

# Práctica de Campo N°3

## (NIVELACIÓN CERRADA)



---

Facultad de Ingeniería - Instituto de Agrimensura  
Topografía Altimétrica

**Estudiantes:** Maria José Bentancor  
Marco Cornelius  
Franco Pollini  
Thais Rodriguez  
Juliana Silva  
Martín De Souza

## **ÍNDICE:**

<b>OBJETIVOS:</b>	<b>3</b>
<b>MARCO TEÓRICO:</b>	<b>4</b>
Nivelación geométrica compuesta:	4
Nivelación cerrada:	5
Nivelación Simultánea:	5
<b>METODOLOGÍA E INSTRUMENTAL:</b>	<b>6</b>
PROCEDIMIENTO:	7
<b>CÁLCULOS REALIZADOS:</b>	<b>8</b>
<b>LIBRETA DE CAMPO:</b>	<b>9</b>
<b>CONCLUSIONES:</b>	<b>9</b>

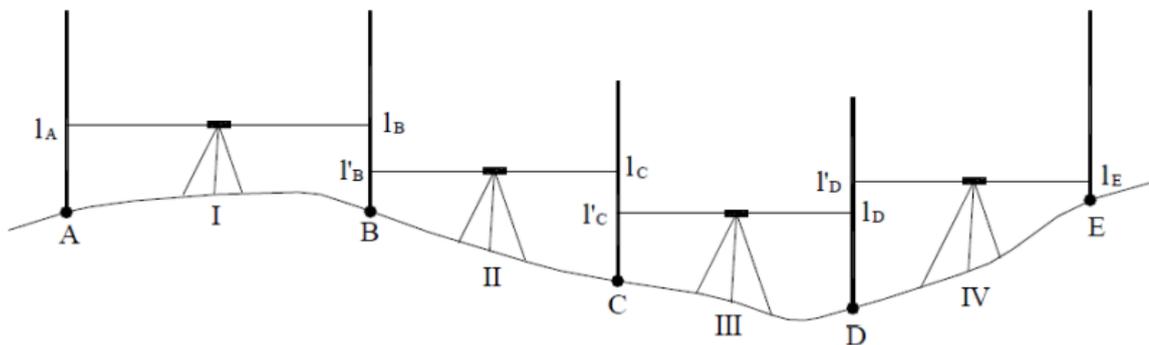
## **OBJETIVOS**

- Se busca introducir al estudiante, de manera práctica, en los procedimientos de relevamiento altimétricos con la utilización de niveles ópticos.

## MARCO TEÓRICO

### Nivelación geométrica compuesta

Cuando la distancia entre los puntos cuyo desnivel se quiere hallar, o no son visibles entre sí, o bien su diferencia de nivel es mayor que la que puede salvarse con una sola estación, es necesario recurrir al método de nivelación geométrica compuesta o itinerario altimétrico, tomando una serie de puntos intermedios llamados puntos de cambio.



Sean A y E los puntos del terreno cuyo desnivel se quiere hallar, siendo imposible realizarlo desde una sola estación del instrumento. Para ello se hace necesario entonces efectuar una serie de estaciones en puntos intermedios, I, II, III..., hallando luego los desniveles parciales en cada una de ellas mediante el método del punto medio.

En efecto, con el instrumento estacionado en I se hace la lectura  $l_A$  en la mira colocada sobre A y luego la lectura  $l_B$  en la mira en B. Se levanta el instrumento y se traslada a II, haciendo a continuación una nueva lectura  $l'_B$  sobre la mira que permanece colocada en B, se gira el instrumento y se lee ahora  $l_C$ . Se traslada el instrumento a III y se repite la operación hasta llegar al punto final E.

