Anexo III: OBTENCIÓN DE ALTURAS SOBRE EL NIVEL MEDIO DEL MAR A PARTIR DE INFORMACIÓN GPS

El sistema de posicionamiento global GPS puede ser empleado en la extensión del control vertical sobre aquellas zonas en donde no se cuenta con puntos de nivelación y la precisión requerida está dentro del orden trigonométrico. Las posibilidades de operabilidad en cualesquiera hora, condiciones climáticas y del relieve permiten que el sistema GPS, unido a un modelo geoidal de alta resolución, sea una herramienta poderosa y económica en la determinación de nuevos puntos de referencia para propósitos geodésicos o topográficos. La presente sección tiene por objeto proporcionar orientación acerca del trabajo de campo y oficina, necesarios para la obtención de alturas equivalentes a las niveladas.

Metodología en campo

Antes de exponer algunos posibles casos a resolver, es necesario puntualizar sobre aspectos básicos del rastreo:

a. El tiempo mínimo de rastreo sobre un punto debe ser de 15 minutos contados a partir de la estabilización del equipo y la disponibilidad mínima de 4 satélites.

b. Por cada kilómetro de distancia a la base se hacen 5 minutos adicionales. En casos en que la configuración del sistema sea excelente, el tiempo adicional por cada kilómetro puede reducirse a 3 minutos.

c. No debe haber tiempos de rastreo menores que 18 minutos.

d. Debe evitarse realizar rastreos sobre distancias mayores que 20 km. En los casos en que estas condiciones no se puedan cumplir, es necesario aumentar los tiempos de rastreo de acuerdo con lo planteado en el ítem a.

e. Se sugiere, como una forma de mejorar los resultados, ejecutar rastreos dobles sobre cada punto.

f. Los NPs ocupados deben ser, preferiblemente, de primer orden.

Caso 1. PUNTO: Determinación de la altura de un punto sobre el nivel medio del mar (snmm) a partir de información GPS y el modelo geoidal GEOCOL.

a. Se toma como base inicial el punto ***MAGNA-SIRGAS*** más cercano al área del proyecto.

b. Se seleccionan al menos dos estaciones de nivel NP a las cuales se les traslada el control horizontal a partir del vértice seleccionado en el ítem a. De este modo, se definen valores de latitud, longitud, altura elipsoidal (h), altura snmm (H) y ondulación geoidal (N) a partir del modelo GEOCOL para cada NP y el punto base (figura III.1).

© Instituto Geográfico Agustín Codazzi - 2004

c. Los dos NPs rastreados servirán como base para la determinación de cota del punto nuevo con altura desconocida (rover).

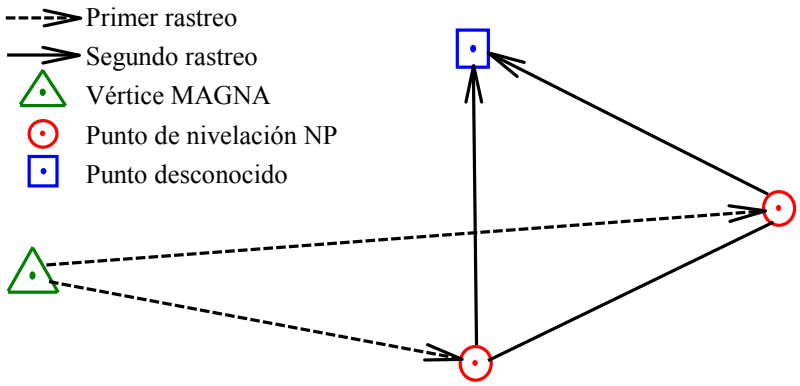

Figura III.1. Determinación de la altura de un punto sobre el nivel medio del mar a partir de datos GPS

Los criterios de planeación y tiempos de rastreo se mantienen y la selección de la base estará en función de las conveniencias del proyecto. Los datos que deben utilizarse en oficina para obtener la altura snmm por medio de GPS (H_{GPS}) del punto nuevo son: Altura elipsoidal (h) del vértice geodésico, de los NPs y del punto nuevo; altura nivelada (H) de los NPs, y la ondulación geoidal (N GEOCOL) de todos los puntos involucrados.

