

AUXILIAR N° 1
TOPOGRAFIA

Profesor: Iván Bejarano

Auxiliares: Pablo Heresi
Carlos Rozas
Eugenia Tapia

4 de Septiembre de 2009

Pregunta N°1:

A usted como experto topográfico se le solicita estimar la longitud que deberá tener una tubería enterrada que nace en un punto A y termina en un punto E tal como se muestra en la figura.

Tramo AB: usted se moviliza en automóvil desde A a B por un tramo recto de camino con pendiente de $i = 10\%$ (por cada 100 [m] hor. sube 10 [m] en altura). Su automóvil, que pesa 2 [Ton] distribuye uniformemente su carga en las cuatro ruedas de ancho 15 [cm.], radio $R = 30$ [cm.] e infladas a 28 [psi] (1 [psi] = 0,07051 [kgf/cm²]), alcanza a dar $n = 984,1$ vueltas de neumático (odómetro del auto).

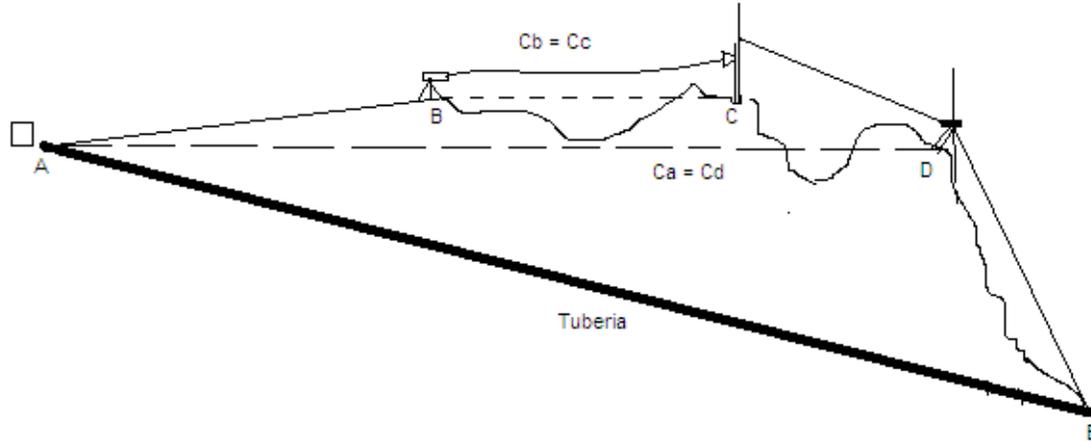
Nota: El radio medio se puede calcular como: $R_m = \frac{R(2\pi - \theta) + R_{\min}\theta}{2\pi}$, donde θ es el ángulo entre los bordes de contacto del neumático con el pavimento. (Suponga que el neumático está en contacto a través de todo su ancho).

Tramo BC: Medición con distanciómetro de longitud de onda $\lambda = 0,1$ [m], que para la medición contabiliza $n = 9700$ longitudes de onda completas y una fase de $\phi = 3\pi / 4$.

Tramo CD: Medición con taquímetro obteniéndose $ES = 1,346$ [m], $EI = 0,215$ [m], $Zd = 76,724$ [grad], $Zt = 323,274$ [grad].

Tramo DE: Angulo vertical entre DE $Z = 147,31$ [grad], medición de nivelación geométrica cerrada del tipo precisa con los siguientes datos:

Punto	L atrás [m]	L adelante [m]
D	1,424	
PC1	0,110	1,615
PC2	0,012	1,861
PC3	0,216	2,711
E	3,881	2,932
PC4	3,600	0,023
PC5		0,106



Indicaciones:

Ca = Cd
Cb = Cc

Precisiones:

Tramo AB: $\sigma_n = 0,2$; $\sigma_i = 0$; $\sigma_R = 0,001m$ ($\sigma_R = \sigma_{\bar{R}}$)

