

Comparación entre una nivelación geométrica con equialtímetro y estación Total

Agrim. Humberto Chiesa

ÁMBITO DE TRABAJO



Nivel PENTAX AL 320

Mira de INVAR

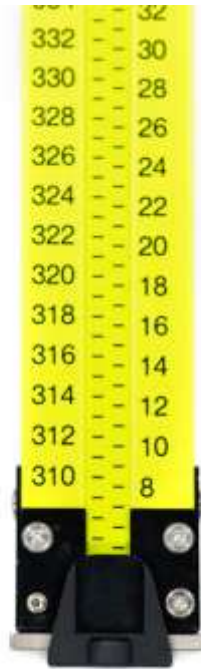


Figura 4



CONSTATACIÓN DEL ERROR DE COLIMACIÓN

- ▶ Se realizaron dos verificaciones

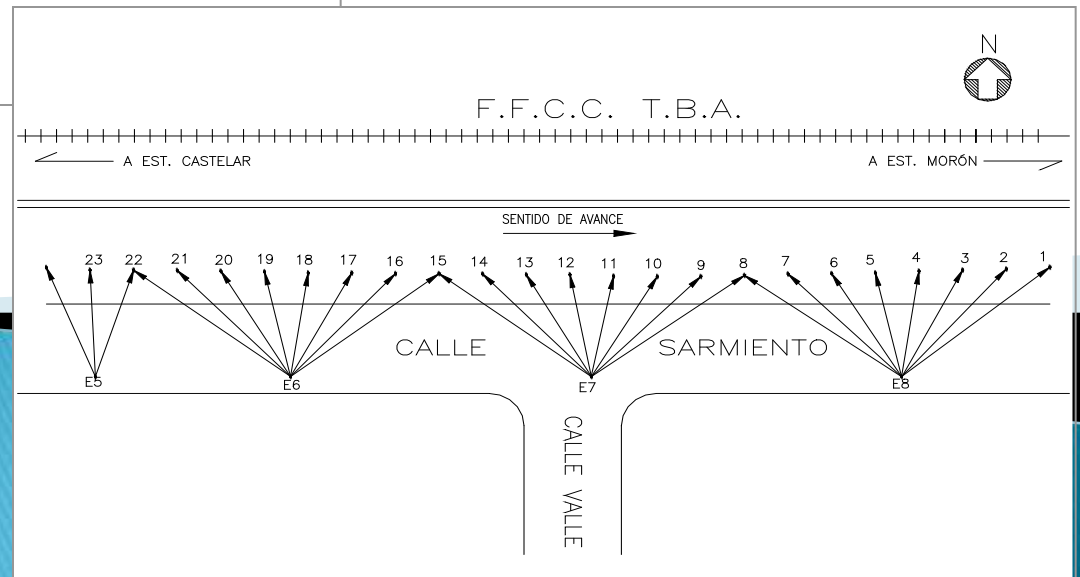
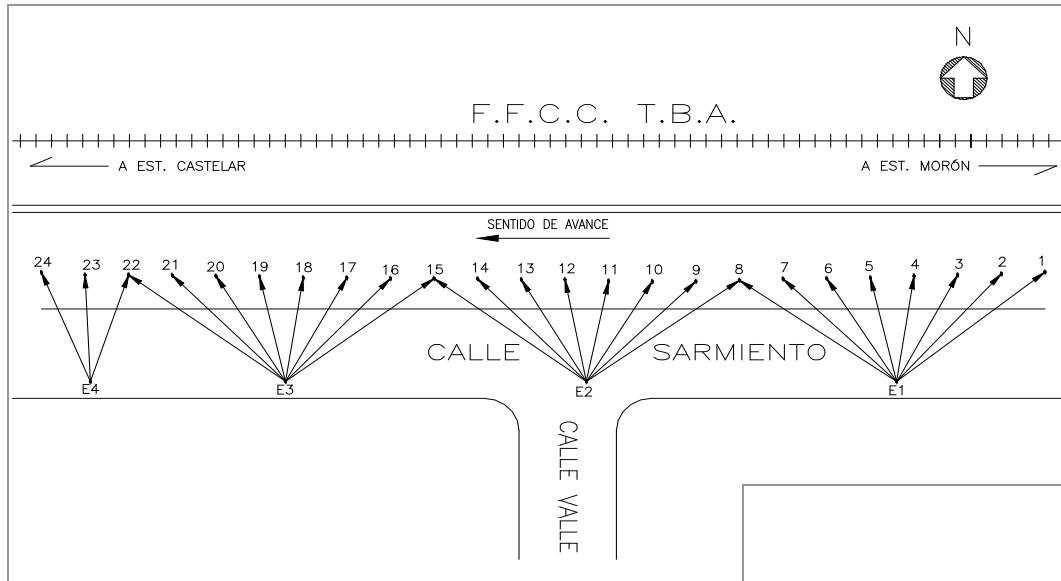
LECTURA A EQUIDISTANCIA DE 35 m INCIDENCIA NULA

LECTURA	Hilo medio	Desnivel
Atrás	0.93080	0.85645
Adelante	1.78725	

LECTURA A 55 m INCIDENCIA MÁXIMA

LECTURA	Hilo medio	Desnivel
Atrás	1.32483	0.85858
Adelante	2.18341	

Nivelación geométrica cerrada (IDA Y VUELTA) de los 24 puntos



Nivelación IDA

Pto. Estación	Pto. Visado	Hilo Medio	Desnivel (m)	Cota (m)	Cota (m) redondeada
E1	1	0,82890		10	10
			-0,18002		
	2	1,00892		9,81998	9,820
			-0,17508		
	3	1,18400		9,64490	9,645
			-0,18100		
	4	1,36500		9,46390	9,464
			-0,18064		
E2	5	1,54564		9,28326	9,283
			-0,14001		
	6	1,68565		9,14325	9,143
			-0,14035		
	7	1,82600		9,00290	9,003
			-0,11901		
	8	1,94501		8,88389	8,884
	8	1,16455		8,88389	8,884
E3			-0,09627		
	9	1,26082		8,78762	8,788
			-0,11118		
	10	1,37200		8,67644	8,676
			-0,07119		
	11	1,44319		8,60525	8,605
			-0,02561		
	12	1,46880		8,57964	8,580
E4			-0,07018		
	13	1,53898		8,50946	8,509
			-0,08797		
	14	1,62695		8,42149	8,421
			-0,05453		
	15	1,68148		8,36696	8,367
	15	1,25231		8,36696	8,367
			-0,05789		
E5	16	1,31020		8,30907	8,309
			-0,05286		
	17	1,36306		8,25621	8,256
			-0,05850		
	18	1,42156		8,19771	8,198
			-0,07204		
	19	1,49360		8,12567	8,126
			-0,02990		
E6	20	1,52350		8,09577	8,096
			-0,03950		
	21	1,56300		8,05627	8,056
			-0,01102		
	22	1,57402		8,04525	8,045
	22	1,64605		8,04525	8,045
			-0,04090		
	23	1,68695		8,00435	8,004
E4			-0,00967		
	24	1,69662		7,99468	7,995

