

# PRÁCTICA DE CAMPO 2



## Estudiantes:

- Joaquín Casares
- Valentín Gonzalez
- Franco Martinez
- Edgar Agustín Reyna
- Marco Cornelius

**Asignatura:** Topografía Planimétrica.

**Docentes:** Ing. Agrim. Martín Wainstein. - Ing. Agrim. Magali Martínez.

Ing. Agrim. Gabriel Barreiro - Ing. Agrim. Rodolfo Méndez

**Período:** 1º Semestre del 2024.

**Lugar:** Facultad de Ingeniería (Udelar), Montevideo, Uruguay.

---

# Objetivos

---

El objetivo del trabajo de topografía es introducirse en los aspectos prácticos de la medición indirecta de distancias, complementando los conocimientos teóricos adquiridos en la Unidad Curricular. También se busca acercarse al uso del instrumental topográfico óptico, con su manipulación y las operaciones técnicas necesarias para realizar relevamientos básicos. Específicamente, se utilizará un equialtímetro (llamado cotidianamente nivel óptico) con el fin de obtener medidas indirectas de distancias. Este ejercicio tiene como finalidad reforzar la comprensión de los conceptos teóricos mediante su aplicación práctica.

1. La distancia topográfica entre el pilar de ladrillo del ala sur y la intersección entre la entrada vehicular y la entrada peatonal del estacionamiento del ala sur.
2. El perímetro exterior del edificio del ala sur de la facultad.

---

# Marco Teórico

---

## **Relevamiento topográfico y modelo teórico**

En esencia, independientemente de su finalidad o de las metodologías aplicadas, un relevamiento topográfico constituye la medición de distancias y ángulos con el objetivo de posicionar puntos sobre la superficie de la Tierra. Aplicado a este caso, nos interesará determinar la posición relativa de puntos respecto a otros para hallar la distancia comprendida entre ellos.

Enfrentarse a la realidad, con la intención de medir e interpretar objetos dentro de ella, demanda previamente establecer un modelo teórico que la simplifique, abstrayendo únicamente la información relevante para el cometido. En el caso de la topografía, dicho modelo consta de establecer una superficie de referencia plana y horizontal sobre la cual proyectar verticalmente los puntos de interés, para así estudiar la relación entre sus proyecciones. En sí, este modelo desprecia la curvatura de la superficie terrestre y la modela como plana. Sin embargo, pese a no ser esto físicamente correcto, el error que genera esta suposición suele ser suficientemente pequeño como para no interferir con el objetivo, además de proveer una simplificación teórica considerable. A menor dimensión del área de estudio menor será el error asociado a modelar a la Tierra como plana. Como referencia, en una distancia

topográfica de 10km el error asociado al modelo plano está en torno al milímetro. En particular, en el caso de este relevamiento (así como en los demás del curso) nos enfrentaremos a errores superiores provenientes de otras fuentes, por lo que concluimos que resulta un modelo satisfactorio.

### **Distancias**

Una vez definido el modelo teórico, el relevamiento prosigue con la recabación de los datos, en este caso consiste en medir distancias. En el ámbito de la topografía existen distintas distancias a las que nos enfrentamos en la práctica, estas son la distancia: inclinada, natural, vertical y topográfica.

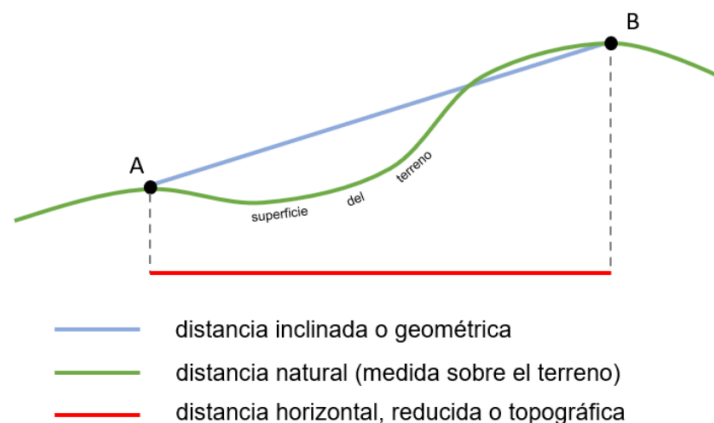
Se conoce como distancia inclinada, también llamada geométrica, a aquella que considera la elevación de cada punto, une a un punto con otro mediante una recta, por lo que resulta la menor distancia posible.