Caso 2. PERFIL: Determinación de alturas snmm para una serie de puntos dispuestos a lo largo de un perfil a partir de información GPS y el modelo geoidal GEOCOL.

a. Se toma como base inicial el punto ***MAGNA-SIRGAS*** más cercano al área del proyecto.
b. Se selecciona un NP al cual se le traslada el control horizontal a partir del vértice seleccionado en el ítem a, definiéndole valores de latitud, longitud, altura elipsoidal (h), altura snmm (H) y ondulación geoidal (N) a partir del modelo GEOCOL. Este NP se constituye en la nueva base para el rastreo del perfil.
c. Para rastrear el perfil es necesario dividirlo en circuitos, cuyas longitudes se definen por la distancia horizontal entre la base y las estaciones ubicadas dentro de los siguientes 20 km. Alcanzada esta distancia, debe definirse una nueva base, la cual es el último punto del circuito inmediatamente anterior (figura III.2).
d. En el proceso se repiten los pasos b y c hasta finalizar la línea.
e. El último punto rastreado en el proyecto debe ser un NP de tipo geodésico.

© Instituto Geográfico Agustín Codazzi - 2004

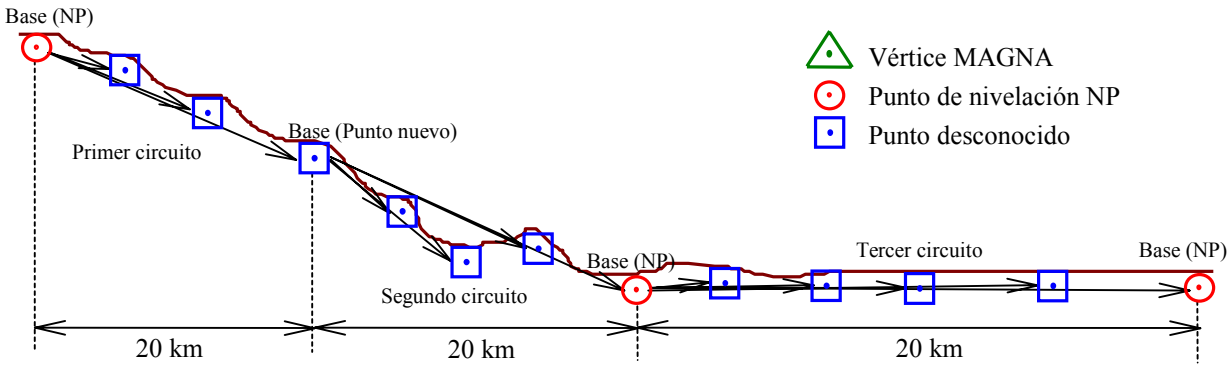

Figura III.2. Determinación de la altura snmm a partir de datos GPS y el modelo geoidal GEOCOL para los puntos contenidos en un perfil.

Si existen más NPs cercanos al área del proyecto, éstos deben involucrarse como bases en el rastreo de los diferentes circuitos.

Los datos que se utilizan en oficina para calcular la altura snmm a partir de información GPS (H_{GPS}) de los puntos nuevos son: Altura elipsoidal (h) y ondulación geoidal (N GEOCOL) de todos los puntos ocupados y la altura nivelada (H) de los puntos NP.

Caso 3. SUPERFICIE: Determinación de alturas snmm a partir de información GPS y el modelo geoidal GEOCOL para puntos distribuidos en un área.

a. Se toma como base inicial el punto ***MAGNA-SIRGAS*** más cercano al área del proyecto.
b. Se seleccionan por lo menos cuatro (4) NPs, a los cuales se les traslada el control horizontal a partir del vértice seleccionado en el ítem a, definiéndoles valores de latitud, longitud, altura elipsoidal (h), altura nivelada (H) y la ondulación geoidal (N) a partir del modelo GEOCOL. Estos NPs se constituyen en las nuevas bases para el rastreo de los puntos contenidos en la superficie (figura III.3).
c. De acuerdo con las condiciones locales, se determinará la distribución de los puntos a rastrear por cada día, manteniendo las especificaciones básicas de duración y distancia.
d. Para cada día, es necesario que la base tenga altura definida sobre el nivel medio del mar.

© Instituto Geográfico Agustín Codazzi - 2004

Una superficie puede considerarse como un conjunto de perfiles, cuyas bases y puntos finales deben ser NPs.

Los datos que permiten obtener la altura snmm por medio de GPS (H_{GPS}) de los puntos nuevos son: Altura elipsoidal (h) y ondulación geoidal (N GEOCOL) de todos los puntos utilizados y la altura nivelada (H) de los puntos NP.

