

CURSO TOPOGRAFIA ALTIMÉTRICA

2do. Semestre 2024

DOCENTES:

Ing. Agrim. MAGALI MARTINEZ – Ing. Agrim. MARTIN WAINSTEIN

REPASO

NIVELACION GEOMETRICA: CONCEPTOS GENERALES EN EL AREA DE LA TOPOGRAFIA

PUNTOS DE CAMBIO ●

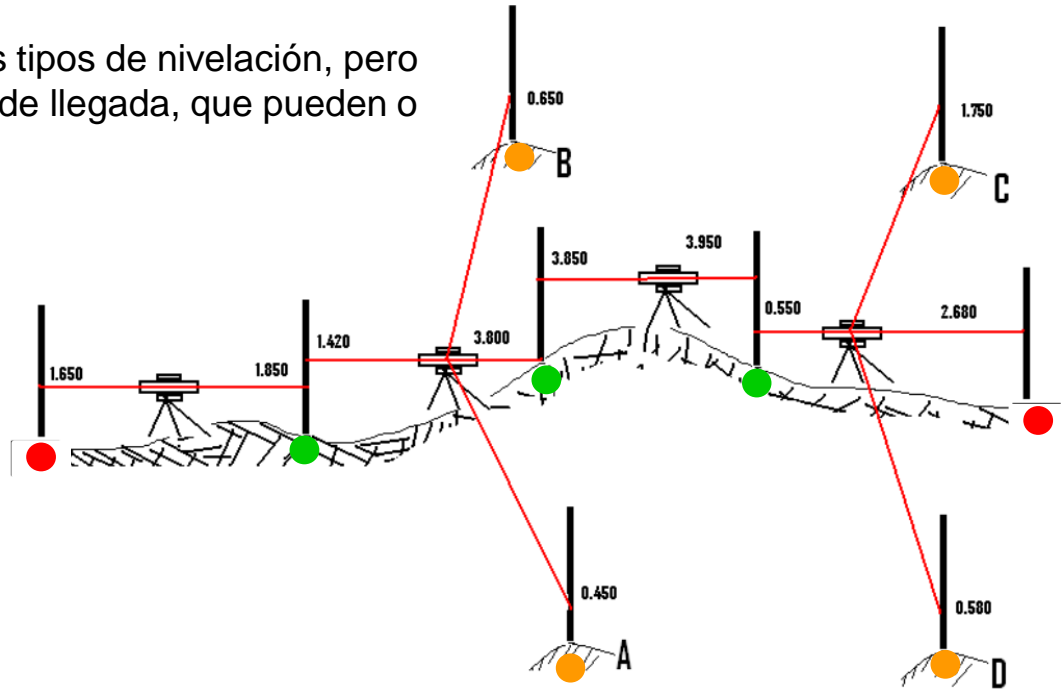
Los puntos de cambio se refieren a aquellos puntos donde, en una nivelación geométrica compuesta, se tendrán 2 planos colimadores distintos.

PUNTOS INTERMEDIOS ●

Los puntos intermedios se refieren a aquellos donde se efectúan las lecturas intermedias, o sea, puntos que son de interés en el relevamiento y que no implican un cambio de estación.