La distancia horizontal, también llamada distancia topográfica o reducida, corresponde a la proyección sobre un plano horizontal de la distancia inclinada.

La distancia natural corresponde a la proyección de la distancia inclinada sobre el relieve del terreno.

La distancia vertical es aquella que se mide entre dos puntos del espacio, en la dirección de la plomada o vertical del lugar.

En el caso del presente relevamiento trabajaremos principalmente con la distancia topográfica u horizontal.



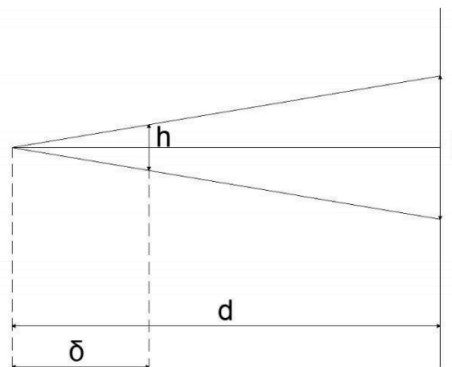
### MEDICIÓN INDIRECTA DE DISTANCIAS

Se dice que una distancia es medida de manera Indirecta, cuando no se recorre efectivamente el intervalo entre los extremos a medir, y que su medida proviene de un cálculo matemático.

**El Estadímetro, Nivel topográfico o Equialtimetro**, es un instrumento topográfico, que permite determinar el desnivel entre dos puntos mediante visuales horizontales dirigidas a miras verticales. En su forma más elemental, está constituido por un nivel tubular adosado a un anteojo astronómico, de forma tal que el eje de colimación de éste, sea paralelo al eje del nivel tubular. Este instrumento va montado sobre un trípode mediante un tornillo ad-hoc y gira alrededor de un eje de rotación.

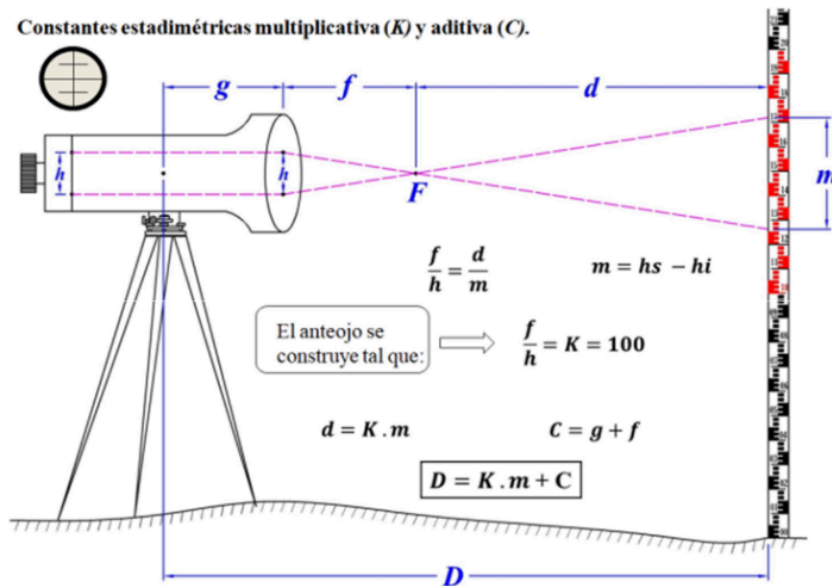
**Medición de distancias con estadímetro.** Es un procedimiento que se utiliza para determinar la distancia entre dos puntos de forma indirecta, es un método rápido y que no requiere recorrer la distancia sobre el terreno. La precisión con la que se determina la distancia es del orden del decímetro ( $\pm 0,1$  m). Supongamos una regla vertical observada a través de dos listones horizontales. Se tiene que

$$\frac{l}{h} = \frac{d}{\delta}$$



Se define la distancia,  $d$ , entre el punto de estación y la regla mediante la determinación de los parámetros  $l, h, \delta$

