XII CONGRESO NACIONAL DE AGRIMENSURA

Agrimensura, más allá del territorio

9, 10 y 11 | OCTUBRE 2019

Hotel Sheraton | Mendoza - Argentina

XII CONGRESO NACIONAL DE AGRIMENSURA
9, 10 y 11 | OCTUBRE 2019
Hotel Sheraton | Mendoza - Argentina

CALIBRACIÓN Y VERIFICACIÓN DE INSTRUMENTAL TOPOGEODÉSICO EN LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNLP.

Pablo Paús(1), José Romano(1), Gonzalo Vazquez(1), Jorge Paredi(1), Javier Bergamini(2), Roberto Aldasoro(1)

(1) Facultad de Ingeniería – UNLP

(2) Laboratorio de Óptica - Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas – UNLP

pablo.paus@ing.unlp.edu.ar

Grupo de Trabajo en Metrología

Gabinete de Instrumental Topogeodésico

Prof. Ing.

"Gabriel Jesús Gómez"

FACULTAD DE INGENIERÍA UNLP

Grupo de trabajo en Metrología del Dpto. de Agrimensura de la Facultad de Ingeniería (UNLP).

LOCE - Laboratorio de Óptica Calibraciones y Ensayos de la Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas (UNLP).

17025:2017 Requisitos generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración ISO/IEC

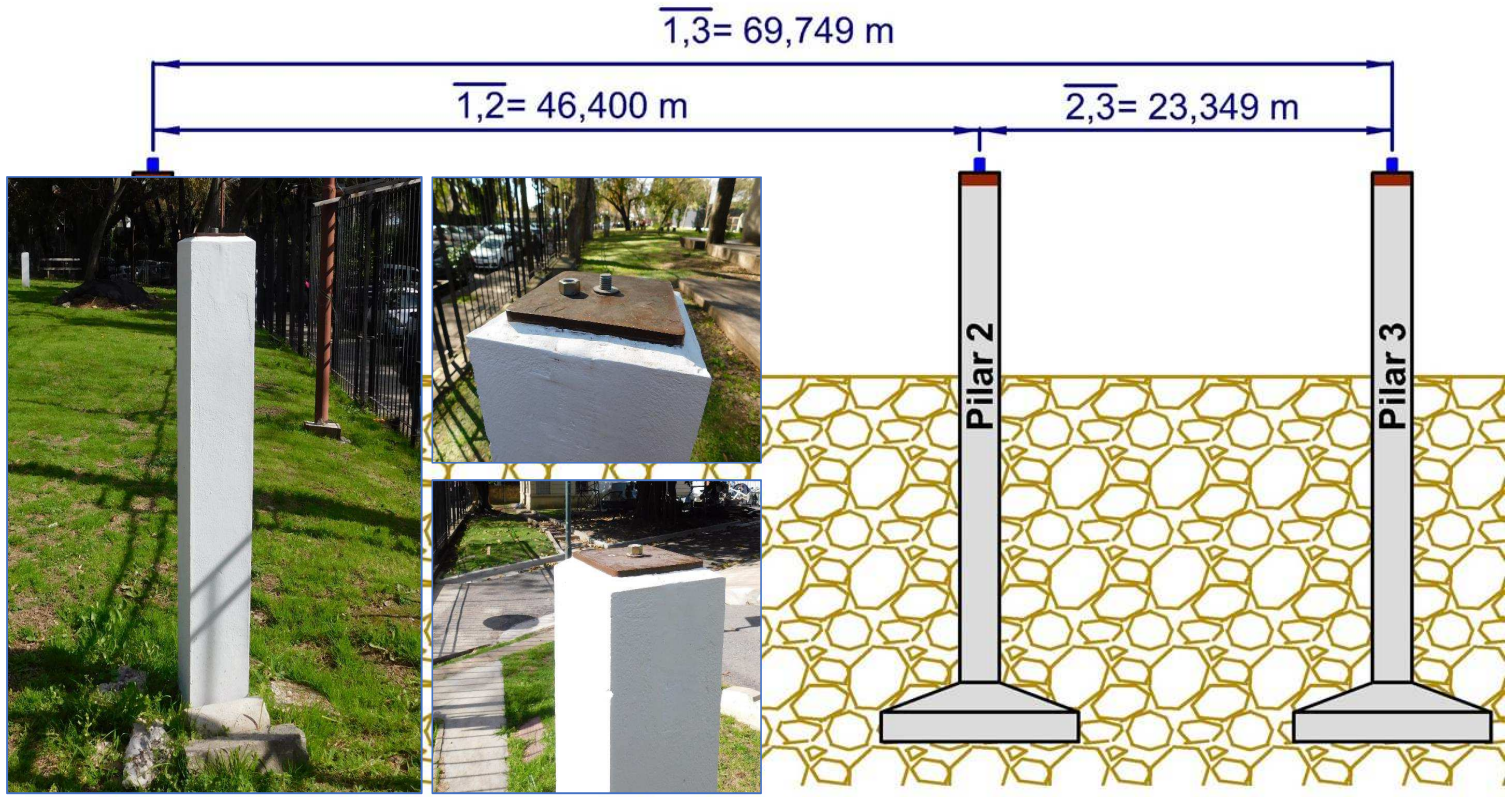
- ❑ Calibración de Instrumental MED (Medición Electro-óptica de Distancias). Norma ISO 17.123-4:2001
- ❑ Verificación de Estaciones Totales. Norma ISO 17.123-5:2018
- ❑ Verificación de Niveles. Norma ISO 17.123-2:2001