PUNTOS DE PARTIDA Y LLEGADA ●

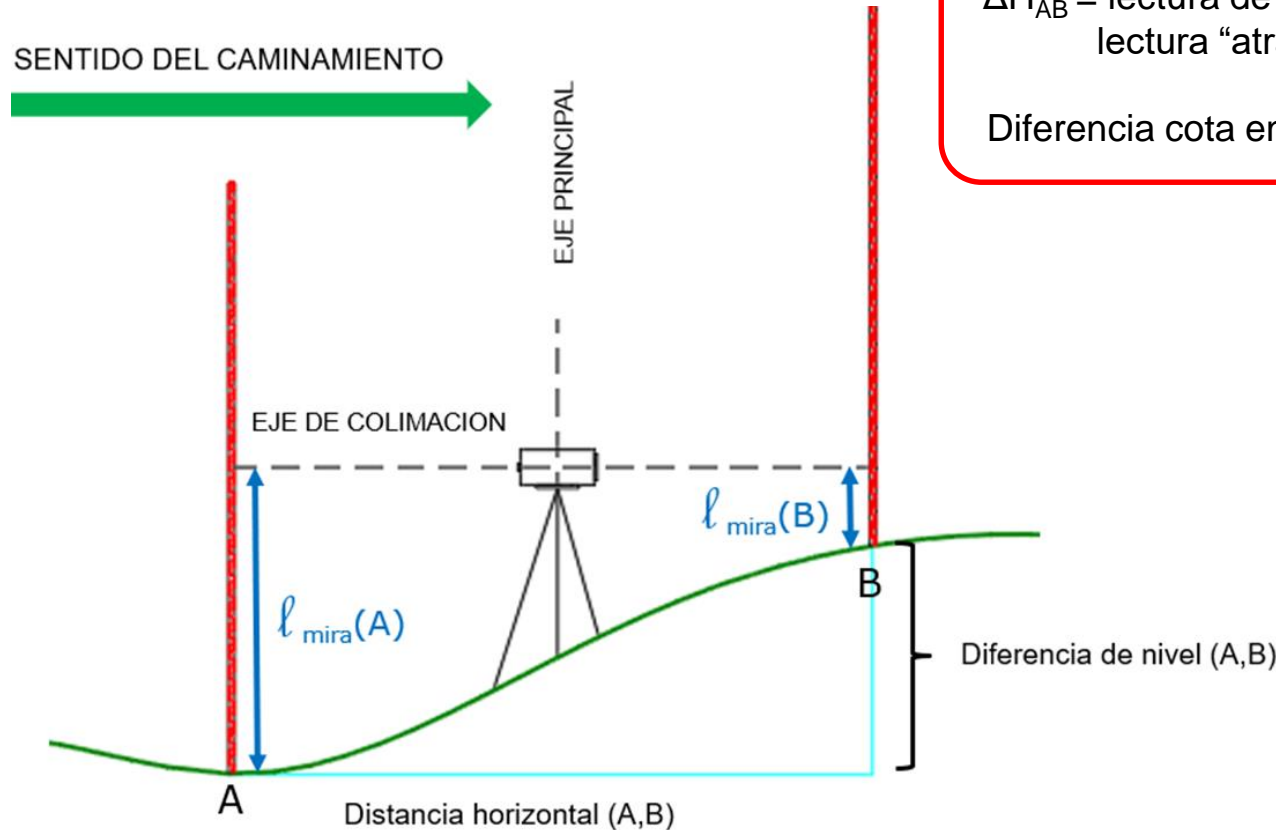
Como veremos mas adelante existen diferentes tipos de nivelación, pero en todas ellas existe un punto de partida y uno de llegada, que pueden o no ser coincidentes.



TOPOGRAFIA ALTIMETRICA

NIVELACION GEOMETRICA SIMPLE

Recibe este nombre cuando los puntos a nivelar están dentro de los límites del campo topográfico altimétrico (entorno dentro del cual minimizamos la incidencia de los errores de curvatura y refracción) y el desnivel entre dichos puntos se puede estimar con una sola estación.



$$\Delta H_{AB} = \text{lectura de mira (A)} - \text{lectura de mira (B)}$$

lectura "atrás" – lectura "adelante"