Nivelación VUELTA

Pto. Estación	Pto. Visado	Hilo Medio	Desnivel (m)	Cota (m)	Cota (m) redondeada
E5	24	1,69651		7,99468	7,995
			0,00951		
	23	1,68700		8,00419	8,004
E6			0,04097		
	22	1,64603		8,04516	8,045
	22	1,55150		8,04516	8,045
			0,01070		
	21	1,54080		8,05586	8,056
			0,03938		
	20	1,50142		8,09524	8,095
			0,02950		
	19	1,47192		8,12474	8,125
			0,07159		
	18	1,40033		8,19633	8,196
			0,05853		
E7	17	1,3418		8,25486	8,255
			0,05294		
	16	1,28886		8,30780	8,308
			0,05755		
	15	1,23131		8,36535	8,365
	15	1,69787		8,36535	8,365
			0,05428		
	14	1,64359		8,41963	8,420
			0,08797		
	13	1,55562		8,50760	8,508
			0,07022		
	12	1,48540		8,57782	8,578
E8			0,02541		
	11	1,45999		8,60323	8,603
			0,07167		
	10	1,38832		8,67490	8,675
			0,11140		
	9	1,27692		8,78630	8,786
			0,09603		
	8	1,18089		8,88233	8,882
	8	1,94155		8,88233	8,882
			0,11835		
	7	1,82320		9,00068	9,001
			0,14062		
6	1,68258		9,14130	9,141	
		0,14008			
5	1,54250		9,28138	9,281	
		0,19066			
4	1,35184		9,47204	9,472	
		0,17120			
3	1,18064		9,64324	9,643	
		0,17520			
2	1,00544		9,81844	9,818	
		0,18010			
1	0,82534		9,99854	9,999	

Control de la Nivelación

Para tener un elemento de control de la nivelación, se partió del punto 1 de cota conocida (pues se fijó arbitrariamente en 10 m) y se niveló la misma línea de ida y de vuelta, llegando al punto 24 para regresar al punto inicial 1.

La cota del punto 1 en la vuelta resultó ser 9,99854 m en vez de 10 m, es decir hay un error de “cierre” altimétrico de: $10,00000 \text{ m} - 9,99854 \text{ m} = 0,00146 \text{ m}$ en menos.

NIVELACIÓN IDA

Punto Estación	Punto visado	Hilo Medio	DESNIVEL (m)
E1	1	0,82890	
			-1,11611
E2	8	1,94501	
	8	1,16455	
			- 0,51693
E3	15	1,68148	
	15	1,25231	
			- 0,32171
E4	22	1,57402	
	22	1,64605	
			- 0,05057
	24	1,69662	

NIVELACIÓN VUELTA

Punto Estación	Punto visado	Hilo Medio	DESNIVEL (m)
E5	24	1,69651	
			0,05048
E6	22	1,64603	
	22	1,55150	
			0,32019
E7	15	1,23131	
	15	1,69787	
			0,51698
E8	8	1,18089	
	8	1,94155	
			1,11621
	1	0,82534	

Compensación de las cotas

Comparamos el error de “cierre” altimétrico con la tolerancia

$$T = k\sqrt{L}(\text{km}) \quad (1\text{cm} \leq k \leq 5\text{cm})$$

En nuestro caso $L = 2(230\text{m}) = 460\text{ m}$
O sea $L = 0,460\text{ km}$.

Tomando $k = 1\text{ cm}$ que es el valor más exigente para una nivelación topográfica de precisión, tendremos:

$$T(\text{cm}) = 1\sqrt{0,460} = 0,678\text{cm}$$

$$\text{Error de cierre} = \sum \Delta H_{\text{vuelta}} + \sum \Delta H_{\text{ida}} = -0,00146\text{m}$$

Planilla de cotas compensadas

(Nivel Pentax AL 320)

Punto Visado	COTA ida (m)	COTA vuelta (m)	COTA Promedio (m)	COTA compensada (m)	DESNIVEL (m)	COTA redondeada (m)
1	10	9,99854	9,999270	10	0,181	10
2	9,81998	9,81844	9,819210	9,81927636	1,175	9,819
3	9,64490	9,64324	9,644070	9,64413636	0,180	9,644
4	9,46390	9,46425	9,464075	9,46414136	0,182	9,464
5	9,28326	9,28138	9,282320	9,28238636	0,140	9,282
6	9,14325	9,14130	9,142275	9,14234136	0,140	9,142
7	9,00290	9,00068	9,001790	9,00185636	0,119	9,002
8	8,88389	8,88233	8,883110	8,88317636	0,096	8,883
9	8,78762	8,78630	8,786960	8,78702636	0,111	8,787
10	8,67644	8,67490	8,675670	8,67573636	0,072	8,676
11	8,60525	8,60323	8,604240	8,60430636	0,025	8,604
12	8,57964	8,57782	8,578730	8,57879636	0,070	8,579
13	8,50946	8,50760	8,508530	8,50859636	0,088	8,509
14	8,42149	8,41963	8,420560	8,42062636	0,055	8,421
15	8,36696	8,36535	8,366155	8,36622136	0,057	8,366
16	8,30907	8,30780	8,308435	8,30850136	0,053	8,309
17	8,25621	8,25486	8,255535	8,25560136	0,059	8,256
18	8,19771	8,19633	8,197020	8,19708636	0,072	8,197
19	8,12567	8,12474	8,125205	8,12527136	0,029	8,125
20	8,09577	8,09524	8,095505	8,09557136	0,040	8,096
21	8,05627	8,05586	8,056065	8,05613136	0,011	8,056
22	8,04525	8,04516	8,045205	8,04527136	0,041	8,045
23	8,00435	8,00419	8,004270	8,00433636	0,009	8,004
24	7,99468	7,99468	7,994680	7,99468000		7,995