Metodología general de trabajo.

	Instrumental MED	Nivel	Estación total (taquimetro)
Objetivo	Verificación de la precisión del instrumento.	Verificación de la precisión en el desnivel medido. Estimación del error de colimación.	Determinación de la Incertidumbre X Y Z
Metodología	Adecuación norma ISO 17123-4 : 2001.	Procedimiento simple norma ISO 17123-2 : 2001. Análisis de incertidumbre.	Procedimieto completo norma ISO 17123-5 : 2018
Campo de Ensayo	Base Corta de 3 pilares.	Dos puntos separados a 60 m.	Triangulo de ensayo.

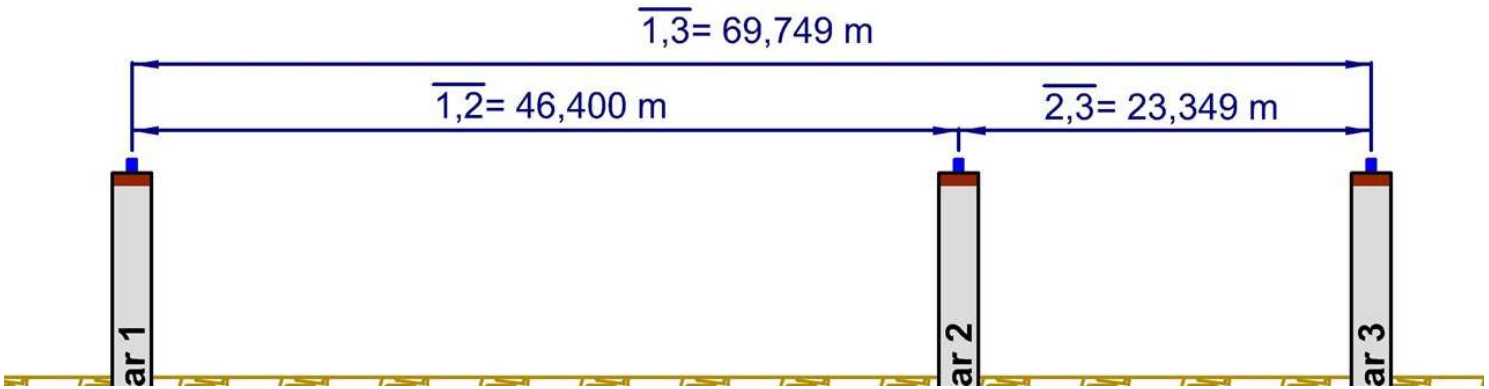
INSTRUMENTAL MED

Base corta de calibración



INSTRUMENTAL MED

Base corta de calibración

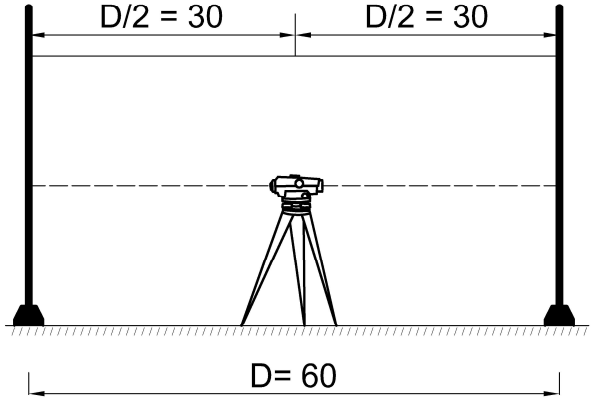


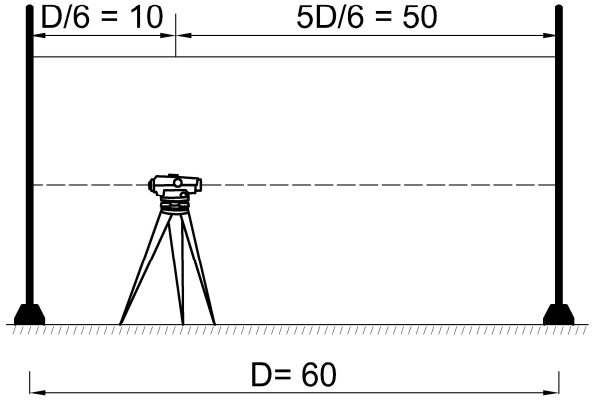