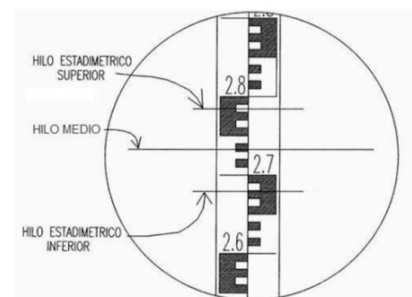
Considerando  $d$  y  $h$  constantes, tenemos que  $d = ml = K.l$ . Definiendo  $K$  como constante diastimométrica, que multiplicada variable  $l$ , proporciona el valor de la distancia  $d$ .



- $f$ : distancia focal.
- $F$ : foco del lente (o sistema de lentes) objetivo.
- $g$ : distancia entre el centro geométrico del anteojo y el centro óptico del objetivo.
- $h$ : separación entre los hilos superior e inferior.
- $d$ : distancia entre el foco del
- $m$ : diferencia entre el hilo superior y el inferior.
- $D$ : distancia entre el eje de giro del nivel de anteojo y la mira

### Retículo estadimétrico.

El retículo presenta un hilo superior y otro inferior, como se puede observar en la figura, colocados simétricamente respecto al hilo medio. Los hilos superior e inferior tienen como principal función la medición indirecta de distancias. Pero también cumplen un rol fundamental en el control de las lecturas del hilo medio. La lectura de hilo medio debe ser igual al promedio de los hilos superior e inferior, admitiendo como máxima una diferencia de 1 mm. El promedio se



utiliza solo como control, el valor correspondiente al hilo medio es el de la lectura realizada.

### Procedimiento para la medición:

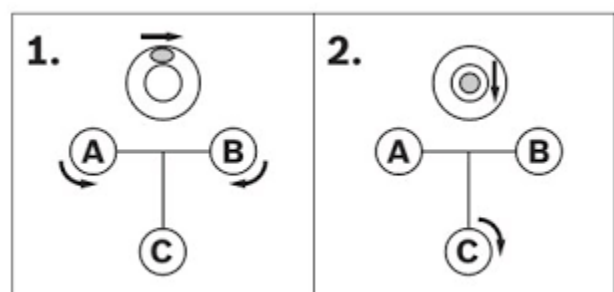
Se toman las lecturas de los tres hilos y se realiza el control de lectura, verificando la igualdad del hilo medio con el promedio de los otros dos hilos. Se verifica de este modo que no hay errores de lectura.

Se calcula la diferencia entre las lecturas del hilo superior y del hilo inferior del retículo del anteojo. Luego, la diferencia entre ellos multiplicada por una constante K del instrumento da como resultado la distancia entre el instrumento y la mira.

Esta constante multiplicativa puede variar según el modelo de nivel, pero en general su valor es de 100, en algunos pocos casos se utilizaron valores de 50 o 200. En los niveles más antiguos debe tenerse en cuenta además una constante aditiva C, en los aparatos modernos éste valor es cero. Los valores de la constante multiplicativa K y de la constante aditiva C dependen de la construcción del anteojo del nivel.

### Procedimiento para estacionar:

- 1) Coloque el instrumento sobre la estación tratando que la base del trípode esté lo más nivelada posible. Debe tenerse cuidado de extender las patas del trípode hasta una altura conveniente para que el proceso de medición se haga en forma cómoda y rápida.
- 2) Fije una de las patas del trípode firmemente al terreno y levantando las otras dos.
- 3) Fije las patas del trípode firmemente al terreno.
- 4) Deslizando las patas extensibles del trípode, centre la burbuja del nivel esférico de la base del nivel.
- 5) Con los tornillos nivelantes, vuelva a centrar la burbuja del nivel esférico.