Experiencias Realizadas e Instrumental utilizado



Nivel LEICA NA 724



ET TOPCON 3007 W



ET LEICA TCR 407



GPS TRIMBLE

Análisis de los resultados de las mediciones

Nivel PENTAX AL – 320

▶ ERRORES SISTEMÁTICOS

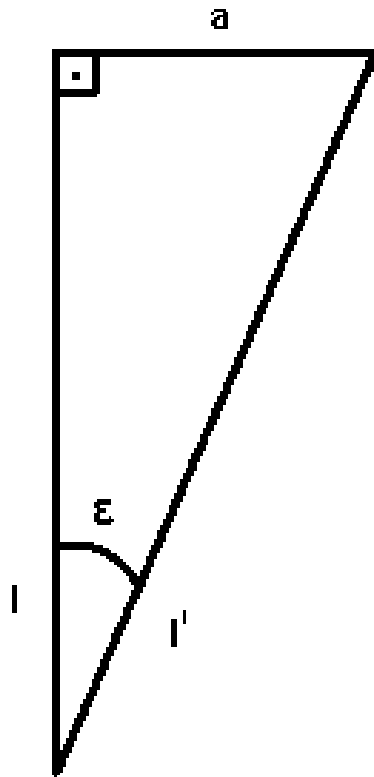
- DE COLIMACIÓN: SE COMPROBÓ, SE CORRIGIÓ Y NIVEL EQUIDISTANTE–
- POR FALTA DE VERTICALIDAD DE LAS MIRAS
- POR HUNDIMIENTO PROGRESIVO DE LAS MIRAS EN EL TERRENO
- POR CURVATURA TERRESTRE Y REFRACCIÓN ATMOSFÉRICA

$$e_{c \text{ y } r(\text{cm})} \cong 7S^2 \text{ (km)}$$

$$e_{c \text{ y } r(\text{cm})} \cong 7(0,04)^2 \cong 0,0112 \text{ cm} \rightarrow 0,112 \text{ mm}$$

(es despreciable en topografía)

ERROR POR FALTA DE VERTICALIDAD DE LAS MIRAS



$$\varepsilon = \frac{a}{l}$$

$$\varepsilon = 10' \Rightarrow \frac{1}{344} \text{ rad}$$

$$l = 4 \text{ m} \Rightarrow 4000 \text{ mm}$$

$$10' = \frac{1}{344} \text{ rad} \cong 2,91 \cdot 10^{-3}$$

$$a = \varepsilon \cdot l = 2,91 \cdot 10^{-3} \cdot 4000 \text{ mm} \cong 12 \text{ mm}$$

$$\Delta l = \frac{(12 \text{ mm})^2}{2 \cdot (4000 \text{ mm})} \cong 0,018 \text{ mm}$$

$$\Delta l = a^2 / 2l$$

Errores accidentales

$$mb_{(mm)} \approx \pm \cdot \approx \pm \frac{40}{400} = \pm 0,1 \text{ mm}$$

$\Delta = 10$ (mira centimetrada)

$L = 40$ m

$A = 32$ (anteojo del nivel de 32 aumentos)

$$ml_{(mm)} \approx \pm \frac{0,14 \text{ L (m)}}{A} + 0,03 \Delta \text{ (mm)} = \pm 0,475 \text{ mm}$$

$$m \approx \pm \sqrt{mb^2 + ml^2} = \pm \sqrt{(0,1)^2 + (0,475)^2} = \pm 0,485 \text{ mm}$$

Distancia Óptima Instrumento-mira $\Rightarrow L(m) = 2 A = 2(32) = 64$ m

Nivel LEICA NA 724

- A. Nivelación geométrica Abierta
 - B. Nivelación desde un extremo
- ## Errores sistemáticos

- ▶ **Colimación** A) Despreciable (corrección y equidistancia) B) Despreciable

No se mide en forma equidistante puede influir el error residual de colimación

- ▶ **Por falta de verticalidad de las miras:** En ambos casos es despreciable.
- ▶ **Por hundimiento progresivo de las miras:** En ambos casos es despreciable.
- ▶ **Por curvatura Terrestre y Refracción Atmosférica:** A) Despreciable. B) este error es de 1mm a los 120m de separación entre instrumento y mira pues:

$$e_{c \text{ y } r(\text{cm})} \cong 7S^2_{(\text{km})} \qquad 1\text{mm} \rightarrow 0.1\text{cm}$$

$$0.1 = 7S^2_{(\text{km})} \Leftrightarrow S^2_{(\text{km})} = 0,1 / 7 \Leftrightarrow S_{(\text{km})} = \sqrt{0,1 / 7}$$

$$S \cong 0,120 \text{ km} \Rightarrow 120 \text{ m}$$

Nivel LEICA NA 724

- A. Nivelación geométrica Abierta
 - B. Nivelación desde un extremo
- ## Errores accidentales

▶ A)

$$mb_{(mm)} \cong \pm \frac{40}{400} = \pm 0,1 \text{ mm}$$

$$m_l_{(mm)} \cong \pm \frac{0,14 (40)}{24} + 0,03 \bullet 10 = \pm 0,53 \text{ mm}$$

$$m = \pm \sqrt{(0,1)^2 + (0,53)^2} = \pm 0,54 \text{ mm} \quad L_{\max} \approx 40 \text{ m}$$

Distancia Óptima Instrumento-mira =>
 $L(m) = 2 A = 2(24) = 48 \text{ m}$

▶ B)

$$mb_{(mm)} \cong \pm \frac{154}{400} = 0,385 \text{ mm}$$

$$m_l_{(mm)} \cong \pm \frac{0,14 (154)}{24} + 0,03 \bullet 10 = 1,198 \text{ mm}$$

$$m = \pm \sqrt{(0,385)^2 + (1,198)^2} \cong 1,26 \text{ mm}$$

A) Maxima separación:
35,45 m

B) Se midió hasta los 154 m (superando incluso la máxima distancia de separación)
 $3 \cdot 24 = 72 \text{ m}$

NIVEL LEICA NA 724
NIVELACIÓN
GEOMETRICA

Punto Visado	cota referencia (m)	cota LEICA (m)	Diferencia (mm)
1	10	10	-
2	9,819	9,821	2
3	9,644	9,645	1
4	9,464	9,465	1
5	9,282	9,285	3
6	9,142	9,143	1
7	9,002	9,003	1
8	8,883	8,886	3
9	8,787	8,790	3
10	8,676	8,679	3
11	8,604	8,606	2
12	8,579	8,579	0
13	8,509	8,510	1
14	8,421	8,423	2
15	8,366	8,369	3
16	8,309	8,312	3
17	8,256	8,258	2
18	8,197	8,199	2
19	8,125	8,128	3
20	8,096	8,099	3
21	8,056	8,060	4
22	8,045	8,048	3
23	8,004	8,006	2
24	7,995	7,997	2