Determinación del error de offset (-δ)

$$\delta = \overline{1,3} - \overline{1,2} - \overline{2,3}$$

Procedimiento simple ISO 17.123-4:2001

NIVEL: procedimiento simplificado ISO 17.123-2:2001





$$d_1 = \frac{1}{10}\sum_{i=1}^{10} d_i \quad ; \quad r_i = d_1 - d_i$$

$$d_2 = \frac{1}{10}\sum_{i=1}^{10} d_i$$

y su desviación típica muestral:

$$s_{ISO} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} r_i^2}{N-1}}$$

$$|d_1 - d_2| < 2{,}5\ s_{ISO}$$

NIVEL: cálculo de incertidumbre

INCERTIDUMBRE

$$Uc = \sqrt{S\,(\bar{q})^2 + \Delta vi^2 + \Delta r^2 + \Delta C^2}$$

Uc = incertidumbre combinada

Tipo A

$s(\bar{q})$= incertidumbre repetibilidad

Tipo B

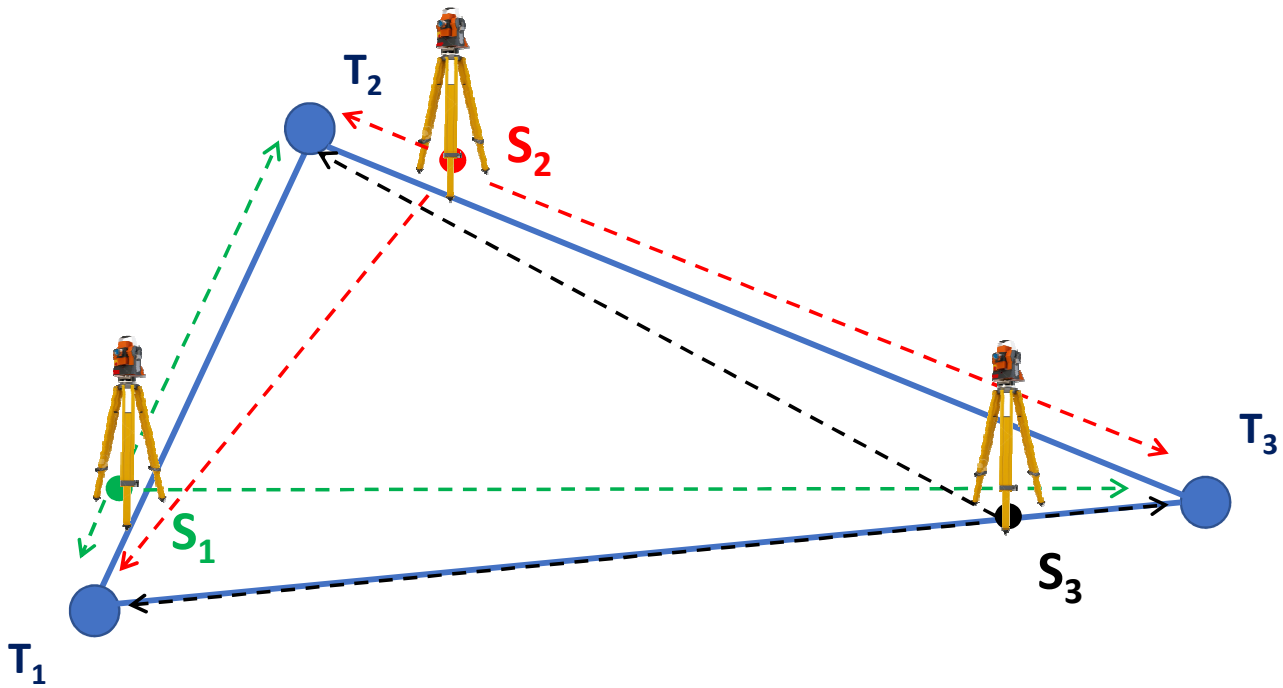
Δvi= incertidumbre aumento y agudeza visual