### Base Nivelante

La base nivelante, es la parte fija de los instrumentos topográficos, en ella se encuentra el nivel esférico y los tornillos nivelante o calantes. Los tornillos calantes, se utilizan para “calar” la burbuja del nivel



esférico, es decir que, con la ayuda de estos, se busca que la base nivelante se encuentre de manera horizontal. Son unos tornillos con rosca, dispuestos de tal manera que sus centros forman un triángulo equilátero, y el centroide de dicho triángulo debe coincidir con el eje principal.

### Nivel esférico

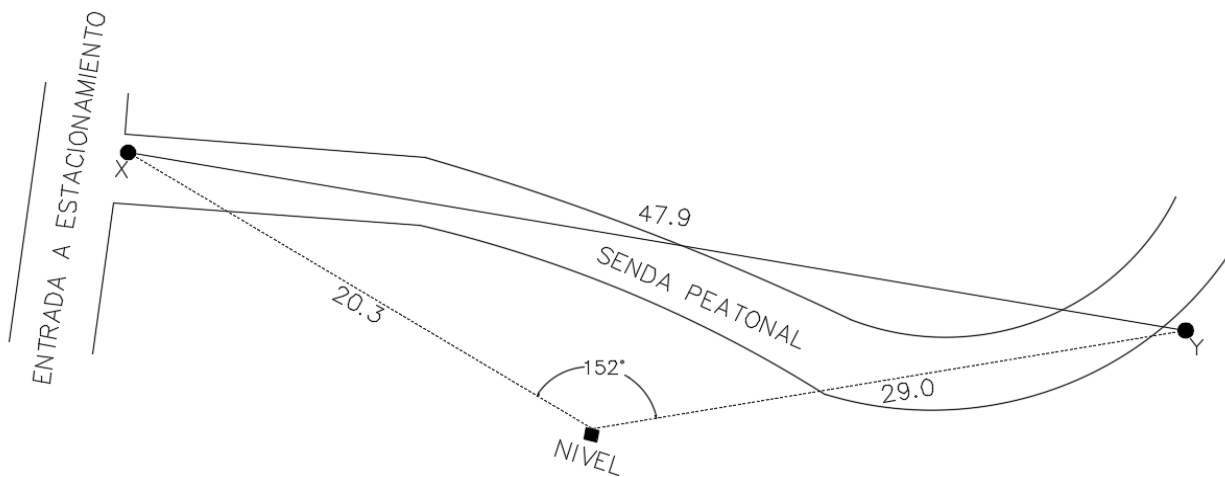
Están basados en la propiedad del equilibrio de los líquidos y gases, con la diferencia que, en estos niveles, la ampolla tórica se sustituye por una cápsula semiesférica, donde la burbuja ocupará el punto más alto de ella. Se cierra superiormente por una tapa de cristal, sobre ella, en su parte externa, hay señalados varios círculos concéntricos que sirven para facilitar el centrado de la burbuja, que es de forma circular, y que tiene lugar cuando su centro coincide con el de los círculos; en ese momento el plano tangente en el centro del nivel es horizontal.



# Tarea 1

La tarea uno tenía como objetivo medir la distancia entre los mismos puntos topográficos que tomamos en el práctico 1, aquellos puntos desde la entrada del estacionamiento en el ala sur de la Facultad hasta el pilar de ladrillo. Para esta tarea, desarrollamos dos casos.

Primer caso:



Observaciones	LS	LM	LI	Distancia Nivel - Pto.	Ángulo K	Ángulo XY	Distancia XY
X	1.223	1.123	1.020	20.3	86°	152°	47.9
Y	1.736	1.590	1.446	29.0	238°		

En el primer caso situamos el nivel óptico en una posición la cual pudiéramos visar ambos puntos (X, Y). A partir de la metodología descrita en el marco teórico, obtendremos las distancias tomando la medida del hilo superior y la del hilo inferior, las restamos, luego multiplicamos por 100 (K). Se realiza un promedio entre ambos valores de los hilos superior e inferior.

Para hallar la distancia X-Y la obtuvimos midiendo el ángulo X-Nivel-Y (152°), y con las distancias entre el nivel y los puntos, utilizando el teorema del coseno.