Tramo BC: $\sigma_\lambda = 0,0001m$; $\sigma_n = 0,1$; $\sigma_\phi = 0$

Tramo CD: $\sigma_Z = 0,005grad$; $\sigma_{ES} = \sigma_{EI} = 0$

Tramo DE: $\sigma_{HM} = 0,005m$

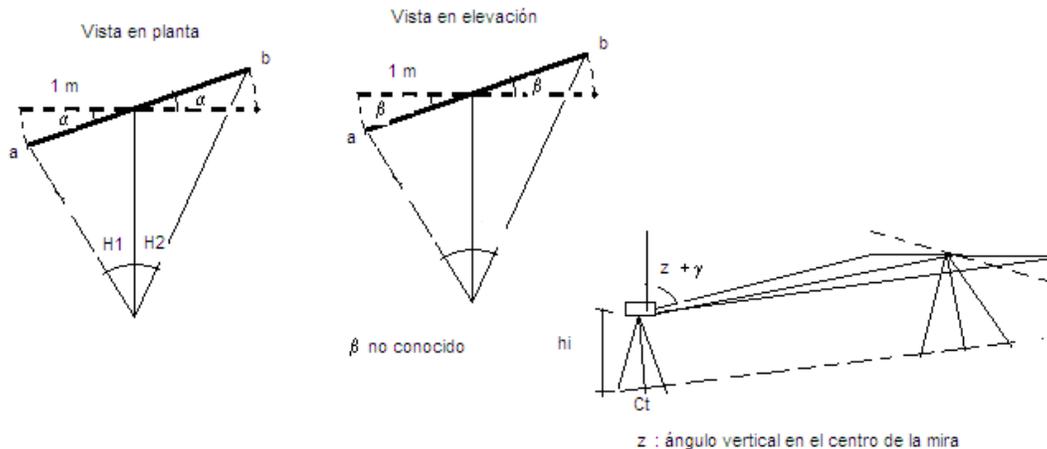
Con los datos suministrados, se solicita calcular el costo más desfavorable del trazado de la tubería suponiendo que el coso por ml es de $P = 108,12$ US\$.

Pregunta N°2:

En el trazado de un polígono se realizaba una medición con una mira horizontal de brazo 1 m. Descuidos en la instalación produjeron que la mira quedara desangulada tanto en la horizontal como en la vertical (ver figura). La mira está dispuesta con una burbuja tubular ubicada justo en su centro y en la dirección de sus brazos (radio de curvatura R y separación de graduaciones Δ).

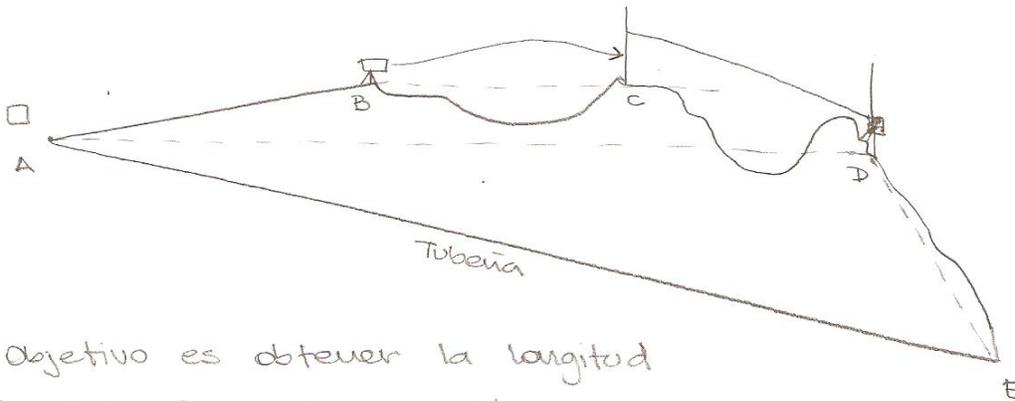
Al realizar las mediciones se tomaron lecturas de los ángulos horizontales $H1$ y $H2$ (figura), además de los ángulos verticales con respecto al centro y a cada extremo de la mira horizontal, obteniéndose los valores Z , $(Z + \gamma)$ y $(Z - \gamma)$ respectivamente (figura). Se solicita encontrar una expresión para el número de graduaciones n que se corrió la burbuja en función de: $n = n(R, \Delta, \alpha, Z, \gamma, H1)$.

Encontrar además la cota de los calajes extremos de la mira a y b, sabiendo que la cota del punto de instalación del taquímetro es C_T , su altura instrumental es hi .
 $C_{a,b} = C_{a,b}(C_T, hi, \alpha, H1, Z, \gamma)$



Nota: Z ángulo vertical en el centro de la mira,
 $Z + \gamma$: ángulo vertical en el borde a y
 $Z - \gamma$: ángulo vertical en el borde b

71



$$C_B = C_C$$

$$C_A = C_D$$

El objetivo es obtener la longitud de la tubería y la precisión asociada, pues ésta determina el costo más desfavorable

$$\text{Precio} = \text{Precio metro lineal} \cdot (\text{Largo tubería} + \angle \text{largo tubería})$$