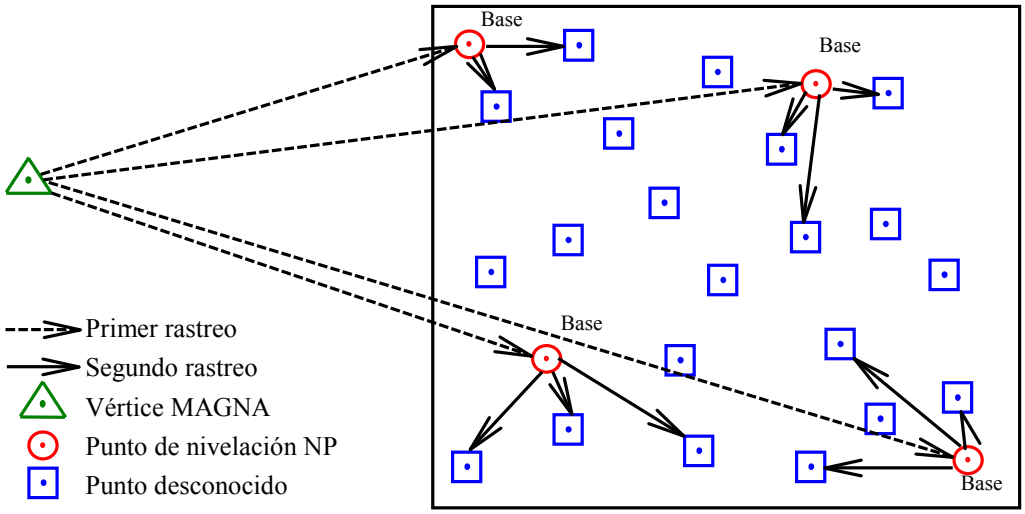

Figura III.3. Determinación de la altura snmm a partir de información GPS y el modelo geoidal GEOCOL para puntos distribuidos en un área.

Metodología en oficina

Una vez recopilada la información en campo y procesadas las coordenadas ***MAGNA-SIRGAS***, latitud (φ), longitud (λ) y altura elipsoidal (h), de cada estación rastreada, la determinación de alturas snmm a partir de datos GPS y el modelo geoidal GEOCOL puede hacerse según el siguiente procedimiento:

a. Determinación de las diferencias entre las alturas elipsoidales de la base (h_{Base}) y sus rover (h_{Ri}) correspondientes:

$$\Delta h_i = h_{Ri} - h_{Base} \qquad \text{(III.1)}$$

b. Determinación de las diferencias de alturas geoidales entre la base (N_{Base}) y sus rover (N_{Ri}) correspondientes:

$$\Delta N_i = N_{Ri} - N_{Base} \qquad \text{(III.2)}$$

© Instituto Geográfico Agustín Codazzi - 2004

c. Determinación de las diferencias de alturas snmm GPS (ΔH_{GPSi}) entre la base y sus rover correspondientes:

$$\Delta H_{GPSi} = \Delta h_i - \Delta N_i \qquad \text{(III.3)}$$

d. Cálculo de las alturas snmm iniciales ($H°_{GPSi}$) de los puntos desconocidos:

$$H°_{GPSi} = H_{Base} + \Delta H_i \qquad \text{(III.4)}$$

e. Determinación de las diferencias de alturas snmm GPS iniciales ($H°_{GPSi}$) entre estaciones consecutivas:

$$\Delta H°_{GPS} = \Delta H_i - \Delta H_{i-1} \qquad \text{(III.5)}$$

éstas deben ser ajustadas a partir de los valores de altura nivelados en las bases.

f. Ajuste por mínimos cuadrados de $\Delta H°_{GPS}$ de acuerdo con el modelo matemático del método correlativo:

$$\boldsymbol{BV} + \boldsymbol{W} = 0 \qquad \text{(III.6)}$$

siendo:

$$\boldsymbol{V} = \boldsymbol{P}^{-1}\,\boldsymbol{B}^{T}\,(\boldsymbol{B}\boldsymbol{P}^{-1}\,\boldsymbol{B}^{T})^{-1}\,\boldsymbol{W} \qquad \text{(III.7)}$$

$$\boldsymbol{W} = \boldsymbol{C} - \boldsymbol{B}\boldsymbol{L}^{b} \qquad \text{(III.8)}$$

donde:

$\mathbf{B} = b_{m,n}$: Matriz de los coeficientes de las observaciones en las ecuaciones de condición, $\mathbf{P} = p_{n,n}$: Matriz de los pesos de las observaciones, $\mathbf{L} = l_{m,1}$: Vector de las observaciones, $\mathbf{C} = c_{m,1}$: Vector de los términos independientes en las ecuaciones de condición y $\mathbf{V} = (v_i)_{(i=1,2,\ldots,n)}$: Vector de las desviaciones de las cantidades observadas.

g. Determinación de las alturas snmm finales para los puntos nuevos:

$$H_{GPS\text{-}Final} = H_{Nivelada\ de\ la\ base} + \Delta H_{i\ Ajustado} \qquad \text{(III.9)}$$

Debe tenerse presente que la precisión de las alturas así obtenidas está en torno a los 80 cm.