El desnivel entre A y E será la suma de los desniveles parciales de cada tramo:

$$\Delta H_{AB} = l_A - l_B$$

$$\Delta H_{BC} = l'_B - l_C$$

$$\Delta H_{CD} = l'_C - l_D$$

$$\Delta H_{DE} = l'_D - l_E$$

$$\Sigma \Delta H = [(l_A - l_B) + (l'_B - l_C) + (l'_C - l_D) + (l'_D - l_E)]$$

$$\text{o también } \Sigma \Delta H = [(l_A + l'_B + l'_C + l'_D) - (l_B + l_C + l_D + l_E)]$$

Ahora bien, si tenemos en cuenta el sentido de avance en el recorrido vemos que las lecturas IA, l'B, l'C y l'D son las que quedan a la espalda (o atrás) del instrumento, por lo que se las denomina precisamente lecturas atrás. Análogamente, IB, IC, ID y IE son las lecturas hacia el frente o delante, llamándoles obviamente, lecturas adelante.

$$\Delta H_{AE} = \Sigma(\text{lecturas atrás}) - \Sigma(\text{lecturas adelante})$$

### **Nivelación cerrada**

Si se parte de un punto y luego de efectuado un cierto itinerario se concluye en el mismo punto (nivelación cerrada), la diferencia de nivel será cero, por lo que la suma de las lecturas atrás será igual a la suma de las lecturas adelante.

Esto es de suma importancia pues nos permite tener un control de la nivelación. Seguramente la diferencia entre ambas sumatorias no será nula. El valor obtenido será un indicador de la calidad del trabajo, determinando si el mismo cumple con las exigencias establecidas.

### **Nivelación Simultánea**

Consiste en realizar la nivelación por tramo con 2 niveles, para esto es necesario contar con otro operador y con otro nivel.

Se tendrán 2 desniveles, uno por cada instrumental.

Tiene el inconveniente de que, al no mover las miras en ambas observaciones, cualquier error en la colocación de éstas o en su verticalidad, van a incidir por igual en las dos nivelaciones.

### **Tolerancia**

Para todo tipo de nivelación existen errores asociados, como ya se ha mencionado anteriormente para reducirlos y/o eliminarlos es que se estaciona de manera equidistante, pero también existe un error en el cierre, y para ello una tolerancia, esta también va a depender del nivel de exigencia del trabajo solicitado, la tolerancia en nivelación cerrada se refiere a la precisión aceptable en las mediciones de altura cuando se realiza una nivelación que forma un lazo cerrado, es decir, se regresa al

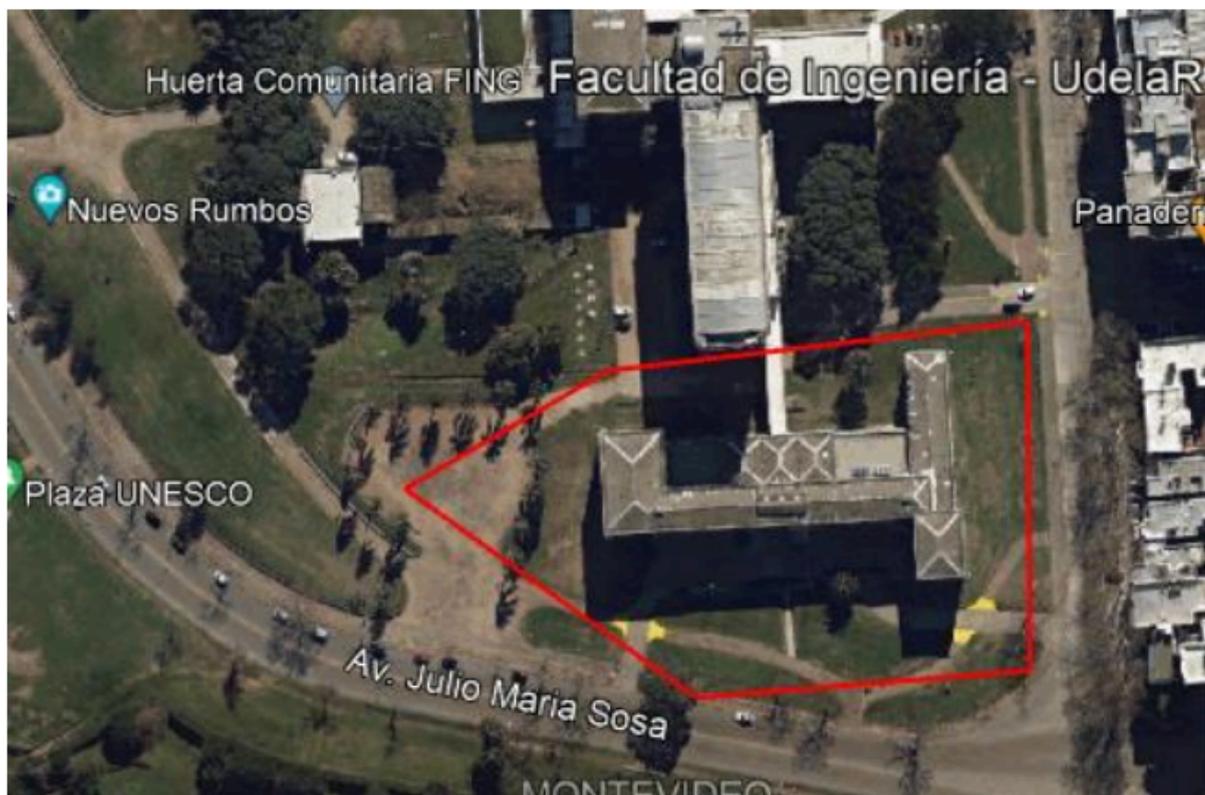
punto de inicio después de haber medido en varios puntos intermedios. La correcta tolerancia es crucial para asegurar la fiabilidad de los datos obtenidos y evitar errores significativos.