Δr= incertidumbre resolución y agudeza visual

ΔC= incertidumbre de calibración de las miras

Estación Total (Taquímetro)

Procedimiento de ensayo completo ISO 17.123-5:2018



Cada punto T1, T2, T3 se mide 12 veces

Fuentes de incertidumbre

Tipo A

- *Resultados de la medición.*

Tipo B

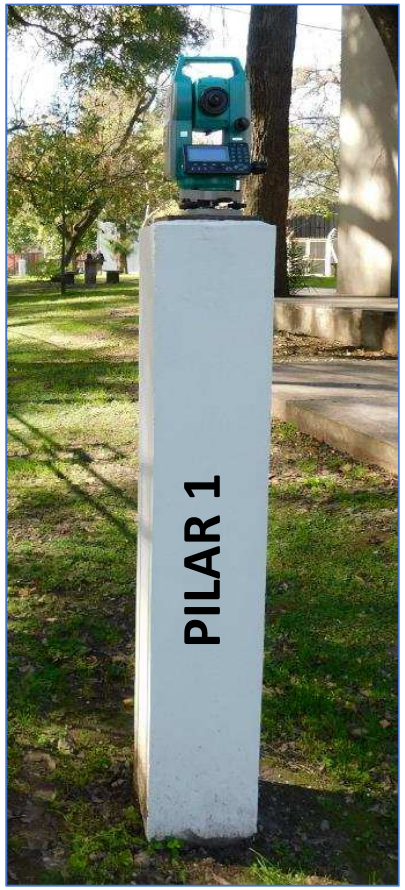
- *Fuentes relevantes provenientes de la Estación Total.*
- *Fuentes provenientes de las partes mecánicas.*
- *Fuentes provenientes de condiciones atmosféricas.*

RESULTADOS INSTRUMENTAL MED

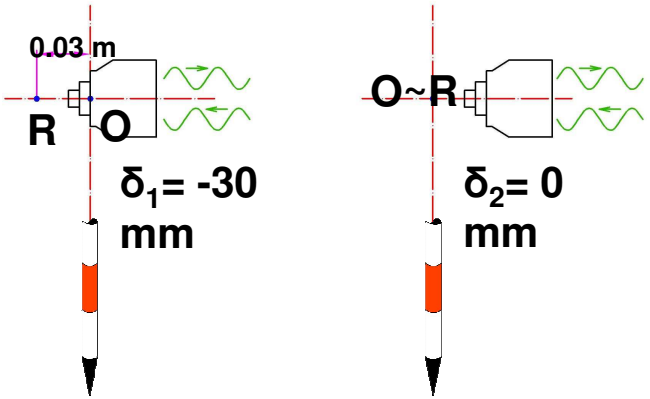
- Determinación del error de offset del distanciómetro de una estación total Sokkia modelo Set 510k

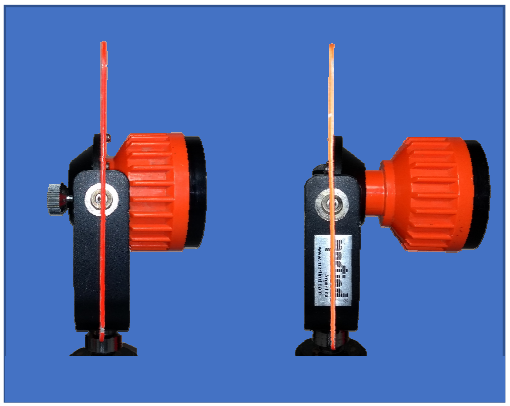
Distance measurement			Modulated near infrared light (IEC Class 1 LED)
Measuring range (slope distance)			A: Average conditions: slight haze, visibility about 20 km (12 miles), sunny periods, weak scintillation. G: Good conditions: no haze, visibility about 40 km (25 miles), overcast, no scintillation.
	With RS90N-K reflective sheet target	A	2m to 120m (390ft.)
	With CP01 compact prism	A	1m to 800m (2,620ft.)
	With one AP01 prism	A	1m to 2,400m (7,870ft.)
		G	1m to 2,700m (8,850ft.)
	With three AP01 prisms	A	1m to 3,100m (10.160ft.)
		G	1m to 3,500m (11,480ft.)
Accuracy (D=measuring distance; unit: mm)	With prism	Fine meas.	± (2 + 2ppm x D) mm
		Rapid meas.	± (5 + 5ppm x D) mm
	With reflective sheet target*1	Fine meas.	± (4 + 3ppm x D) mm
		Rapid meas.	± (5 + 5ppm x D) mm
Unit			Meters / Feet / Inch, selectable
Display resolution		Fine meas.	0.001 m (0.01 ft. / 1/8 inch)
		Rapid meas.	0.001 m (0.01 ft. / 1/8 inch)