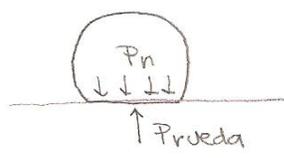
Tramo A-B:

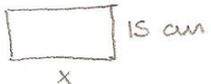
Peso = 2.000 kg

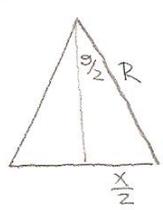
Pueda = 500 kg

Pneumático = 28 psi = $28 \cdot 0,07031 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} = 1,97 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$

$P_{\text{ueda}} = A \cdot P_{\text{neumático}} \Rightarrow A = \frac{P_{\text{ueda}}}{P_{\text{neum}}} = \frac{500}{1,974} = 253,81 \text{ cm}^2$



Imprenta:  $\Rightarrow x = \frac{253,81}{15} = 16,92 \text{ cm}$



$$\text{sen}\left(\frac{\theta}{2}\right) = \frac{x}{2R}$$

$$\text{sen}\left(\frac{\theta}{2}\right) = \frac{16,92}{2 \cdot 30} = 0,282$$

$$\theta = 0,572 \text{ rad}$$

$$R_{\text{min}} = R \cos \frac{\theta}{2} = 30 \cdot \cos(0,286)$$

$$R_{\text{min}} = 28,78 \text{ cm}$$

$$\bar{R} = \frac{R(2\pi - \theta) + R_{\text{min}} \theta}{2\pi}$$

$$\bar{R} = \frac{30(2\pi - 0,572) + 28,78 \cdot 0,572}{2\pi}$$

$$\bar{R} = 29,89 \text{ cm}$$

Luego, $d_i = n \cdot 2\pi \bar{R} = 984,1 \cdot 2\pi \cdot 0,2989 = 1848,18 \text{ m}$

$i = 10\% \Rightarrow i = \tan^{-1}(0,1) = 0,0996$

$D_{h, AB} = d_i \cdot \cos(i) = 1848,18 \cdot \cos(0,0996) = 1839,01 \text{ m}$

Tramo BC:

Distancia metro: $Dh_{BC} = \lambda \left(n + \frac{\phi}{2\pi} \right) = 0,1 \left(9700 + \frac{3\pi}{4 \cdot 2\pi} \right)$

$Dh_{BC} = 970,038 \text{ m}$

Tramo CD:

$Dh = KQ \text{ sen}^2(z)$

$Q = ES - EI = 1,346 - 0,215 = 1,131 \text{ m}$

Directa: $Dh_D = 100 \cdot 1,131 \cdot \text{sen}^2(76,724) = 98,643 \text{ m}$

Tránsito: $Dh_T = 100 \cdot 1,131 \cdot \text{sen}^2(400 - 323,274) = 98,645 \text{ m}$

$\Rightarrow Dh_{CD} = 98,644 \text{ m}$

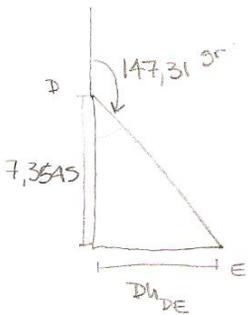
Tramo DE:

Pto	L atrás	L ad	$du^{s/c}(+)$	$du^{s/c}(-)$	$du^c(+)$	$du^c(-)$
D	1,424					
PC1	0,110	1,615		0,191		0,1909
PC2	0,012	1,861		1,751		1,7504
PC3	0,216	2,711		2,699		2,6981
E	3,881	2,932		2,716		2,7151
PCA	3,600	0,023	3,858		3,8593	
PCS		0,106	3,494		3,4952	
	<u>9,243</u>	<u>9,248</u>	<u>7,352</u>	<u>7,357</u>	<u>7,3545</u>	<u>7,3545</u>

$e_c = -0,005$

$e_u = -0,00034$

$du^c = du^{s/c} - e_u du^{s/c}$



$Dh_{DE} = 7,3545 \cdot \tan(200 - 147,31) = 8,003 \text{ m}$

Finalmente:

$Dh_{TOTAL} = 1839,01 + 970,038 + 98,644 + 8,003 = 2915,7$

$L_{TUBERÍA} = \sqrt{Dh_{TOTAL}^2 + dh_{DE}^2} = \sqrt{2915,7^2 + 7,3545^2}$

$L_{TUBERÍA} = 2915,7 \text{ m}$

Precisiones:

Tramo AB:

$$\Delta d_i = 2\pi \sqrt{\frac{1}{R}^2 \Delta n^2 + n^2 \Delta R^2} = 2\pi \sqrt{(0,2989 \cdot 0,2)^2 + (989,1 \cdot 0,001)^2}$$

$$\Delta d_i = 6,19 \text{ m}$$

$$\Delta i = 0 \Rightarrow \Delta D_H = 6,19 \text{ m}$$

Tramo BC:

$$\Delta D_H = \sqrt{\left(n + \frac{\phi}{2\pi}\right)^2 \Delta \lambda^2 + \lambda^2 \Delta n^2} = \sqrt{\left(9700 + \frac{3}{8}\right)^2 \cdot 10^{-8} + 0,1^2 \cdot 0,1^2}$$

$$\Delta D_H = 0,97 \text{ m}$$

Tramo CD:

$$\Delta d_H = \sqrt{\left(\frac{\partial D_H}{\partial z}\right)^2 \Delta z^2} = 2kG \sin(z) \cos(z) \Delta z = kG \sin(2z) \cdot \Delta z$$

$$\Delta z = 0,005 \cdot \frac{\pi}{200}$$

$$\Delta d_{H_D} = 0,006 \text{ m}$$

$$\Delta d_{H_T} = 0,006 \text{ m}$$

$$\Delta D_H = 0,004 \text{ m}$$

Tramo DE:

$$\Delta d_H = \sqrt{((0,005)^2 + (0,005)^2) \cdot 4} = 0,005 \sqrt{8} = 0,014 \text{ m}$$

$$D_{H_{DE}} = d_H \cdot \tan(z) \Rightarrow \Delta D_H = \sqrt{d_H^2 \cdot \sec^4(z) \cdot \Delta z^2 + \tan^2(z) \cdot \Delta d_H^2}$$

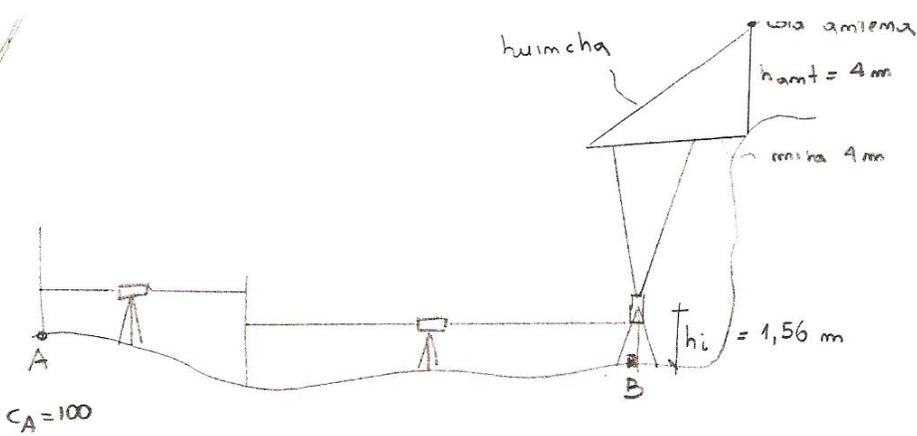
$$\Delta z = 0,005 \cdot \frac{\pi}{200}$$

$$\Delta D_H = 0,013 \text{ m}$$

$$\Delta D_{H_{TOTAL}} = \sqrt{\Delta D_{HAB}^2 + \Delta D_{HBC}^2 + \Delta D_{HCD}^2 + \Delta D_{HDE}^2} = 6,27 \text{ m}$$

$$\Delta_{L_{Tubería}} = \sqrt{\left(\frac{1}{2} \cdot \frac{2 \cdot D_{H_{TOTAL}}}{\sqrt{D_{H_{TOTAL}}^2 + d_H^2}}\right)^2 \Delta D_{H_{TOTAL}}^2 + \left(\frac{1}{2} \cdot \frac{2 \cdot d_H}{\sqrt{D_{H_{TOTAL}}^2 + d_H^2}}\right)^2 \Delta d_H^2}$$
$$= 6,3 \text{ m}$$