$$\text{Diferencia cota entre A y B} = \text{COTA (B)} - \text{COTA (A)}$$

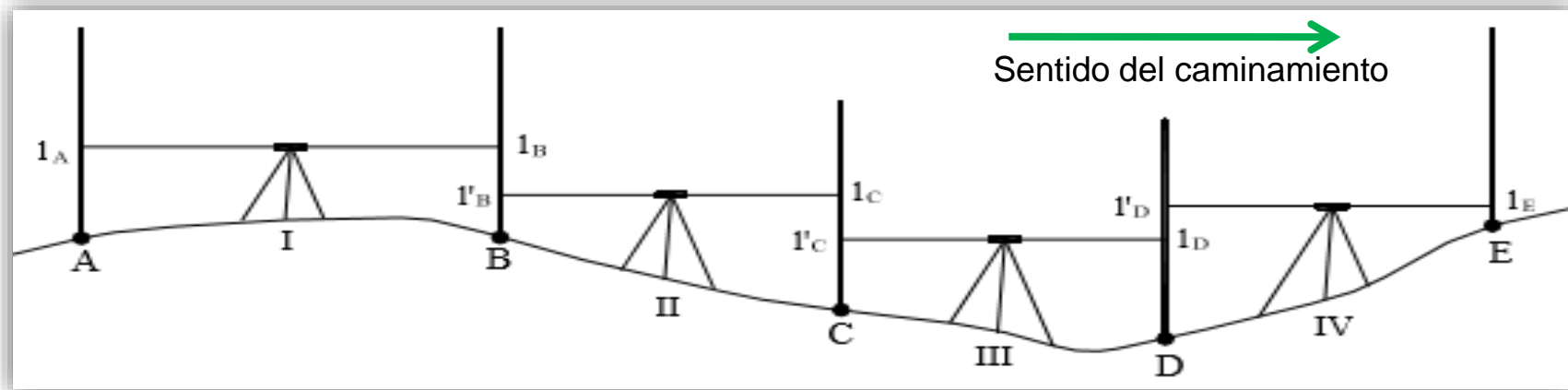
NIVELACION GEOMETRICA COMPUESTA

NIVELACION GEOMETRICA COMPUESTA

Recibe este nombre cuando los puntos entre los que se desea calcular el desnivel se encuentran separados una distancia mayor que el límite del campo topográfico o el alcance visual.

En este caso es necesario la colocación de estaciones intermedias.

Los puntos intermedios son los denominados como **B, C, D** en la imagen adjunta.



$$\Delta H_{AB} = l_A - l_B$$

$$\Delta H_{BC} = l'_B - l_C$$

$$\Delta H_{CD} = l'_C - l_D$$

$$\Delta H_{DE} = l'_D - l'_E$$

$$\sum \Delta H = [(l_A - l_B) + (l'_B - l_C) + (l'_C - l_D) + (l'_D - l'_E)]$$

$$\sum \Delta H = [(l_A + l'_B + l'_C + l'_D) - (l_B + l_C + l_D + l'_E)]$$



$$\sum H_{AE} = \sum(\text{lecturas atrás}) - \sum(\text{lecturas adelante})$$

NIVELACION GEOMETRICA COMPUESTA - CONTROL

Si tenemos en cuenta el sentido de avance en el recorrido de nuestra nivelación vemos que las lecturas I_A , I'_B , I'_C y I'_D son las que quedan “atrás” (o a la espalda del instrumento), por lo que se las denomina precisamente **lecturas atrás**. Análogamente, I_B , I_C , I_D y I_E son las lecturas que quedan “adelante” (o hacia el frente del instrumento), llamándoseles obviamente, **lecturas adelante**.

Como se puede apreciar en la formulación matemática asociada a la imagen, para hallar el desnivel entre los puntos extremos (en este caso A y E) no es necesario calcular las cotas de los puntos intermedios, simplemente basta hallar la diferencia entre la suma de las lecturas atrás y la suma de las lecturas adelante.

$$DH_{AE} = \sum(\text{lecturas atrás}) - \sum(\text{lecturas adelante})$$

NIVELACION GEOMETRICA

CIERRE Y COMPENSACION DE PLANILLAS DE
CAMPO

CALCULO DE COTAS COMPENSADAS

REPASO: ERROR CURVATURA Y REFRACCIÓN

ERROR CURVATURA Y REFRACCION

$$e_{cr} = \frac{D^2}{2R} \times (1 - k)$$

Siendo k el coeficiente de refracción

CAMPO TOPOGRAFICO

Depende de:

- precisión deseada en la nivelación
- apreciación de instrumentos utilizados

D	e_{cr} mm	TIPO DE NIVELACION
100	0,65	Nivelación geométrica de precisión. Mira vertical de invar y micrómetro óptico.
200	2,64	Nivelación geométrica con mira vertical.
400	10,55	Nivelaciones taquimétricas . Determinación de puntos de relleno.
500	16,48	Considerar el e_{cr} .
≥ 1.000	65,93	

Para distancias (nivel, mira) mayores de 400 metros, se debe considerar el error por curvatura y refracción.