RESULTADOS INSTRUMENTAL MED



RESULTADOS INSTRUMENTAL MED





Reflector en posición 1

Sesión	Distancias medidas (m)		
	1,3	1,2	2,3
1	69.7783	46.4288	23.3770
2	69.7773	46.4286	23.3788
Promedio	69.7778	46.4287	23.3779
		δ_1=	-0.0288

Reflector en posición 2

Sesión	Distancias medidas (m)		
	1,3	1,2	2,3
1	69.7480	46.3997	23.3473
2	69.7483	46.3976	23.3495
Promedio	69.74815	46.39865	23.3484
		δ_2=	0.0011

Posición 1: δ_1'= -0,029 m

Posición 2: δ_2'= 0,001 m

RESULTADOS NIVEL

- Verificación de un nivel digital Sokkia modelo SDL50

j	Posicion I				
	Xaj (mm)	XBj (mm)	Dj (mm)	rj (mm)	rj^2 (mm^2)
1	1 588.4	1 577.9	10.5	0.06	0.0036
2	1 587.7	1 577.3	10.4	0.16	0.0256
3	1 629.8	1 619.1	10.7	-0.14	0.0196
4	1 559.4	1 548.9	10.5	0.06	0.0036
5	1 616.2	1 605.7	10.5	0.06	0.0036
6	1 627.4	1 616.8	10.6	-0.04	0.0016
7	1 614.2	1 603.3	10.9	-0.34	0.1156
8	1 405.1	1 394.4	10.7	-0.14	0.0196
9	1 449.7	1 439.2	10.5	0.06	0.0036
10	1 528.6	1 518.3	10.3	0.26	0.0676
Suma	15606.5	15500.9	105.6	0.00	
N	10	d1	10.56		

j	Posicion II		
	Xaj (mm)	XBj (mm)	Dj (mm)
1	1 545	1 534	10.6
2	1 594	1 583	10.9
3	1 485	1 474	11.0
4	1 517	1 506	10.9
5	1 523	1 512	10.5
6	1 458	1 447	10.6
7	1 526	1 514	11.5
8	1 581	1 570	11.0
9	1 547	1 537	10.6
10	1 582	1 571	11.1
Suma	15357	15248.3	108.7
N	10	d2	10.87

$s_{ISO} = \pm 0,17\ mm.$

$$|d1 - d2| = 0,31\ mm$$

$$|d1 - d2| < 2,5\ s_{ISO}$$

NIVEL: cálculo de incertidumbre

■ Especificaciones del SDL30/SDL50

Modelo			SDL30	SDL50
Precisión de la altura (ISO 17123-2)*	Electrónico	Mira BIS30A	0,4 mm (0,016”)	0,6 mm (0,024”)
		Miras BIS20/30	0,6 mm (0,024”)	0,8 mm (0,03”)
		Miras BGS	1,0 mm (0,04 pulg.)	1,5 mm (0,06”)
	Visión	Miras BGS	1,0 mm (0,04 pulg.)	2,0 mm (0,08”)
Precisión de la distancia (D: distancia de medición)	Electrónico		<±10 mm (±0,4”) [D≦10 m (D≦33 pies)] <±0,1% x D [10<D≦50 m (33<D≦164 pies)] <±0,2% x D [50<D≦100 m (164<D≦328 pies)]	
Rango de medición	Electrónico		1,6 a 100 m (5,3 a 328 pies)	
	Visión		Desde 1,5 m (5,0 pies)	
Modo de medición			Simple / Repetición / Promedio / Rastreo / Oscilar y leer	
Resolución de pantalla	Altura		0,0001/0,001/0,01 m (0,001/0,01/1 pies , 1/8”)	
	Distancia		0,01/0,1 m (0,1/1 pies , 1”)	
Tiempo de	Simple /Repetición		<2,5 s	