$$\text{Luego } \Phi = 108,12 (2913,7 + 6,3) = 315927 \text{ US\$}$$



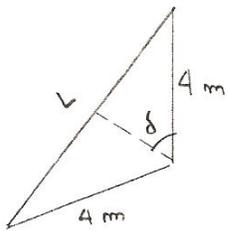
Tramo A-B

Punto	lect At	lect Ad	s_{lc} dm(+)	s_{lc} dm(-)	c dm(+)	c dm(-)	cota	
A	1,351						100,000	A
PC1	0,318	2,026		0,675		0,67419 (0,674)	99,326	PC1
PC2	1,825	1,421		1,103		1,10167 (1,102)	98,224	PC2
PC3	2,341	1,331	0,494		0,49459 (0,495)		98,719	PC3
B	3,015	1,995	0,346		0,34641 (0,346)		99,065	B
PC4	2,143	3,326		0,311		0,3106 (0,311)	98,754	PC4
PC5	0,880	1,614	0,529		0,52963 (0,530)		99,284	PC5
A		0,165	0,715		0,71585 (0,716)		100	PC6
Σ	11,873	11,878	2,084	2,089	2,087 = 2,087			

$$e_c = -0,005 < e_{adm} = 3,2\sqrt{7} = 8,5 \text{ mm} \checkmark$$

$$C_B = 99,065$$

Ecuación caso de la Huircha



$$L_0 = 5,423 \text{ m}$$

$$\text{Area huircha} = 0,1 \times 2,5 \text{ cm} = 0,25 \text{ cm}^2$$

$$P = 3,75 \text{ Ton} = 3750 \text{ kg}$$

$$\sigma = \frac{P}{A} = 15.000 \text{ kg/cm}^2$$

$$E = 2.100.000 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\sigma = E \epsilon \quad \epsilon = 0,0071 = \frac{\Delta L}{L}$$

$$\Delta L_\sigma = 0,0071 \times 5,423 \text{ m}$$

$$\Delta L_\sigma = 0,046 \text{ m}$$

Por temp.

$$\Delta L_{\Delta t} = L \alpha \Delta t$$

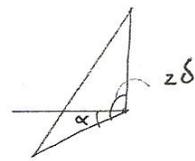
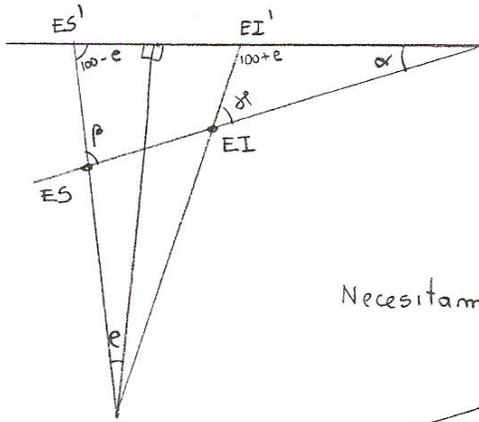
$t_{base} = 20^\circ$

$$= 5,423 \times 1,37 \times 10^{-3} \text{ m}/^\circ \times (37 - 20)$$

$t_{medic.} = 37^\circ$

$$\Delta L_{\Delta t} = 0,150 \text{ m}$$

$$L = L_0 + \Delta L_\sigma + \Delta L_{\Delta t} = 5,423 + 0,046 + 0,150 = 5,619$$

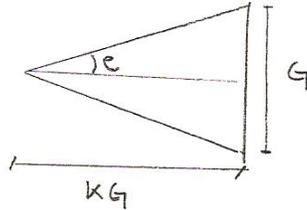


$$\alpha = 2\delta - 100$$

$$\alpha = 2 \times 62,03 - 100$$

$$\alpha = 24,0673^\circ$$

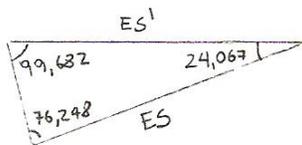
Necesitamos calcular e?



$$Dh = KG$$

$$tge = \frac{G/2}{KG} = \frac{1}{2 \times 100}$$

$$tge = 0,005 \quad e = 0,3183^\circ$$



$$\beta = 76,2483^\circ$$

$$ES = 3,812$$

$$\frac{\sin 99,682}{3,812} = \frac{\sin 76,248}{ES'}$$

$$ES' = 3,550$$



$$\alpha = 75,6153^\circ \quad EI = 2,975$$

$$\frac{\sin 100,318}{2,975} = \frac{\sin 75,615}{EI'}$$

$$EI' = 2,759$$

Distancia taquimétrica : $Dh = KG \sin^2 z'$

$$z' = 100 + z$$

$$z = 0$$

$$\Rightarrow Dh = KG = 100 \cdot (ES' - EI')$$

$$z' = 100$$

$$Dh = 79,1 \text{ m}$$

$$\text{Cota Antena} = C_B + h_{\text{Inst}} + Dh + h_{\text{antena}}$$

$$= 99,065 + 1,56 + 79,1 + 4$$

$$\text{Cota Antena} = 183,725 \text{ m}$$