Para conocer dicha tolerancia en nivelación cerrada generalmente se basan en la longitud total del recorrido y el tipo de trabajo que se está realizando. Existen diferentes criterios, pero una regla común es:  $Tolerancia = 0.002 \times \sqrt{k}$ , donde  $k$  es la cantidad de puntos de cambio.

## METODOLOGÍA E INSTRUMENTAL

### TAREA

Se le solicita al estudiante, realizar una nivelación geométrica compuesta simultánea en el circuito cerrado de la imagen. Uno de los puntos deberá ser el punto fijo de la Intendencia de Montevideo ubicado en las proximidades de la Facultad de Ingeniería



- Nivel óptico (N8 y )
- Trípode (Madera)
- Mira (Telescópica de aluminio)
- Niveleta (De mano)
- Cinta métrica (Fibra de vidrio de 50m)
- Galápagos



## PROCEDIMIENTO

Como una primera instancia se marcó cuatro puntos fijos para llevar a cabo la nivelación, con el propósito de establecer tramos, que permita retomar el trabajo en caso de cualquier inconveniente sin necesidad de repetir la práctica desde el principio.

La nivelación comienza en el Punto de la IM con cota conocida, calculada en práctica 2, recorriendo un caminamiento horario en nuestro caso, incluyendo los puntos fijos distribuidos de manera que rodeaba el edificio del ala Sur de la Facultad de Ingeniería, cada tramo fue midiendo de manera simultánea con niveles ópticos, para tener menos error ya que al recorrer el terreno se noto gran desnivel en algunas zonas se trato de no superar los 20 metros aproximadamente.

Una vez finalizada la misma se obtuvieron los siguientes datos.

## CÁLCULOS REALIZADOS

Trabajo: PRÁCTICO 3		INICIO: 8:08			FIN: 9:41		Fecha: 9/9/2024		
Punto	DH parcial	Lecturas de Miras			DH parcial	Lecturas de Miras			Observaciones
		Atrás	Intermedia	Adelante		Atrás	Intermedia	Adelante	
1	-0,470	1,552	-	-	-0,470	1,512	-	-	
2	0,600	1,868	-	2,022	0,600	1,868	-	1,982	
3	0,566	1,702	-	1,268	0,566	1,692	-	1,268	
4	-0,516	1,219	-	1,136	-0,517	1,252	-	1,126	
5	1,285	2,009	-	1,735	1,285	2,085	-	1,769	
6	1,125	2,017	-	0,724	1,123	2,061	-	0,800	
7	0,527	1,324	-	0,892	0,529	1,388	-	0,938	
8	0,026	0,949	-	0,797	0,025	0,925	-	0,859	
9	-0,529	1,378	-	0,923	-0,530	1,354	-	0,900	
10	0,174	0,974	-	1,907	0,173	0,832	-	1,884	
11	-1,307	0,800	-	0,800	-1,309	0,659	-	0,659	
12	-1,156	0,875	-	2,107	-1,158	0,902	-	1,968	
13	-0,321	1,402	-	2,031	-0,321	1,369	-	2,060	
14		-	-	1,723		-	-	1,690	
DH TOTAL	0,004				-0,004	DH TOTAL			