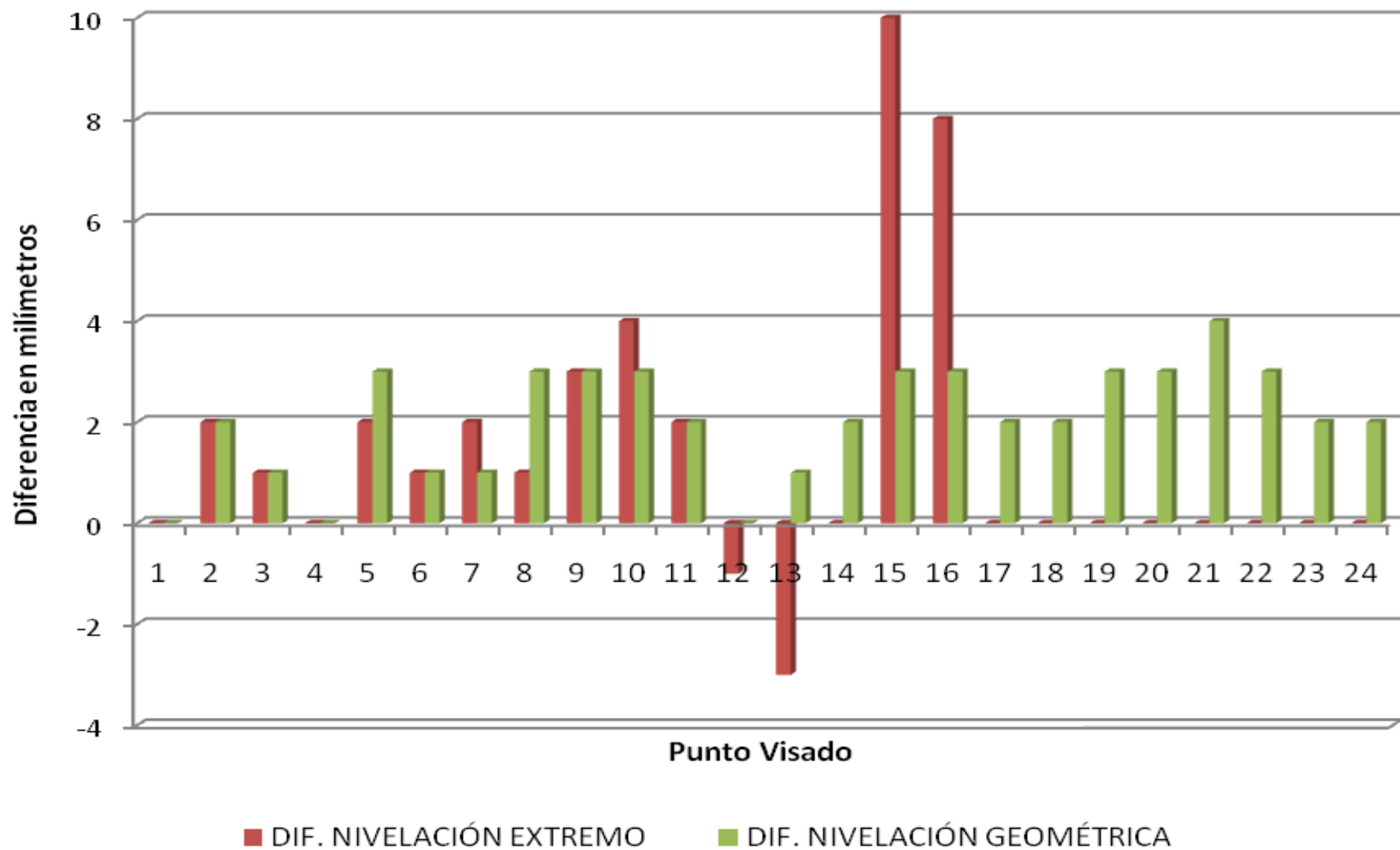
NIVEL LEICA NA 724 (EXTREMO) - CORRECCIÓN POR CURVATURA Y REFRACCIÓN

Punto Visado	Distancia (m)	Cota (m)	Error curvatura y refracción (mm)	Cota Corregida (m)
1	3,4	10	0	-
2	13,5	9,821	0,013	9,821
3	23,5	9,645	0,039	9,645
4	33,4	9,464	0,078	9,464
5	43,4	9,284	0,132	9,284
6	53,5	9,143	0,200	9,143
7	63,6	9,004	0,283	9,004
8	73,6	8,884	0,379	8,884
9	83,2	8,790	0,485	8,790
10	93,2	8,679	0,608	8,680
11	103,3	8,605	0,747	8,606
12	113	8,577	0,894	8,578
13	123,5	8,505	1,068	8,506
14	133	8,420	1,238	8,421
15	143	8,375	1,431	8,376
16	154	8,315	1,660	8,317

COMPARACIÓN ENTRE LA COTA OBTENIDA CON EL NIVEL LEICA NA 724
NIVELACIÓN DESDE UN EXTREMO Y LA COTA DE REFERENCIA

Punto Visado	Distancia (m)	Cota de referencia (m)	Cota Leica (m)	Diferencia (mm)
1	3,4	10	10	-
2	13,5	9,819	9,821	2
3	23,5	9,644	9,645	1
4	33,4	9,464	9,464	0
5	43,4	9,282	9,284	2
6	53,5	9,142	9,143	1
7	63,6	9,002	9,004	2
8	73,6	8,883	8,884	1
9	83,2	8,787	8,790	3
10	93,2	8,676	8,680	4
11	103,3	8,604	8,606	2
12	113,0	8,579	8,578	-1
13	123,5	8,509	8,506	-3
14	133,0	8,421	8,421	0
15	143,0	8,366	8,376	10
16	154,0	8,309	8,317	8

COMPARACIÓN ENTRE LA COTA OBTENIDA CON EL NIVEL LEICA NA 724 Y LA COTA DE REFERENCIA



ET TOPCON GPT 3007 W

A. Como Nivel

B. Nivelación desde un extremo

Errores sistemáticos

- ▶ Colimación: En ambos casos no se comprobó su existencia ni se corrigió.
- ▶ Por falta de verticalidad de las miras: En ambos casos es despreciable.
- ▶ Por hundimiento progresivo de las miras: En ambos casos es despreciable.
- ▶ Por curvatura Terrestre y Refracción Atmosférica: A) Despreciable. B) este error es de 1 mm a los 120m de separación entre instrumento y mira pues:

$$e_{c \text{ y } r(\text{cm})} \cong 7S^2_{(\text{km})}$$

$$1 \text{ mm} \rightarrow 0.1 \text{ cm}$$

$$0.1 = 7S^2_{(\text{km})} \Leftrightarrow S^2_{(\text{km})} = 0,1 / 7 \Leftrightarrow S_{(\text{km})} = \sqrt{0,1 / 7}$$

$$S \cong 0,120 \text{ km} \Rightarrow 120 \text{ m}$$

Y en esta modalidad se midió a una distancia máxima de 35 m por lo que es irrelevante

$$e_{\text{cyr}} = 7 (0,235)^2 = 0,386 \text{ cm} \Rightarrow 0,386 \text{ cm} \Rightarrow 3,86 \text{ mm}$$

Por lo que sí deberá considerarse en esta experiencia.