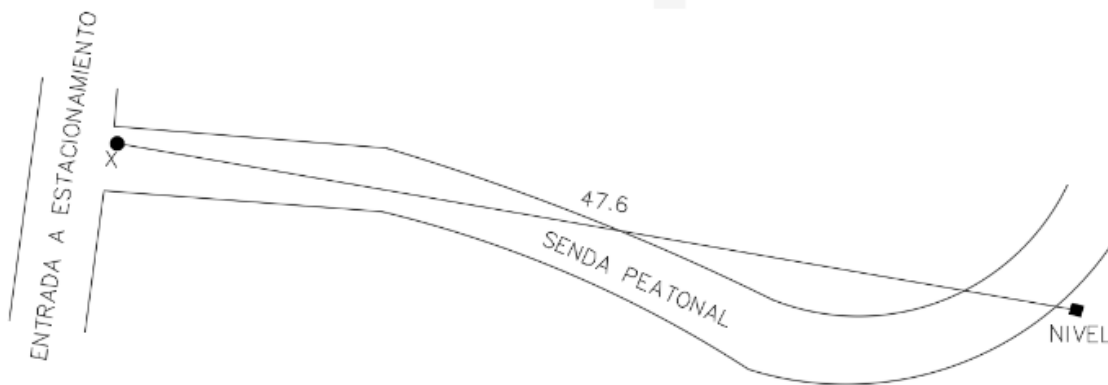


$$dXY^2 = 20.3^2 + 29.0^2 - 2 \times 20.3 \times 29.0 \times \cos(152)$$

$$dXY = 47.9$$

Segundo caso:

Observaciones	LS	LM	LI	Ángulo	Distancia
Nivel - X	1.316	1.076	0.840	0°	47.6



En el segundo caso, posicionamos el nivel óptico en el punto anteriormente llamado Y, para medir directamente hacia el punto X. Tuvimos que improvisar una plomada porque no contábamos con una. Al hacer una medición tomando un solo punto evitamos utilizar el teorema del coseno para calcular la distancia entre puntos. Realizando una cantidad menor de cálculos podemos evitar una propagación de errores/incertidumbres mayor.

A su vez, tenemos como antecedente el dato del informe "Práctica de Campo - 1" basada exclusivamente en la medición con cinta métrica, que la distancia X-Y obtuvimos un valor de 47.30 metros.

Podemos ver que en el primer caso, al tener que medir un ángulo y utilizar el teorema del coseno, tenemos una acumulación mayor de errores comparado al segundo caso en el que no precisamos medir ángulo.

---

## Tarea 2

---

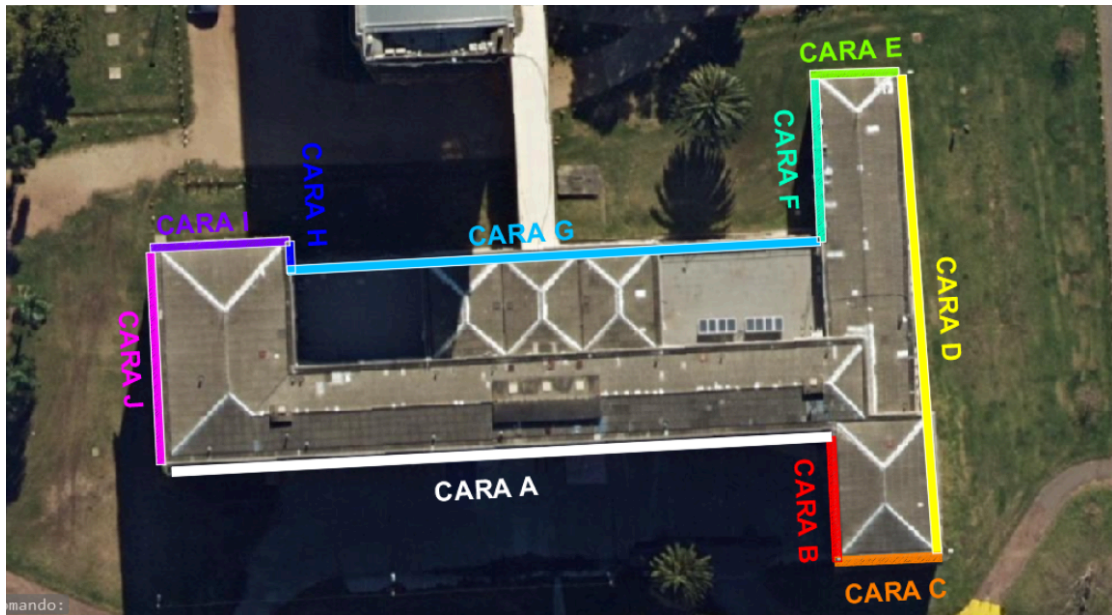
La tarea dos consistía en medir el perímetro del ala sur del edificio central de la facultad de ingeniería.