CONTROL DE NIVELACION

El control de cierre en una nivelación, se aplica tanto a una nivelación cerrada (el punto de partida y el punto de llegada coinciden) o una nivelación enmarcada (punto de partida y punto de llegada con cotas conocidas).

El error de cierre (e_c) depende de:

- precisión de instrumentos utilizados
- número de estaciones (o números de puntos de cambio)
- cuidado en las lecturas
- cuidados en la colocación de la mira (verticalidad y correcta ubicación del punto)

NIVELACION CERRADA:

En este caso, el punto inicial y el punto final coinciden, por lo que la diferencia de nivel del circuito (o la diferencia de cotas entre el inicio y el final) “debería” valer cero.

$$e_c = \sum(\text{lecturas atrás}) - \sum(\text{lecturas adelante})$$

$$e_c = \text{Cota (punto final)} - \text{Cota (punto inicial)}$$

NIVELACION ENMARCADA:

Las cotas de los extremos de la nivelación (punto de partida y punto de llegada) son conocidas.

$$e_c = (\sum(\text{lecturas atrás}) - \sum(\text{lecturas adelante})) - (\text{Cota (punto final)} - \text{Cota (punto inicial)})$$

$$e_c = (\text{desnivel medido} - \text{desnivel real})$$

TOLERANCIAS

TOLERANCIA DE ERROR DE CIERRE:

La tolerancia (T) en una nivelación depende de:

- importancia del trabajo (alcance del trabajo solicitado)
- precisión instrumental
- normativas existentes o requerimientos solicitados específicamente (por ejemplo, licitaciones, trabajos estandarizados, etc.)

$$T_{\text{alt}} = e_k \sqrt{k}$$

- T: tolerancia del error de cierre, expresada en milímetros (mm)
- e_k : error por kilometro recorrido, depende de las características del nivel (aumento, tipo, etc.), la metodología aplicada y el tipo de nivelación requerida.
- k: longitud de la nivelación, expresada en kilómetros (km)

TOPOGRAFIA ALTIMETRICA

TOLERANCIAS

La diferencia del error de cierre altimétrico en la nivelación deberá ser menor que la tolerancia establecida para el trabajo realizado.

Dicha tolerancia es un valor generalmente fijado por el contratista o por el propio ingeniero agrimensor, y es conocido previo a la realización del trabajo.

- Si error de cierre $\leq T_{alt}$ → se compensa la red de nivelación
- Si error de cierre $> T_{alt}$ → se procede a realizar nuevamente las mediciones

Valores de tolerancias recomendados para la nivelación geométrica:

NIVEL DE CALIDAD	TOLERANCIA (mm)	OBSERVACIONES
<i>Alta</i>	$2 a 4\sqrt{d}$	
<i>Média</i>	$8\sqrt{d}$	
<i>Regular</i>	$12\sqrt{d}$	<i>Terreno plano</i>
	$24\sqrt{d}$	<i>Terreno accidentado</i>

COMPENSACION PLANILLAS DE NIVELACION

1) Compensación PROPORCIONAL A LA DISTANCIA NIVELADA

En este caso, el error se distribuye de manera proporcional a la distancia nivelada.