ET TOPCON GPT 3007 W

- A. Nivelación geométrica Abierta
- B. Nivelación desde un extremo

Errores accidentales

- ▶ **A)** ET siempre mide los desniveles por el procedimiento de nivelación trigonométrica

$$m\Delta H \cong S m_{\beta} \quad \beta < 10^\circ$$

$$S = 35 \text{ m} ; m_{\beta} = \pm 7''$$

$$m\Delta H_{\max} = 35 \text{ m} * \frac{7}{206.265} = \pm 1,187 * 10^{-3} \text{ m} \Rightarrow 1,187 \text{ mm}$$

$$m\Delta H_{\max} \cong \pm 1,2 \text{ mm}$$

- ▶ **B)** $s = 235 \text{ m}$ $m\Delta H = \pm 235.000 * \frac{7}{206.265} \cong \pm 7,98 \text{ mm}$

$$S = 235 \text{ m} \Rightarrow 235.000 \text{ mm}$$

Nota: Fórmula Completa

$$m_{\Delta H} = \pm \sqrt{(\tan \beta \cdot m_s)^2 + (S \sec^2 \beta m_\beta)^2}$$

$$\tan \beta \approx \beta \text{ y } \sec^2 \beta \approx 1$$

$$m_{\Delta H} \cong \pm \sqrt{(\beta \cdot m_s)^2 + (S m_\beta)^2}$$

$$S = 235 \text{ m} \Rightarrow 235.000 \text{ mm}$$

$$m_s = \pm \left(3 \text{ mm} + \frac{2}{10^6} * S (\text{mm}) \right)$$

$$m_s = \pm \left(3 \text{ mm} + \frac{2}{10^6} * 235.000 \text{ mm} \right) = 3,47 \text{ mm}$$

$$\text{Si } \beta = 1^\circ \Rightarrow \cong \frac{1}{57} \text{ rad}$$

$$m_\beta = \pm 7'' \Rightarrow \pm \frac{7}{206.265} \text{ rad}$$

$$m_{\Delta H} = \pm \sqrt{\left(\frac{3,47 \text{ mm}}{57} \right)^2 + \left(235.000 * \frac{7}{206.265} \right)^2}$$

$$m_{\Delta H} \cong \pm 7,98 \text{ mm}$$

usando $m_{\Delta H} \cong S m_\beta$

$$m_{\Delta H} = \pm 235.000 * \frac{7}{206.265} \cong \pm 7,98 \text{ mm}$$

COMPARACIÓN ENTRE LA COTA OBTENIDA CON LA ET TOPCON GPT 3007 W COMO NIVEL Y LA COTA DE REFERENCIA

Punto Visado	Distancia (m)	Cota de referencia (m)	Cota Topcon (m)	Diferencia (mm)
1	35,4	10	10	-
2	25,6	9,819	9,821	2
3	15,8	9,644	9,647	3
4	7,1	9,464	9,469	5
5	7,1	9,282	9,288	6
6	15,8	9,142	9,146	4
7	25,6	9,002	9,004	2
8	35,4	8,883	8,885	2
9	25,6	8,787	8,793	6
10	15,8	8,676	8,686	10
11	7,1	8,604	8,618	14
12	7,1	8,579	8,591	12
13	15,8	8,509	8,522	13
14	25,6	8,421	8,433	12
15	35,4	8,366	8,377	11
16	25,6	8,309	8,321	12
17	15,8	8,256	8,270	14
18	7,1	8,197	8,213	16
19	7,1	8,125	8,141	16
20	15,8	8,096	8,108	12
21	25,6	8,056	8,067	11
22	35,6	8,045	8,054	9
23	5	8,004	8,013	9
24	11,2	7,995	8,001	6

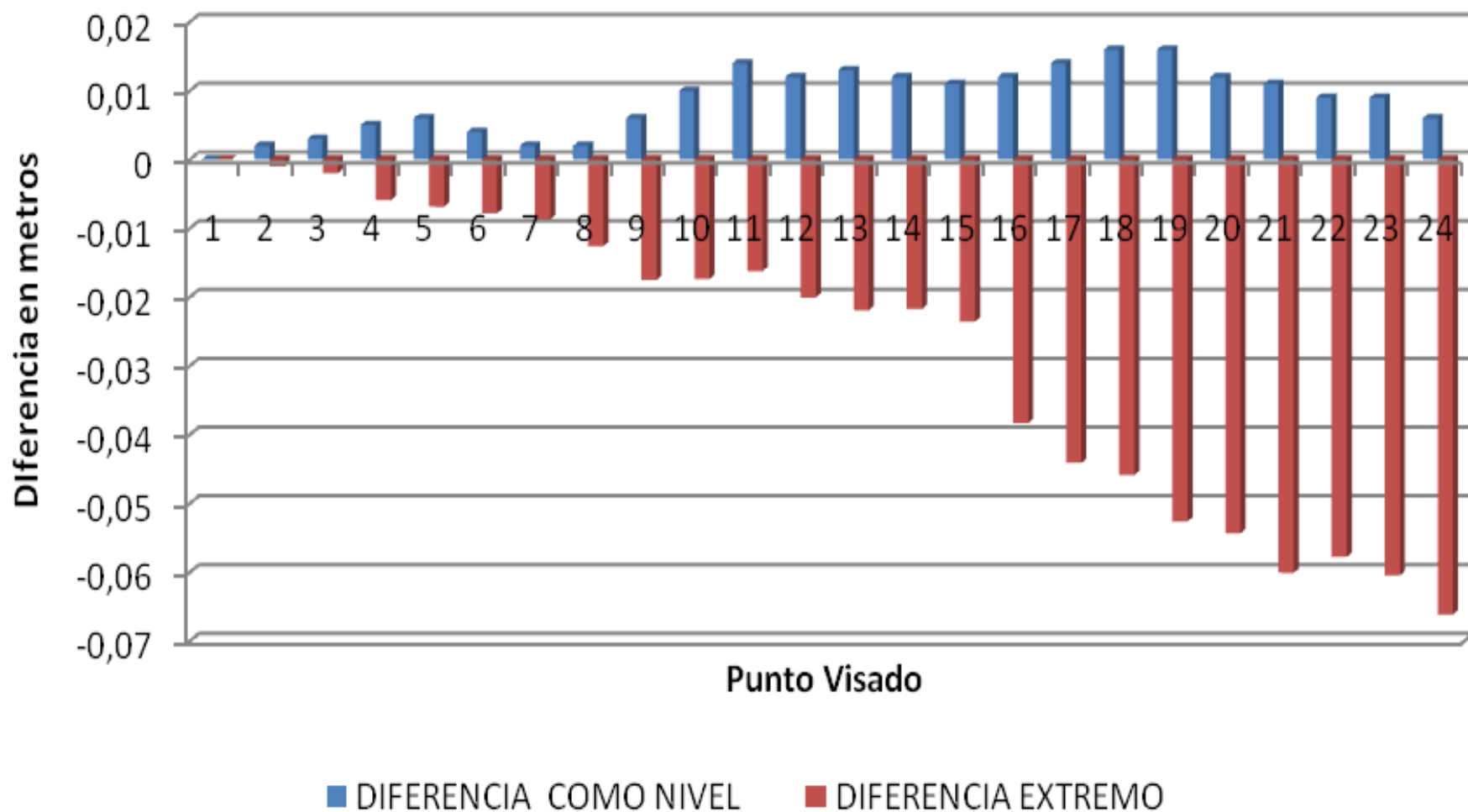
ET TOPCON GPT 3007 (EXTREMO) - ERROR POR CURVATURA Y REFRACCIÓN Y ERROR ACCIDENTAL