Durante el desarrollo de la actividad de relevamiento del perímetro del ala sur de la Facultad de Ingeniería, empleamos un nivel óptico como instrumento principal.

Medimos la distancia tomando la medida del hilo superior y la del hilo inferior las restamos, luego lo multiplicamos por K que en este caso era de 100, para tener una mayor tranquilidad la igualdad del hilo medio con el promedio de los otros dos hilos.

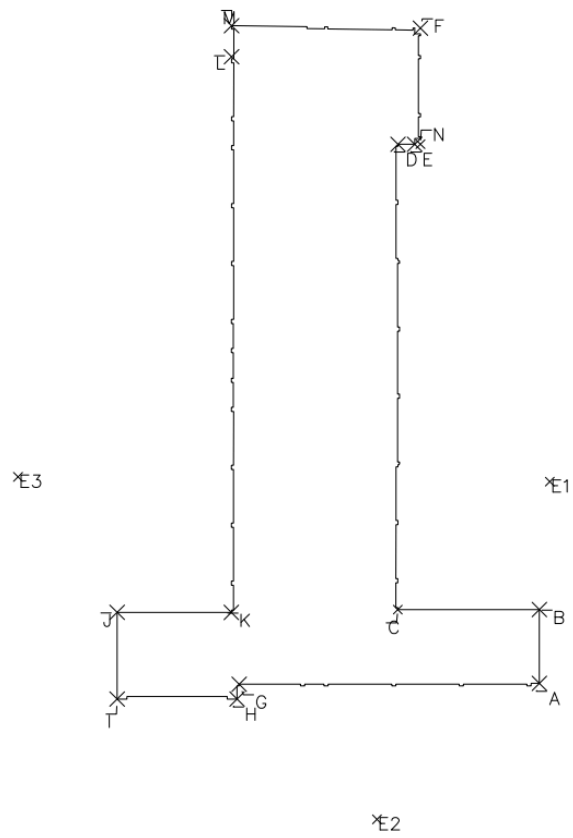
Para la medición de los ángulos utilizamos el limbo del nivel, el cual tiene una apreciación de 1 grado sexagesimal. Cada vez que estacionamos el nivel, fijamos el ángulo de referencia ( $0^\circ$ ) en un punto y medimos el resto de los ángulos a partir de éste.

Teniendo estas medidas, calculamos las distancias entre los puntos utilizando el teorema del coseno.



mando:

⌘4



E1						
Observación	LS	LM	LI	Verificación	Ángulo	Distancia a E1
A	1,603	1,479	1,360	0,002	48°	24,3
B	1,580	1,500	1,420	0,000	46°	16,0
C	1,820	1,700	1,573	-0,003	0°	24,7
D	1,986	1,756	1,536	0,005	108°	45,0
E	1,689	1,463	1,233	-0,002	111°	45,6

RESULTADOS E1	
Tramo	Distancia
AB	8,3 m
BC	17,8 m
CD	57,6 m
DE	2,4 m

E2						
Observación	LS	LM	LI	Verificación	Ángulo	Distancia a E2
I	0,509	0,330	0,150	-0,001	116°	35,9
H	0,906	0,790	0,680	0,003	99°	22,6
G	0,960	0,840	0,720	0,000	96°	24,0
A	2,456	2,320	2,183	0,000	0°	27,3