$$e_{niv} = \sum(\text{lecturas atrás}) - \sum(\text{lecturas adelante})$$

$$c_i = - \frac{\text{distancia tramo}}{\text{distancia total}} \times e_{niv}$$

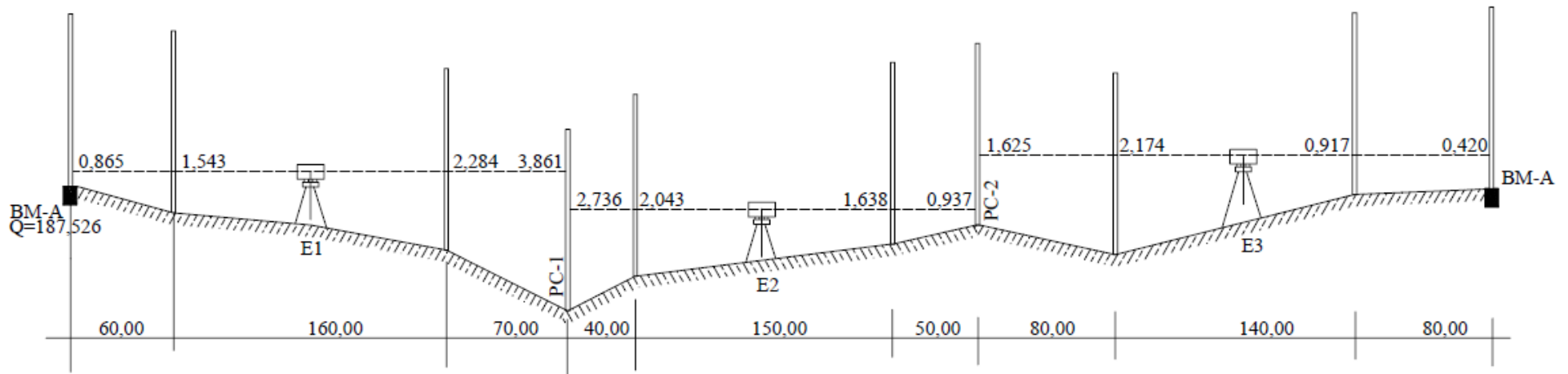
Asumimos que los errores se cometen en la las lecturas adelante y en los puntos de cambio

Se aplica la corrección correspondiente al tramo de manera constante, a los puntos intermedios y hasta el siguiente punto de cambio.

La cota inicial y los puntos intermedios del primer tramo no llevan corrección.

COMPENSACION PLANILLAS DE NIVELACION

EJEMPLO DE APLICACIÓN:



$$e_{niv} = \sum(\text{lecturas atrás}) - \sum(\text{lecturas adelante}) = 5,226 - 5,218 = 0,008 \text{ (8 mm)}$$

$$T = 15 \times \sqrt{0,830} = 10,9 \text{ mm}$$

Aplicamos las correcciones según la formula:
$$C_i = - \frac{\text{distancia tramo}}{\text{distancia total}} \times e_{niv}$$

$$C_1 = - \frac{290}{830} \times 0,008 = -0,003$$

$$C_2 = - \frac{530}{830} \times 0,008 = -0,005$$

$$C_3 = - \frac{830}{830} \times 0,008 = -0,008$$

COMPENSACION PLANILLAS DE NIVELACION

Est.	PV	Dist. P	Dist. Ac	L _{AT}	L _{INT}	L _{AD}	Horiz	Cotas Calculadas	Comp	Cotas comp.
E1	A	--	0,00	0,865	1,543	3,861	188,391	187,526	--	187,526
	1	60,00	60,00					186,848	--	186,848
	2	160,00	120,00					186,107	--	186,107
	PC ₁	70,00	290,00					184,530	-0,003	184,527
E2	PC ₁	--	--	2,736	2,043	0,937	187,266	184,530	-0,003	184,527
	3	40,00	330,00					185,223	-0,003	185,220
	4	150,00	480,00					185,628	-0,003	185,625
	PC ₂	50,00	530,00					186,329	-0,005	186,324
E3	PC ₂	--	--	1,625	2,174	0,420	187,954	186,329	-0,005	186,324
	5	80,00	610,00					185,780	-0,005	185,775
	6	140,00	750,00					187,037	-0,005	187,032
	A	80,00	830,00					187,534	-0,008	187,526
				Σ	5,226	5,218		187,526		
				Dif.		+ 0,008	Dif.	+ 0,008		