Punto Visado	Distancia (m)	Cota (m)	Error curv (mm)	Cota corregida (m)	mΔH (mm)
1	5,408	10	-	10	-
2	14,807	9,818	0,02	9,818	± 0,50
3	24,683	9,642	0,04	9,642	± 0,84
4	34,630	9,458	0,08	9,458	± 1,18
5	44,601	9,275	0,14	9,275	± 1,51
6	54,583	9,134	0,21	9,134	± 1,85
7	64,570	8,993	0,29	8,993	± 2,19
8	74,560	8,870	0,39	8,870	± 2,53
9	84,553	8,769	0,50	8,770	± 2,87
10	94,548	8,658	0,63	8,659	± 3,21
11	104,543	8,587	0,77	8,588	± 3,55
12	114,539	8,558	0,92	8,559	± 3,89
13	124,536	8,486	1,09	8,487	± 4,23
14	134,533	8,398	1,27	8,399	± 4,57
15	144,531	8,341	1,46	8,342	± 4,90
16	154,529	8,269	1,67	8,271	± 5,24
17	164,527	8,210	1,89	8,212	± 5,58
18	174,526	8,149	2,13	8,151	± 5,92
19	184,524	8,070	2,38	8,072	± 6,26
20	194,523	8,039	2,65	8,042	± 6,60
21	204,522	7,993	2,93	7,996	± 6,94
22	214,521	7,984	3,22	7,987	± 7,28
23	224,520	7,940	3,53	7,944	± 7,62
24	234,519	7,925	3,85	7,929	± 7,96

COMPARACIÓN ENTRE LA COTA OBTENIDA CON LA ET TOPCON GPT 3007 W (EXTREMO) Y LA COTA DE REFERENCIA

Punto Visado	Distancia (m)	Cota de Referencia (m)	Cota Topcon (m)	Diferencia (mm)
1	5,408	10	10	-
2	14,807	9,819	9,818	-1
3	24,683	9,644	9,642	-2
4	34,630	9,464	9,458	-6
5	44,601	9,282	9,275	-7
6	54,583	9,142	9,134	-8
7	64,570	9,002	8,993	-9
8	74,560	8,883	8,870	-13
9	84,553	8,787	8,770	-18
10	94,548	8,676	8,659	-17
11	104,543	8,604	8,588	-16
12	114,539	8,579	8,559	-20
13	124,536	8,509	8,487	-22
14	134,533	8,421	8,399	-22
15	144,531	8,366	8,342	-24
16	154,529	8,309	8,271	-38
17	164,527	8,256	8,212	-44
18	174,526	8,197	8,151	-46
19	184,524	8,125	8,072	-53
20	194,523	8,096	8,042	-54
21	204,522	8,056	7,996	-60
22	214,521	8,045	7,987	-58
23	224,520	8,004	7,944	-60
24	234,519	7,995	7,929	-66

COMPARACIÓN ENTRE LA COTA OBTENIDA CON LA ET TOPCON GPT 3007 W Y LA COTA DE REFERENCIA



ET LEICA TCR 407 Power

- A. Como Nivel
- B. Nivelación desde un extremo

Errores sistemáticos

- ▶ **Colimación:** En ambos casos se comprobó su existencia y se corrigió por programa de la ET.
- ▶ **Por falta de verticalidad de las miras:** En ambos casos es despreciable.
- ▶ **Por hundimiento progresivo de las miras:** En ambos casos es despreciable.
- ▶ **Por curvatura Terrestre y Refracción Atmosférica:** A) Despreciable. B) se debe tomar en cuenta pues se midió hasta 233 m

Nivelación desde un extremo

Errores accidentales

a) Como Nivel

$$m\Delta H \cong S m_{\beta} \quad S=35 \text{ m} ; m_{\beta} = \pm 7''$$

$$m\Delta H_{\max} \cong \pm 1,2 \text{ mm}$$

b) Desde un extremo

máxima separación entre instrumento y
mira = 233m

$$m\Delta H_{\max} \cong 8 \text{ mm}$$

COMPARACIÓN ENTRE LA COTA OBTENIDA CON LA ET LEICA TCR 407
(COMO NIVEL) Y LA COTA DE REFERENCIA

Punto Visado	Cota de Referencia (m)	Cota Leica (m)	Diferencia (mm)
1	10	10	-
2	9,819	9,822	3
3	9,644	9,647	3
4	9,464	9,466	2
5	9,282	9,286	4
6	9,142	9,145	3
7	9,002	9,005	3
8	8,883	8,885	2
9	8,787	8,789	2
10	8,676	8,679	3
11	8,604	8,608	4
12	8,579	8,580	1
13	8,509	8,511	2
14	8,421	8,424	3
15	8,366	8,369	3
16	8,309	8,313	4
17	8,256	8,260	4
18	8,197	8,202	5
19	8,125	8,130	5
20	8,096	8,099	3
21	8,056	8,061	5
22	8,045	8,049	4
23	8,004	8,007	3
24	7,995	7,998	3

