



Nivelamento Geométrico | Data: ____/____/____ ; Instrumento: _____ ; Folha: ____/____ ;

Grupo: _____ ; Operador: _____ ; Troço: _____

	Mira atrás	Distância mira-nível	Mira à frente	Distância mira-nível	Distância D _i entre miras	Desnível	Cota	Desnível ajustado	Cota ajustada
T1	IS	(fS-fI)*100							
	II								
	(fS+fI)/2								
M1	IM	1.8024	17.01						
	IS	(fS-fI)*100							
	II								
M2	(fS+fI)/2								
	IM	1.4735	19.88	1.5690	17.40	34.41	0.2334		
	IS	(fS-fI)*100							
M3	II								
	(fS+fI)/2								
	IM	0.5350	23.51	2.9319	19.94	39.22	-1.4584		
M4	IS	(fS-fI)*100							
	II								
	(fS+fI)/2								
M5	IM	2.7229	40.14	0.6507	22.26	45.77	-0.1157		
	IS	(fS-fI)*100							
	II								
M6	(fS+fI)/2								
	IM	1.5069	32.69	0.8280	28.96	69.10	1.8949		
	IS	(fS-fI)*100							
T2	II								
	(fS+fI)/2								
	IM			2.0593	57.44	90.13	-0.5524		
T3	IS	(fS-fI)*100							
	II								
	(fS+fI)/2								
T4	IM								
	IS	(fS-fI)*100							
	II								
T5	(fS+fI)/2								
	IS	(fS-fI)*100							
	II								
T6	(fS+fI)/2								
	IS	(fS-fI)*100							
	II								
T7	(fS+fI)/2								
	IS	(fS-fI)*100							
	II								
T8	(fS+fI)/2								
	IS	(fS-fI)*100							
	II								
T9	(fS+fI)/2								
	IS	(fS-fI)*100							
	II								
T10	(fS+fI)/2								
	IS	(fS-fI)*100							
	II								
T11	(fS+fI)/2								
	IS	(fS-fI)*100							
	II								
T12	(fS+fI)/2								
	IS	(fS-fI)*100							
	II								
T13	(fS+fI)/2								
	IS	(fS-fI)*100							
	II								
T14	(fS+fI)/2								
	IS	(fS-fI)*100							
	II								
T15	(fS+fI)/2								
	IS	(fS-fI)*100							
	II								
T16	(fS+fI)/2								
	IS	(fS-fI)*100							
	II								
T17	(fS+fI)/2								
	IS	(fS-fI)*100							
	II								
T18	(fS+fI)/2								
	IS	(fS-fI)*100							
	II								
T19	(fS+fI)/2								
	IS	(fS-fI)*100							
	II								
T20	(fS+fI)/2								
	IS	(fS-fI)*100							
	II								
T21	(fS+fI)/2								
	IS	(fS-fI)*100							
	II								
T22	(fS+fI)/2								
	IS	(fS-fI)*100							
	II								
T23	(fS+fI)/2								
	IS	(fS-fI)*100							
	II								
T24	(fS+fI)/2								
	IS	(fS-fI)*100							
	II								
T25	(fS+fI)/2								
	IS	(fS-fI)*100							
	II								
T26	(fS+fI)/2								
	IS	(fS-fI)*100							
	II								
T27	(fS+fI)/2								
	IS	(fS-fI)*100							
	II								
T28	(fS+fI)/2								
	IS	(fS-fI)*100							
	II								
T29	(fS+fI)/2								
	IS	(fS-fI)*100							
	II								
T30	(fS+fI)/2								
	IS	(fS-fI)*100							
	II								
T31	(fS+fI)/2								
	IS	(fS-fI)*100							
	II								
T32	(fS+fI)/2								
	IS	(fS-fI)*100							
	II								
T33	(fS+fI)/2								
	IS	(fS-fI)*100							
	II								
T34	(fS+fI)/2								
	IS	(fS-fI)*100							
	II								
T35	(fS+fI)/2								
	IS	(fS-fI)*100							
	II								
T36	(fS+fI)/2								
	IS	(fS-fI)*100							
	II								
T37	(fS+fI)/2								
	IS	(fS-fI)*100							
	II								
T38	(fS+fI)/2								
	IS	(fS-fI)*100							
	II								
T39	(fS+fI)/2								
	IS	(fS-fI)*100							
	II								
T40	(fS+fI)/2								
	IS	(fS-fI)*100							
	II								
T41	(fS+fI)/2								
	IS	(fS-fI)*100							
	II								
T42	(fS+fI)/2								
	IS	(fS-fI)*100							
	II								
T43	(fS+fI)/2								
	IS	(fS-fI)*100							
	II								
T44	(fS+fI)/2								
	IS	(fS-fI)*100							
	II								
T45	(fS+fI)/2								
	IS	(fS-fI)*100							
	II								
T46	(fS+fI)/2								
	IS	(fS-fI)*100							
	II								
T47	(fS+fI)/2								
	IS	(fS-fI)*100							
	II								
T48	(fS+fI)/2								
	IS	(fS-fI)*100							
	II								
T49	(fS+fI)/2								
	IS	(fS-fI)*100							
	II								
T50	(fS+fI)/2								
	IS	(fS-fI)*100							
	II								
T51	(fS+fI)/2								
	IS	(fS-fI)*100							
	II								
T52	(fS+fI)/2								
	IS	(fS-fI)*100							
	II								
T53	(fS+fI)/2								
	IS	(fS-fI)*100							
	II								
T54	(fS+fI)/2								
	IS	(fS-fI)*100							
	II								
T55	(fS+fI)/2								
	IS	(fS-fI)*100							
	II								
T56	(fS+fI)/2								
	IS	(fS-fI)*100							
	II								
T57	(fS+fI)/2								
	IS	(fS-fI)*100							
	II								