RESULTADOS E2	
Tramo	Distancia
IH	15,7 m
HG	1,9 m

GA	38,2 m
----	--------

E3						
Observación	LS	LM	LI	Verificación	Ángulo	Distancia a E3
L	2,573	2,280	1,986	0,000	95°	58,7
K	2,406	2,246	2,086	0,000	0°	32,0
J	2,553	2,456	2,350	-0,004	21°	20,3
I	1,580	1,423	1,270	0,002	34°	31,0

RESULTADOS E3	
Tramo	Distancia
LK	69,3 m
KJ	14,9 m
JI	12,1 m

E4						
Observación	LS	LM	LI	Verificación	Ángulo	Distancia a E4
N	1,466	1,336	1,206	0,000	52°	26,0
F	1,453	1,393	1,333	0,000	44°	12,0
M	0,32	0,166	0,01	-0,001	0°	31,0

RESULTADOS E4	
Tramo	Distancia
NF	14,2
FM	23,9

**RESULTADOS - CÁLCULO DE CARAS**

---

Cara	Fórmula con tramos	Medida
A	KL + 3,9m	73,2 m
B	KJ	14,9 m
C	JI	12,1 m
D	IH + GA	53,9 m
E	AB	8,3 m
F	BC	17,8 m
G	CD	57,6 m
H	DE	2,4 m
I	NF	14,2 m
J	MF	23,9 m

Si sumamos todos las caras del edificio que se ha medido, obtenemos como resultado que el perímetro es igual a 278,3 metros.



# Conclusiones

Previamente se había realizado la medición del perímetro del edificio con cinta métrica (correspondiente al práctico 1), se utilizaron 2 criterios:

- Consideramos las protuberancias estructurales como pilares dentro del perímetro relevado y despreciamos modificaciones en el acabado de las paredes como adornos de mármol.
- Se definieron dos sentidos de medición para cada cara con la intención de procesar el perímetro según dos criterios distintos. El sentido 1 corresponde a la recta que une los extremos de la cara y el sentido 2 es también horizontal y perpendicular al anterior. Expresado de otra forma, el sentido 1 es en sentido de la cara y el sentido 2 en sentido de las protuberancias.
- El primer criterio consistía en la suma de todas las distancias parciales, tanto aquellas en el sentido 1 como 2, y contempla todas las protuberancias relevadas.
- El segundo criterio sólo considera las mediciones de distancia en el sentido 1, se corresponde con la suma de las distancias horizontales entre los extremos de cada cara.

Si comparamos los instrumentos de medición “Nivel Óptico vs Cinta Métrica”, podemos observar que el perímetro del edificio es:

Cara	Perímetro			Diferencia (Nivel Óptico/Criterio 2) Longitud (m)
	Criterio 1	Criterio 2	Nivel Óptico	
	Longitud (m)	Longitud (m)	Longitud (m)	
A	79,98	73,14	73,2 m	+ 0,06
B	14,17	14,17	14,9 m	+0,73
C	10,81	10,18	12,1 m	+1,92
D	57,01	52,39	53,9 m	-1,21
E	9,20	9,20	8,3 m	-0,90
F	18,06	17,80	17,8 m	0
G	61,75	57,75	57,6 m	-0,15

---

H	2,07	2,07	2,4 m	+0,33
I	17,39	14,48	14,2 m	-0,28
J	24,21	22,73	23,9 m	+1,13
Total	294,65	273,91	278,30	-4,39

El nivel óptico es un excelente instrumento de medición, que si bien no nos permite obtener una medición tan precisa como los resultados que se obtienen al medir directamente con cinta métrica, si nos permite medir distancias estimadas con mayor rapidez. La incertidumbre que se obtiene al medir con nivel óptico, es directamente proporcional a la distancia entre 2 puntos que se desean medir; a mayor distancia, mayor es la incertidumbre que obtendremos en la medición.

En este caso, la medición con nivel óptico en relación a la medición con cinta del criterio 1, se ajusta en un 94,45%; si consideramos el criterio 2 de medición con cinta, los resultados obtenidos con el nivel óptico se ajusta en un 101,60%.

## Bibliografía

---

- Material teórico, curso de Topografía Planimetrica: tema 3 y 4. Instituto de agrimensura. Facultad de ingeniería, Udelar.

## Anexo

---

---