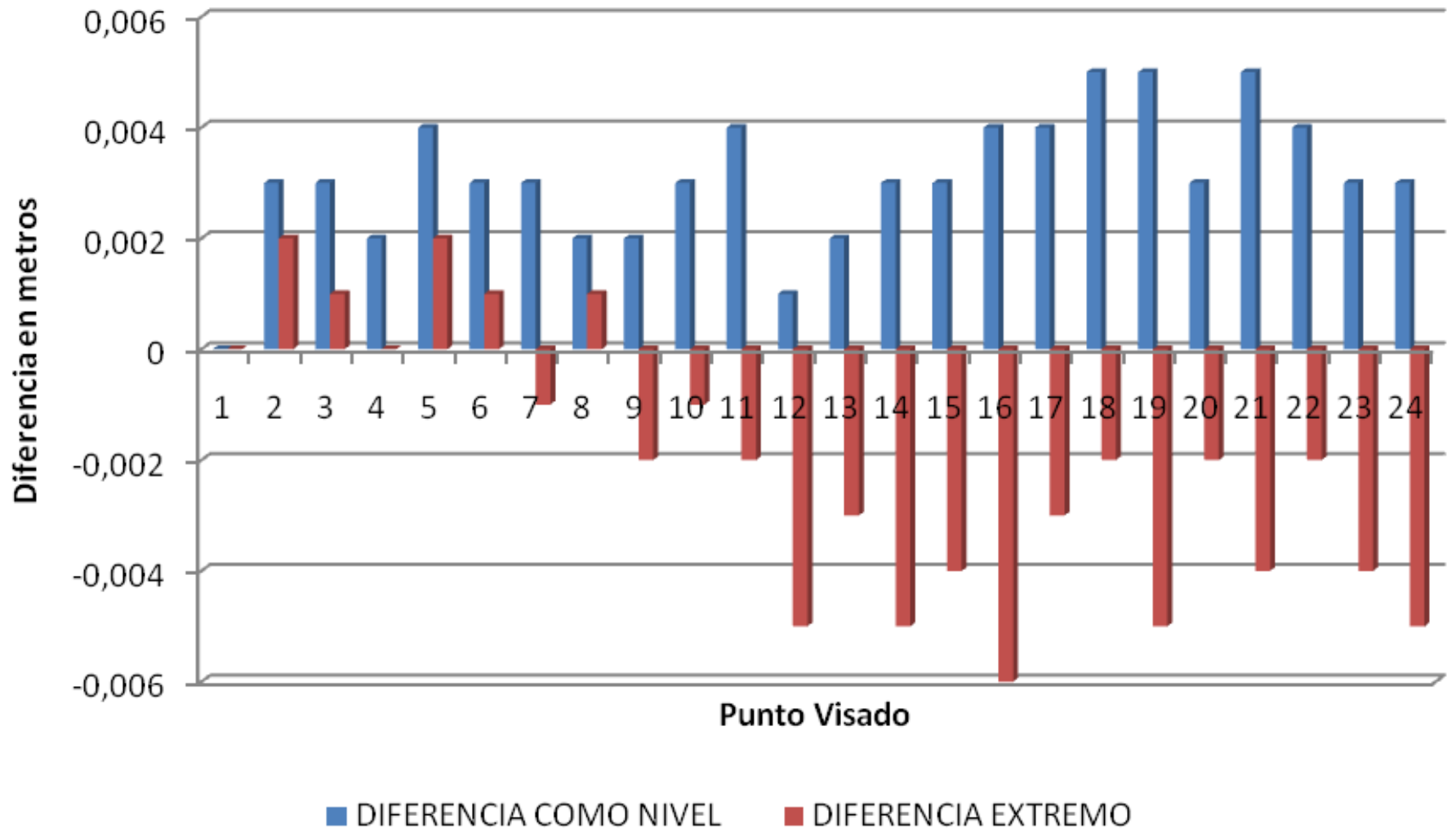
ET LEICA TCR 407 (EXTREMO) - ERROR POR CURVATURA Y
REFRACCIÓN Y ERROR ACCIDENTAL

Punto Visado	Distancia (m)	Cota (m)	Error curv (mm)	cota corregida (m)	mΔH (mm)
1	3,442	10	-	10	-
2	13,477	9,821	0,013	9,821	± 0,46
3	23,494	9,645	0,039	9,645	± 0,80
4	33,506	9,464	0,079	9,464	± 1,14
5	43,484	9,284	0,132	9,284	± 1,48
6	53,483	9,143	0,200	9,143	± 1,82
7	63,498	9,001	0,282	9,001	± 2,15
8	73,519	8,884	0,378	8,884	± 2,50
9	83,489	8,785	0,488	8,785	± 2,83
10	93,500	8,674	0,612	8,675	± 3,17
11	103,505	8,601	0,750	8,602	± 4,43
12	113,477	8,573	0,901	8,574	± 3,85
13	123,496	8,505	1,068	8,506	± 4,19
14	133,509	8,415	1,248	8,416	± 4,53
15	143,514	8,361	1,442	8,362	± 4,87
16	153,592	8,301	1,651	8,303	± 5,21
17	163,477	8,251	1,871	8,253	± 5,55
18	173,592	8,193	2,109	8,195	± 5,89
19	183,489	8,118	2,357	8,120	± 6,23
20	193,488	8,091	2,621	8,094	± 6,57
21	203,528	8,049	2,900	8,052	± 6,91
22	231,482	8,039	3,751	8,043	± 7,86
23	223,479	7,997	3,496	8,000	± 7,58
24	233,479	7,986	3,816	7,990	± 7,92

COMPARACIÓN ENTRE LA COTA OBTENIDA CON LA ET LEICA TCR 407
(EXTREMO) Y LA COTA DE REFERENCIA

Punto Visado	Distancia (m)	Cota referencia (m)	Cota Leica (m)	Diferencia (mm)
1	3,442	10	10	-
2	13,477	9,819	9,821	2
3	23,494	9,644	9,645	1
4	33,506	9,464	9,464	0
5	43,484	9,282	9,284	2
6	53,483	9,142	9,143	1
7	63,498	9,002	9,001	-1
8	73,519	8,883	8,884	1
9	83,489	8,787	8,785	-2
10	93,500	8,676	8,675	-1
11	130,505	8,604	8,602	-2
12	113,477	8,579	8,574	-5
13	123,496	8,509	8,506	-3
14	133,509	8,421	8,416	-5
15	143,514	8,366	8,362	-4
16	153,592	8,309	8,303	-6
17	163,477	8,256	8,253	-3
18	173,592	8,197	8,195	-2
19	183,489	8,125	8,120	-5
20	193,488	8,096	8,094	-2
21	203,528	8,056	8,052	-4
22	231,482	8,045	8,043	-2
23	223,479	8,004	8,000	-4
24	233,479	7,995	7,990	-5

