total y los procedimientos de medición asociados.

Marco Teórico

Como ya vimos en prácticas anteriores, la nivelación es un proceso topográfico que permite determinar las diferencias de elevación entre distintos puntos en la superficie terrestre. En este contexto, la **nivelación trigonométrica** es un método que se utiliza para determinar las diferencias de altura entre puntos en un terreno mediante el uso de principios trigonométricos. A diferencia de la nivelación clásica, que se basa en el uso de niveles ópticos y miras, la nivelación trigonométrica utiliza instrumentos como la estación total para medir distancias y ángulos, lo que permite obtener resultados precisos y eficientes.



Triángulo Rectángulo Vertical: La nivelación trigonométrica que realiza la estación total se basa en la formación de un triángulo rectángulo vertical. En este triángulo, considera tres elementos:

- La línea horizontal que pasa por el centro del instrumento (estación total).
- La línea vertical que conecta el punto de observación con el punto de mira.
- La línea de colimación, que representa la dirección de la medición.

Ecuación Fundamental: La diferencia de altura ΔH_{AB} entre dos puntos A y B se puede calcular con la siguiente ecuación:

$$\Delta H_{AB} = h_i + t - h_m = h_i + d \times \cos(V) - h_m$$

Donde:

- h_i : Altura del instrumento, medida desde el punto donde se instala la estación total hasta la línea de colimación.
- d : Distancia inclinada entre los dos puntos medidos.

- V: Ángulo vertical medido desde la horizontal hasta el punto de mira.
- h_m : Altura de mira, que es la distancia desde la línea de colimación hasta el punto de referencia (prisma).

Cierre de Poligonal: Este es un procedimiento utilizado para verificar la precisión del relevamiento. Consiste en realizar mediciones en un circuito cerrado y comprobar que las diferencias de altura sumen cero, dentro de un margen de error aceptable. Esto asegura que los errores sistemáticos se minimicen y que la información recopilada sea confiable.

En este práctico se nos indicó no utilizar la ecuación fundamental, sino que realizar el cálculo de ΔH_{AB} a partir de la diferencia de elevación en cada punto y calcular luego las cotas de cada punto.

Instrumentos Utilizados:

- Estación Total:

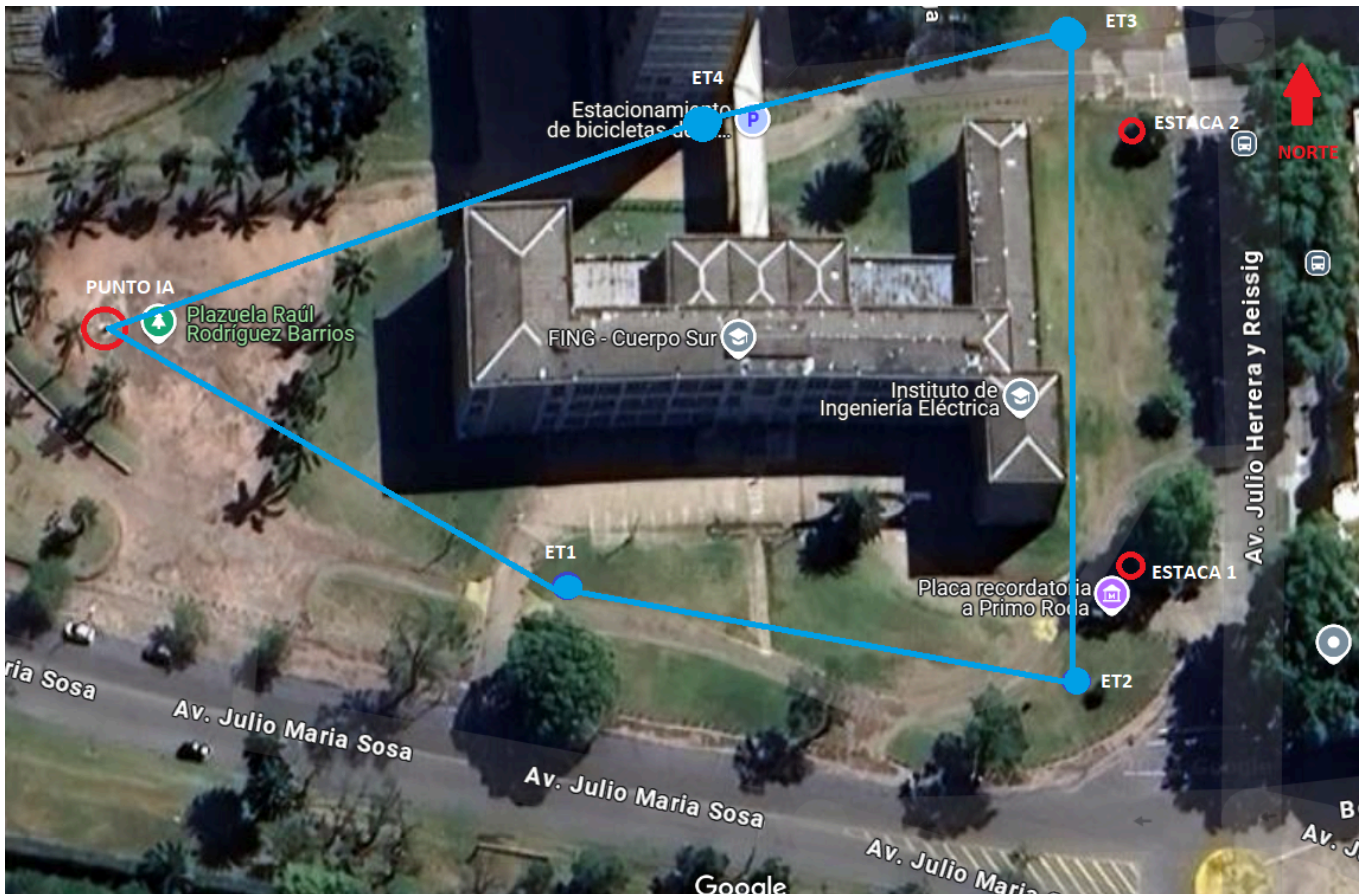


Como también vimos en la materia topografía planimétrica, es un **dispositivo** que combina un teodolito (para medir ángulos) y un distanciómetro (para medir distancias). Permite realizar mediciones precisas y es ampliamente utilizado en trabajos de topografía y geodesia.

- Trípode: Soporte que mantiene la estación total estable durante las mediciones.
- Bastón y Prisma: Utilizados como puntos de referencia para las mediciones.
- Cinta métrica

Metodología y Resultados:

La metodología utilizada en este relevamiento altimétrico se basa en la aplicación práctica de la nivelación trigonométrica, empleando una estación total y realizando una circuito para medir las diferencias de altura entre el punto fijo IA teniendo dos puntos fijos materializados en el siguiente circuito cerrado.



Instalación de la Estación Total:

- Se estableció un sistema de coordenadas arbitrario, alineando el eje Norte paralelo a la calle Julio Herrera y Reissig. Lo cual facilita la obtención de coordenadas planimétricas precisas.

Punto 1 = (200,100,10)

- Se colocó la estación total en el primer punto fijo (ET1) y se niveló utilizando el nivel esférico.
- Se midió la altura del instrumento (h_i) desde el nivel del trípode hasta la línea de colimación y se ingresó en la estación total.
- Se dirigió la estación total al prisma colocado en el punto ET2 y medimos, anotando las coordenadas (x,y,z). Es importante resaltar que el instrumento nos brinda la información: Distancia inclinada (d_i), distancia horizontal (d_h), Ángulo vertical (V) y Altura de mira h_m del prisma en el punto ET2.

Si bien el objetivo de la práctica no es que se realice el cálculo manual utilizando la fórmula teórica, sabemos que el equipo realiza dichas operaciones matemáticas.

- Se repitió el procedimiento de instalación y medición en el punto ET2 hacia el punto ET3, registrando los mismos parámetros así hasta que finalmente se cerró el circuito midiendo desde el último punto (ET4) al IA.
- Una vez completadas todas las mediciones, se realizó el cierre de poligonal, para lo cual se calcularon las diferencias de altura de la nivelación trigonométrica.
- Se verificó el cierre de la poligonal sumando las diferencias de altura obtenidas y comparando con el margen de error aceptable. Esto permitió evaluar la precisión del relevamiento.
- Utilizamos una planilla de campo para registrar todas las mediciones y observaciones recopilados durante el relevamiento (ver anexo).