Una vez transcrito los datos obtenidos en campo, se realizan los cálculos correspondientes que consisten en calcular el  $\Delta H$  total, como se mencionó en marco teórico esta se calcula mediante la fórmula:

$$\Delta H = \Sigma(\text{lectura atrás}) - \Sigma(\text{lectura adelante})$$

Entonces:

$$\Delta H = 0.004 \text{ m}$$

Ahora debemos calcular la tolerancia de la misma para luego comparar resultados. Como se mencionó también anteriormente la tolerancia se calcula a través de la siguiente fórmula:

$$\text{Tolerancia} = 0.002 \times \sqrt{k}$$

En este caso se realizaron 13 puntos de cambio en su totalidad, por lo tanto tendremos una tolerancia de:

$$T = 0.002 \times \sqrt{13} = 0.007 \text{ m.}$$

## LIBRETA DE CAMPO

08.08 0951

Trabajo: MARCO					Operador: THAS					Fecha:		
Punto	$\Delta H$ parcial	Lecturas de Miras			Plano $\Delta H$ Colimador	COTA	$\Delta H$ parcial	Lecturas de Miras			Plano $\Delta H$ Colimador	COTA
		Atrás	Intermedia	Adelante				Atrás	Intermedia	Adelante		
1		1,552		2,117			1	1,512		2,117		
2		1,868		2,077	-0,497		2	1,868		1,982	-0,497	
3		1,702		1,268	0,6		3	1,672		1,268	0,6	
4		1,219		1,736	0,566		4	1,252		1,726	0,566	
5		2,009		1,735	-0,516		5	2,085		1,769	-0,517	
6		2,077		0,724	1,285		6	2,061		0,800	1,285	
7		1,324		0,892	1,175		7	1,388		0,738	1,173	
8		0,449		0,797	0,527		8	0,925		0,857	0,527	
9		1,328		0,923	0,026		9	1,354		0,900	0,025	
10		0,974		1,907	-0,529		10	0,832		1,804	-0,53	
11		0,800		0,800	0,774		11	0,659		0,651	0,773	
12		0,835		2,107	-1,307		12	0,902		1,968	-1,309	
13		1,502		2,037	-1,756		13	1,369		2,060	-1,758	
14				1,723	-0,327		14			1,610	-0,327	

## CONCLUSIONES

Las tolerancias en la nivelación cerrada son fundamentales para garantizar la calidad y precisión de las mediciones. La nivelación realizada con una discrepancia de 0.004 metros se encuentra dentro de la tolerancia aceptable de 0.007 metros. Esto indica que el proceso de medición fue preciso y que los errores acumulados no superan el límite permitido. La diferencia observada es menor que la tolerancia establecida, lo que respalda la fiabilidad de los datos obtenidos y asegura que las alturas de los puntos medidos son consistentes.

Este resultado sugiere que se pueden considerar válidas las mediciones realizadas para su aplicación en trabajos con dicha tolerancia. Sin embargo, es recomendable mantener un control riguroso sobre las condiciones de medición y los instrumentos utilizados, así como realizar un análisis regular de las tolerancias en futuras mediciones para asegurar la calidad de los resultados.

Dado que el error real es inferior al error permisible, no fue necesario realizar ajustes adicionales a las lecturas tomadas. En la segunda ejecución de la práctica, la decisión de emplear tramos más cortos fue fundamental para mejorar la precisión de las mediciones. Este enfoque permitió reducir significativamente el error de cierre, lo que demuestra que, en situaciones donde existen zonas con mayor desnivel se requieren tramos de menor distancia y así asegurar una mayor exactitud, los tramos más reducidos son una técnica eficaz para controlar y minimizar el margen de error. Esto no solo contribuyó a obtener resultados más precisos, sino que también permitió cumplir con las exigencias de manera más eficiente como también la coordinación entre los operadores y la correcta ejecución de las lecturas simultáneas contribuyeron significativamente a reducir el margen de error, ya que estos pueden ser unos de los errores más comunes, al anotar la lectura en la planilla, es por ello que se recomienda que los operarios sean los mismos en cada lugar durante toda la nivelación.

Otro aspecto a destacar es que no se utilizaron más de dos tramos de la regla lo que implica no medir más de los 2.5 metros, haciendo que la regla tenga menos movimiento y el operario pueda tener menos error a la hora de estimar, como también nos ayudó el clima ya que el día de realizar la tarea no se presentó ventoso, motivo que ayuda a sumar complicaciones a la tarea.