COMPARACIÓN ENTRE LA COTA OBTENIDA CON LA ET LEICA TCR 407 Y LA COTA DE REFERENCIA



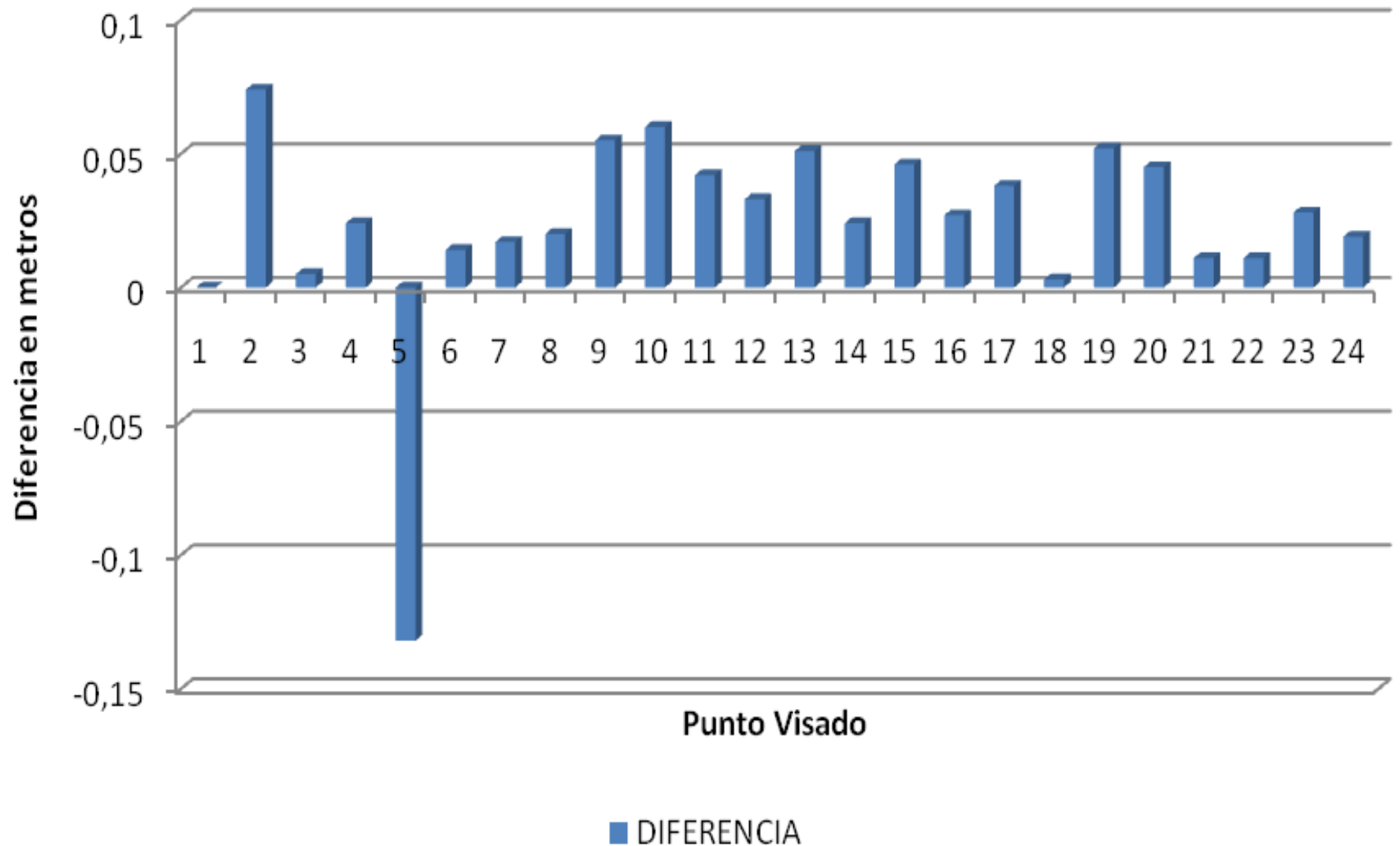
GPS TRIMBLE SIMPLE FRECUENCIA (Receptor R3 y antena A3)

Recordamos que el objetivo de esta experiencia no fue alcanzar la máxima precisión que permite el método, sino la correspondiente a una medición “mínima”, con el objeto de comparar esta técnica de medición con las anteriores.

COMPARACIÓN ENTRE MEDICIÓN GPS Y COTA DE REFERENCIA

Punto Visado	Cota verdadera (m)	Cota GPS (m)	Diferencia (mm)
1	10	10	-
2	9,819	9,893	74
3	9,644	9,649	5
4	9,464	9,488	24
5	9,282	9,150	-132
6	9,142	9,156	14
7	9,002	9,019	17
8	8,883	8,903	20
9	8,787	8,842	55
10	8,676	8,736	60
11	8,604	8,646	42
12	8,579	8,612	33
13	8,509	8,560	51
14	8,421	8,445	24
15	8,366	8,412	46
16	8,309	8,336	27
17	8,256	8,294	38
18	8,197	8,200	3
19	8,125	8,177	52
20	8,096	8,141	45
21	8,056	8,067	11
22	8,045	8,056	11
23	8,004	8,032	28
24	7,995	8,014	19

COMPARACIÓN ENTRE MEDICIÓN GPS Y COTA DE REFERENCIA



COMPARACIÓN ENTRE DIFERENCIAS DE COTAS SEGÚN LOS DISTINTOS INSTRUMENTOS UTILIZADOS

PUNTO	COTA	LEICA NA 724		ET TOPCON 3007 W		LEICA TCR 407		GPS
VISADO	REFERENCIA (m)	DIF. COMO NIVEL (m)	DIFERENCIA EXTREMO (m)	DIF. COMO NIVEL (m)	DIFERENCIA EXTREMO (m)	DIF. COMO NIVEL (m)	DIF. EXTREMO (m)	DIFERENCIA
P 1	10	0	0	0	0	0	0	0
P 2	9,819	0,002	0,002	0,002	-0,001	0,003	0,002	0,074
P 3	9,644	0,001	0,001	0,003	-0,002	0,003	0,001	0,005
P 4	9,464	0,000	0,000	0,005	-0,006	0,002	0,000	0,024
P 5	9,282	0,002	0,002	0,006	-0,007	0,004	0,002	-0,132
P 6	9,142	0,001	0,001	0,004	-0,008	0,003	0,001	0,014
P 7	9,002	0,001	0,002	0,002	-0,009	0,003	-0,001	0,017
P 8	8,883	0,003	0,001	0,002	-0,013	0,002	0,001	0,02
P 9	8,787	0,002	0,003	0,006	-0,017	0,002	-0,002	0,055
P 10	8,676	0,003	0,003	0,010	-0,017	0,003	-0,001	0,06
P 11	8,604	0,002	0,001	0,014	-0,016	0,004	-0,002	0,042
P 12	8,579	0,000	-0,002	0,012	-0,020	0,001	-0,005	0,033
P 13	8,509	0,000	-0,004	0,013	-0,022	0,002	-0,003	0,051
P 14	8,421	0,002	-0,001	0,012	-0,022	0,003	-0,005	0,024
P 15	8,366	0,003	0,009	0,011	-0,024	0,003	-0,004	0,046
P 16	8,309	0,003	0,006	0,012	-0,038	0,004	-0,006	0,027
P 17	8,256	0,002	-	0,014	-0,044	0,004	-0,003	0,038
P 18	8,197	0,002	-	0,016	-0,046	0,005	-0,002	0,003
P 19	8,125	0,002	-	0,016	-0,053	0,005	-0,005	0,052
P 20	8,096	0,003	-	0,012	-0,054	0,003	-0,002	0,045
P 21	8,056	0,004	-	0,011	-0,060	0,005	-0,004	0,011
P 22	8,045	0,003	-	0,009	-0,058	0,004	-0,002	0,011
P 23	8,004	0,002	-	0,009	-0,060	0,003	-0,004	0,028
P 24	7,995	0,002	-	0,006	-0,066	0,003	-0,005	0,019

COMPARACIÓN ENTRE LA COTA OBTENIDA CON LOS DISTINTOS INSTRUMENTOS UTILIZADOS Y LA COTA DE REFERENCIA