Análisis de Resultados

ID PUNTO	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN	Observación
ET1	200,000	100,000	10,000	1er Posicionamiento
IA	278,608	100,000	7,703	Medido desde ET1
ET2	139,124	140,283	11,391	medido desde ET1
ESTACA 1	142,973	154,819	10,806	Medido desde ET1
ET1"	200,006	99,996	10,008	Medido desde ET2
ESTACA 1"	142,966	154,814	10,806	Medido desde ET2
ESTACA 2	180,149	210,750	7,958	Medido desde ET2
ET3	190,845	215,150	7,764	Medido desde ET2
ET2"	139,125	140,282	11,391	Medido desde ET3
ESTACA 2""	180,147	210,747	7,959	Medido desde ET3
ET4	226,886	169,209	8,491	Medido desde ET3
ET3"	190,848	215,153	7,764	Medido desde ET4
IAFIN1	278,604	99,999	7,700	Medido desde ET4

- Se realizaron los cálculos necesarios para determinar las diferencias de altura entre los puntos IA-ET1, ET1-ET2, ET2-ET3, ET4-IA

PUNTOS	DESNIVEL
IA-ET1	-2,297
ET1-ET2	-1,391
ET2-ET3	3,627
ET3-ET4	-0,727
ET4-IA	0,791
Suma	0,003

- También calculamos la diferencia de nivel entre las estacas y las estaciones.

			ESTACA 1
ET1-ESTACA 1	-0,806	Cota según ET1	22,432
ET2-ESTACA 1	0,585	Cota según ET2	22,432

			ESTACA 2
ET2-ESTACA 2	3,433	Cota según ET2	19,584
ET3-ESTACA 2	-0,194	Cota según ET3	19,584



Conclusiones:

- **Precisión en el Cierre de la Poligonal:** Los resultados obtenidos en el cierre de la poligonal presentan una mínima diferencia de **0.003 m**, lo cual demuestra un alto grado de precisión en la metodología aplicada. Este resultado confirma la efectividad de la nivelación cerrada para detectar variaciones en elevación con un margen de error aceptable.
- **Validación de los Métodos Aplicados:** Las cotas obtenidas de los puntos fijos (estacas) fueron consistentes con los valores establecidos en ejercicios previos (como en el Práctico 3), lo que valida la consistencia y confiabilidad de las técnicas empleadas. Esto subraya que el enfoque metodológico aplicado es adecuado para mantener la uniformidad en las mediciones topográficas, destacando la importancia de utilizar una estación total calibrada y métodos de instalación estandarizados.
- **Aplicación de la Nivelación Trigonométrica:** La práctica destacó la utilidad de la estación total para nivelación trigonométrica en terrenos complejos, en los que la precisión de los datos altimétricos depende del manejo adecuado de los ángulos y distancias.
- **Aprendizaje y Familiarización con la Estación Total:** El uso de la estación total permitió familiarizarse con la medición de ángulos y distancias. La práctica de instalación y calibración también refuerza la importancia de estos procedimientos para evitar errores sistemáticos en las mediciones.
- **Importancia del Sistema de Coordenadas Arbitrario:** La elección de un sistema de coordenadas arbitrario, alineando el eje Norte paralelo a una calle específica, facilitó la obtención de coordenadas planimétricas y simplificó el proceso de cálculo. Este enfoque muestra la importancia de una correcta configuración inicial en la planificación de un levantamiento, lo que garantiza mediciones más coherentes y precisas.

Anexo:



Punto	X	Y	Z
ET 1	200,000	100,000	10,000
IA	278,608	100,000	7,703
ET 2	139,124	140,283	11,391
Estaca 1	142,973	154,819	10,806
ET 1	200,006	99,996	10,008
Estaca 1	142,966	154,814	10,806
Estaca 2	180,149	210,750	7,958
ET 3	190,845	215,150	7,764
ET 2	139,125	140,282	11,391
Estaca 2	180,147	210,747	7,959
ET 4	226,886	169,209	8,491
ET 3	190,848	215,153	7,764
IA	278,604	99,999	7,700

Bibliografía

- Apuntes de Topografía Planimetría y Topografía Altimétrica
- Material de Apoyo de Topografía Planimétrica y Topografía Altimétrica
- Informes de Topografía Planimétrica y Altimétrica elaborados por los mismos participantes de este equipo.
- Topografía - Leandro Casanova
- Topografía: Fundamentos y Aplicaciones - Jesús Manuel López Fernández. (2018).
- Manual de Topografía - Rafael Fernández. (2021).
- Principios de Topografía - José Luis Rodríguez y Francisco A. Gómez. (2019).