Ejemplos numéricos

A continuación se presenta un ejemplo, del procesamiento de datos en oficina, por cada uno de los casos citados en la metodología de campo.

Caso 1. PUNTO: Determinación de la altura de un punto snmm a partir de información GPS y el modelo geoidal GEOCOL

© Instituto Geográfico Agustín Codazzi - 2004

Se desea conocer la altura snmm del punto geodésico TG13 a partir del vértice CODAZZI y los NPs 6E1, B9S1, 86CM14 y 90CM14. Las coordenadas ***MAGNA-SIRGAS*** de éstos ya han sido calculadas y ajustadas. Las diferentes alturas de cada punto se ilustran en la tabla III.1.

Tabla III-1. Alturas elipsoidal, geoidal y nivelada de las estaciones consideradas en la determinación de la altura snmm de un punto a partir de datos GPS (Caso 1).

Punto	Altura elipsoidal (h)	Altura GEOCOL (N)	Altura nivelada
Vértice CODAZZI	2610,8160 m	21,5668 m	2588,5523 m
NP 6E1	2697,2876 m	20,9002 m	2673,2700 m
NP B9S1	2580,7914 m	20,8347 m	2557,3867 m
NP 86CM14	2575,7611 m	20,9812 m	2552,5900 m
NP 90CM14	2577,5087 m	20,9799 m	2553,9538 m
Punto TG13	3217,8420 m	21,5469 m	A determinar

a. Determinación de las diferencias entre las alturas elipsoidales del punto de cálculo y las estaciones con altura conocida: $\Delta h_i = h_{TG13} - h_{NPi}$ (tabla III.2)

b. Determinación de las diferencias de alturas geoidales entre el punto de cálculo y las estaciones con altura conocida: $\Delta N_i = N_{TG13} - N_{NPi}$ (tabla III.2)

c. Determinación de las diferencias de alturas snmm provenientes del GPS (ΔH_{GPSi}) entre el punto de cálculo y las estaciones con altura conocida: $\Delta H_{GPSi} = \Delta h_i - \Delta N_i$ (tabla III.2)

Tabla III-2. Alturas relativas elipsoidal, geoidal y nivelada de las estaciones consideradas en la determinación de la altura snmm de un punto a partir de datos GPS (Caso 1).

Estaciones	$\Delta h_i = h_{TG13} - h_{NPi}$	$\Delta N_i = N_{TG13} - N_{NPi}$	$\Delta H_{GPSi} = \Delta h_i - \Delta N_i$
TG13 - CODAZZI	607,0263 m	-0,0199 m	607,0462 m
TG13 - NP 90CM14	640,3333 m	0,5670 m	639,7663 m
TG13 - NP B9S1	637,0506 m	0,7122 m	636,3384 m
TG13 - NP 6E1	520,5544 m	0,6467 m	519,9077 m
TG13 - NP 86CM14	642,0809 m	0,5657 m	641,5152 m

Una vez determinadas las alturas relativas entre el punto desconocido (TG13) y las estaciones con valor de altura, el problema se representa esquemáticamente (figura III.4) para facilitar el diseño del ajuste por mínimos cuadrados.

d. Ajuste por mínimos cuadrados de $\Delta H°_{GPS}$ de acuerdo con el modelo matemático del método correlativo:

© Instituto Geográfico Agustín Codazzi - 2004

Formulación de las ecuaciones de condición:

La cantidad de ecuaciones de condición que deben plantearse es igual al número de estaciones con altura conocida (5) menos el número de estaciones con altura desconocida (1), en este caso deben formularse cuatro (4) ecuaciones:

$$(l_a + v_a) - (l_c + v_c) = H_{nivC} - H_{nivA} = -31,1656$$
$$(l_e + v_e) - (l_b + v_b) = H_{nivB} - H_{nivE} = 1,3638$$
$$(l_a + v_a) - (l_d + v_d) = H_{nivD} - H_{nivA} = 84,7177$$
$$(l_e + v_e) - (l_c + v_c) = H_{nivC} - H_{nivE} = 4,7967$$