COMPENSACION PLANILLAS DE NIVELACION

2) Compensación SOBRE LOS PUNTOS DE CAMBIO

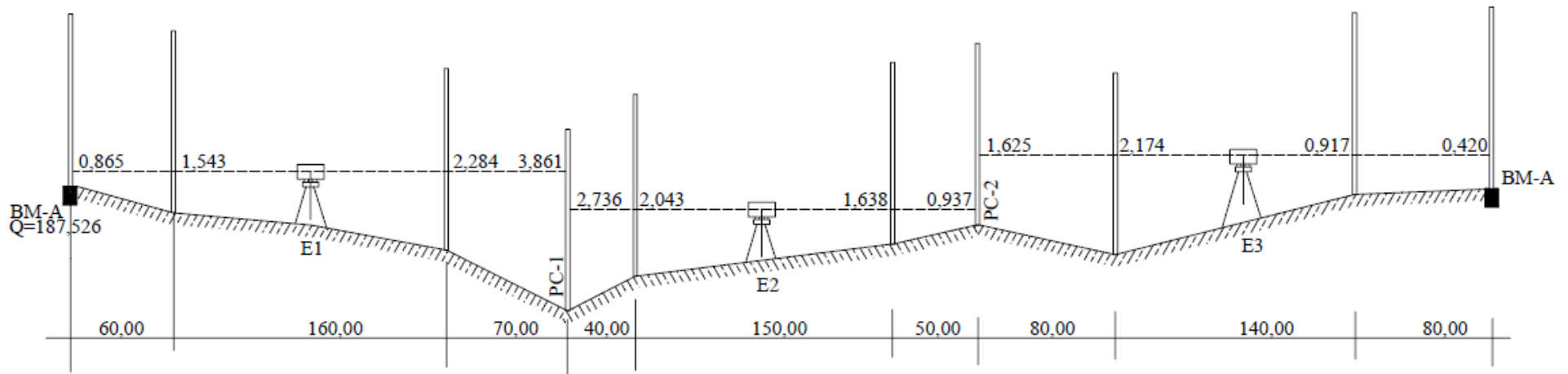
En este caso, el error se considera cometido sobre las lecturas de los puntos de cambio, independientemente de la distancia nivelada.

$$C_i = - \frac{e_{niv}}{N}$$

N = numero de puntos de cambio

COMPENSACION PLANILLAS DE NIVELACION

EJEMPLO DE APLICACIÓN:



$$e_{niv} = \sum(\text{lecturas atrás}) - \sum(\text{lecturas adelante}) = 5,226 - 5,218 = 0,008 \text{ (8 mm)}$$

$$T = 15 \times \sqrt{0,830} = 10,9 \text{ mm}$$

Aplicamos las correcciones según la formula: $C_i = - \frac{e_{niv}}{N}$ $C = - \frac{0,008}{2} = -0,004 \text{ m por punto de cambio}$

COMPENSACION PLANILLAS DE NIVELACION

Est.	PV	Dist. P	Dist. Ac	L _{AT}	L _{INT}	L _{AD}	Comp.	horiz.	Cotas comp.
E1	A	--	0,00	0,865	1,543	3,861	-0,004	188,391	187,526
	1	60,00	60,00						186,848
	2	160,00	120,00						186,107
	PC ₁	70,00	290,00						184,526
E2	PC ₁	--	--	2,736	2,043	0,937	-0,004	187,262	184,526
	3	40,00	330,00						185,219
	4	150,00	480,00						185,624
	PC ₂	50,00	530,00						186,321
E3	PC ₂	--	--	1,625	2,174	0,420		187,946	186,321
	5	80,00	610,00						185,772
	6	140,00	750,00						187,029
	A	80,00	830,00						187,526
Σ				5,226		5,218	-0,008		
				Dif.	+ 0,008				

COMPENSACION PLANILLAS DE NIVELACION

3) Compensación EN FUNCION DEL VALOR ABSOLUTO DE CADA DESNIVEL (Dh_i)

En este caso, el parámetro utilizado para estimar el valor de compensación a aplicar a cada cota es el valor absoluto de la diferencia de nivel en cada tramo.

$$c_i = -\frac{|\Delta h_i|}{\sum |\Delta h_i|} \times e_{niv}$$

a cada valor de cota se aplica la siguiente corrección:

$$cota_i = cota_{i-1} + Dh_{i-1,i} + c_i$$