$$T1 \xrightarrow{\Delta 1} M1 \xrightarrow{\Delta 2} M2 \xrightarrow{\Delta 3} M3 \xrightarrow{\Delta 4} M4 \xrightarrow{\Delta 5} T1$$

$$\begin{cases} T1 + \Delta 1 = M1 \\ M1 + \Delta 2 = M2 \\ M2 + \Delta 3 = M3 \\ M3 + \Delta 4 = M4 \\ M4 + \Delta 5 = T1 \end{cases} \begin{cases} 80.108 + 0.2334 = M1 = 80.3414 \text{ m} \\ 80.3414 - 1.4584 = M2 = 78.8830 \text{ m} \\ 78.8830 - 0.1157 = M3 = 78.7673 \text{ m} \\ 78.7673 + 1.8949 = M4 = 80.6622 \text{ m} \\ 80.6622 - 0.5524 = T1 = 80.1098 \text{ m} \end{cases}$$

inconsistência

=> ajustar observações (por mínimos quadrados)

$$80.108 = M4 - 0.5524 \Leftrightarrow M4 = 80.6604 \text{ m} \quad ?$$

$$\begin{cases} T1 + \Delta 1 + v_1 = M1 \\ M1 + \Delta 2 + v_2 = M2 \\ M2 + \Delta 3 + v_3 = M3 \\ M3 + \Delta 4 + v_4 = M4 \\ M4 + \Delta 5 + v_5 = T1 \end{cases} \begin{cases} v_1 - M1 + T1 + \Delta 1 = 0 \\ v_2 + M1 - M2 + \Delta 2 = 0 \\ v_3 + M2 - M3 + \Delta 3 = 0 \\ v_4 + M3 - M4 + \Delta 4 = 0 \\ v_5 + M4 - T1 + \Delta 5 = 0 \end{cases} \begin{matrix} M=5 \\ U=4 \end{matrix}$$

↳ ? **resíduos das observações**

Technical Data	DiNi® 12	DiNi® 22
Accuracy as per DIN 18723		
Standard deviation on 1 km of double levelling		
Electronic measurement:		
- invar precision bar code staff	0.3 mm	0.7 mm
- foldable bar code staff	1.0 mm	1.3 mm
Visual measurement		
- foldable staff, metric scale	1.5 mm	2.0 mm

$$\vec{v}_{5,1} + A_{5,4} \vec{X}_{4,1} + \vec{W}_{5,1} = 0$$

$$\begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \\ v_3 \\ v_4 \\ v_5 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} M1 \\ M2 \\ M3 \\ M4 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} T1 + \Delta 1 \\ \Delta 2 \\ \Delta 3 \\ \Delta 4 \\ -T1 + \Delta 5 \end{bmatrix} = 0$$

$$\vec{U} = A^T P (-W), \quad N = A^T P A \Rightarrow \vec{X} = N^{-1} U$$

$$\vec{v} = \vec{W} - A \Delta$$

$$Q_{\Delta} = N^{-1}$$

- "T1", 1.8024, 17.01, 80.108, -1
- "M1", 1.4735, 19.88, 1.5690, 17.40
- "M2", 0.5350, 23.51, 2.9319, 19.94
- "M3", 2.7229, 40.14, 0.6507, 22.26
- "M4", 1.5069, 32.69, 0.8280, 28.96
- "T1", 80.108, 0.7, 2.0593, 57.44

```
*****
*
*   Ajustamento de uma linha de nivelamento geometrico   *
*
*****
```

Ficheiro de dados: zeiss_C8_linha_fechada.txt

Erro de fecho da linha (m) = 0.0018

Tolerancia (m) para o erro de fecho da linha c/ formulas dos slides 94 e 96 = 0.0076

Desenvolvimento da linha (km) = 0.279

Numero de desniveis da linha = 5

Numero de desniveis/km = 17.9

Tolerancia baixa (m) para o erro de fecho da linha c/ formulas do slide 91 = 0.0135

Tolerancia media (m) para o erro de fecho da linha c/ formulas do slide 91 = 0.0068

Tolerancia alta (m) para o erro de fecho da linha c/ formulas do slide 91 = 0.0045

|erro de fecho| < tolerancia => Aceitar observacoes, seguir para ajustamento.

v = 1.0e-03 *

-0.221817140001690
-0.256691616226767
-0.295047093790135
-0.445439243613510
-0.581004906365479

l_ajustadas =

0.233178182859998
-1.458656691616227
-0.115995047093790
1.894454560756387
-0.552981004906365

Erro de fecho (m) = 2.664535259100376e-15

Teste da razao das variancias: rejeitar o ajustamento. Degradar incerteza nominal do aparelho 0.5 mm/km.

Teste da razao das variancias: rejeitar o ajustamento. Degradar incerteza nominal do aparelho 0.5 mm/km.

Teste da razao das variancias: aceitar o ajustamento.

altitude ajustada do ponto M1 = 80.341 ± 0.001

altitude ajustada do ponto M2 = 78.883 ± 0.001

altitude ajustada do ponto M3 = 78.767 ± 0.001

altitude ajustada do ponto M4 = 80.661 ± 0.001

Incerteza nominal do aparelho = 0.7 mm/km niv. duplo

Incerteza real do aparelho = 1.7 mm/km niv. duplo