NIVEL: resultado del cálculo de incertidumbre

Tipo A

$$s_{ISO} = \pm 0{,}17mm$$

Tipo B

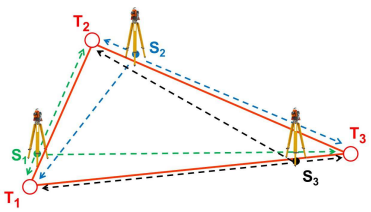
$$u_{miras} = \pm 1{,}5mm$$

Incertidumbre combinada:

$$Uc = \pm 1{,}5mm$$

RESULTADOS TAQUÍMETRO

- Verificación de una estación total Sokkia modelo SET 510k



Estación	Objetivo	Sesión	Posición Anteojo	Coordenadas		
				x	y	z
1	1	1	I	6.2002	7.6956	-0.3071
	2			-37.4767	-5.4081	1.0795
	3			-45.243	-29.8647	-0.0552
	1	2	II	6.201	7.6958	-0.3073
	2			-37.4757	-5.4063	1.0788
	3			-45.2447	-29.8621	-0.0552
	1	3	I	6.2007	7.6961	-0.3071
	2			-37.4769	-5.4072	1.0792
	3			-45.2443	-29.8627	-0.0541
	1	4	II	6.2009	7.6959	-0.3073
	2			-37.4762	-5.4052	1.0782
	3			-45.2447	-29.8621	-0.0549

Planilla de observación para la estación 1

Incertidumbre tipo A

$$s_{XY} = \pm 0{,}0006\ m$$

$$s_Z = \pm 0{,}0004\ m$$

Incertidumbres tipo B:
Fuente: hojas de datos del instrumental.

Fuentes	Descripción	Valor	Unidad	Distribución
$u_{dist\text{-}TS}$	Incertidumbre de la distancia según especificación	0,0021	m	normal
$u_{\theta\text{-}TS}$	Incertidumbre del ángulo horizontal según especificación	5	seg (Arco)	normal
$u_{\psi\text{-}TS}$	Incertidumbre del ángulo vertical según especificación	5	seg (Arco)	normal
u_{disp}	Mínimo digito en el display	0,00029	m	Rec.
u_{trd}	Torsión del trípode	1,73	seg (Arco)	Rec.
u_{hs}	Estabilidad de la altura del trípode	0,00005	m	Rec.
u_{temp}	Temperatura ambiente	0,000057	m	normal
u_{prs}	Presión atmosférica	0,000086	m	normal

Incertidumbre combinada: Tipo A resultantes del ensayo más las de Tipo B.

$$u_{xy} = \pm\, 2{,}7\ mm$$

$$u_z = \pm\, 1{,}6\ mm$$

Factor de cobertura k=2 (nivel de confianza del 95%).

$$U_{xy} = 2.u_{xy} = \pm\, 5{,}4\ mm$$

$$U_z = 2.u_z = \pm\, 3{,}2\ mm$$

Ejemplo: Resultado completo de una medición realizado con estación total:

X= 6,200 ± 0,005 [m]

Y= 7,695 ± 0,005 [m]

Z=-0,307 ± 0,003 [m]

CONCLUSIONES

- El conocimiento adquirido en estas líneas de investigación permite **brindar a la comunidad los servicios de evaluación y verificación de diferentes instrumentos topogeodésicos**.
- Las **actividades de extensión** realizadas: asesoramiento en la temática mediante talleres y jornadas en asociaciones de profesionales.
- **Participación de estudiantes becarios en actividades de investigación y extensión.**
- **Realización de** prácticas profesionales supervisadas y trabajos finales.
- **Posibilitó a los estudiantes de la carrera de Ingeniero Agrimensor realizar prácticas de medición.**

CONCLUSIONES

- La base corta de calibración permitió realizar diversos trabajos experimentales **a distintos grupos que realizan tareas de investigación** en el Dpto. de Agrimensura.

- El conocimiento adquirido en el diseño y construcción de los pilares, y de sus placas de coronamiento, **otorgó una experiencia valiosa** que podrá aplicarse en la construcción de bases de calibración de mayor escala.

¡MUCHAS GRACIAS!

XII CONGRESO NACIONAL DE AGRIMENSURA

Agrimensura, más allá del territorio