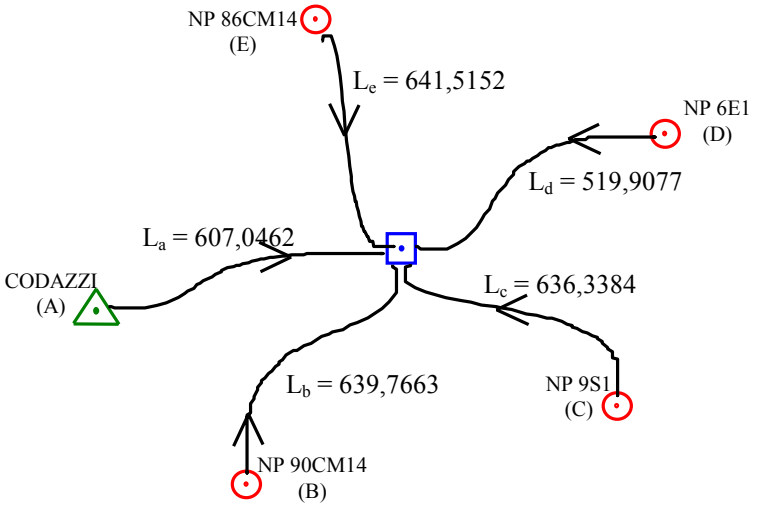

Figura III.4. Representación esquemática de la determinación de la altura snmm para un punto a partir de datos GPS (Caso 1).

Planteamiento de las matrices:

B = $b_{m,n}$: Matriz de los coeficientes de las observaciones en las ecuaciones de condición.

$$\mathbf{B} = \begin{vmatrix} 1 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 & 1 \end{vmatrix}$$

P = $p_{n,n}$: Matriz de los pesos de las observaciones. En este caso se considera que las observaciones fueron realizadas bajo condiciones iguales, por lo tanto la matriz P es idéntica.

C = $c_{m,1}$: Vector de los términos independientes en las ecuaciones de condición.

© Instituto Geográfico Agustín Codazzi - 2004

$$\mathbf{C} = \begin{vmatrix} -31{,}1656 \\ 1{,}3638 \\ 84{,}7177 \\ 4{,}7967 \end{vmatrix}$$

$\mathbf{L} = l_{m,1}$: Vector de las observaciones.

$$\mathbf{L} = \begin{vmatrix} 607{,}0462 \\ 639{,}7663 \\ 636{,}3384 \\ 519{,}9077 \\ 641{,}5152 \end{vmatrix}$$

Solución:

Una vez planteadas la matrices se desarrollan las siguientes operaciones:

$$\boldsymbol{BV} + \boldsymbol{W} = 0$$

$$\boldsymbol{V} = \boldsymbol{P}^{-1}\,\boldsymbol{B}^{T}\,(\boldsymbol{B}\boldsymbol{P}^{-1}\,\boldsymbol{B}^{T})^{-1}\,\boldsymbol{W}$$

$$\boldsymbol{W} = \boldsymbol{C}\text{-}\boldsymbol{BL}$$

Así, se obtienen las desviaciones (v_i) de las observaciones realizadas.

$$\mathbf{V} = \begin{vmatrix} -1.53318 \\ 0{,}34522 \\ 0{,}34022 \\ 0{,}88762 \\ -0{,}03988 \end{vmatrix}$$

Las observaciones corregidas corresponden con: $\mathbf{L^*} = \mathbf{L} + \mathbf{V}$:

$$\mathbf{L^*} = \begin{vmatrix} 605{,}5130 \\ 640{,}1115 \\ 636{,}6786 \\ 520{,}7953 \\ 641{,}4753 \end{vmatrix}$$

e. Determinación de la altura snmm final:

La altura snmm proveniente de datos GPS para el punto TG13 será igual a la altura nivelada de cualquiera de los puntos considerados más su correspondiente diferencia ajustada:

$H_{GPS\ TG13} = H_{niv\ CODAZZI} + L^*_A =$ 2588,5523 + 605,5130 = 3194,0653
$H_{GPS\ TG13} = H_{niv\ 90CM14} + L^*_B =$ 2553,9538 + 640,1115 = 3194,0653

© Instituto Geográfico Agustín Codazzi - 2004

$H_{GPS\ TG13} = H_{niv\ B9S1} + L^*_C =$ 2557,3867+ 636,6786 = 3194,0653
$H_{GPS\ TG13} = H_{niv\ 6E1} + L^*_D =$ 2673,2700 + 520,7953 = 3194,0653
$H_{GPS\ TG13} = H_{niv\ 86CM14} + L^*_E =$ 2552.5900 + 641,4753 = 3194,0653

Caso 2. PERFIL: Determinación de alturas snmm para una serie de puntos dispuestos a lo largo de un perfil a partir de información GPS y el modelo geoidal GEOCOL.

Se quiere determinar la altura snmm a partir de información GPS de los puntos B70NW1, B72NW1, B75NW1, A76NW1, B78NW1 y B86NW1, utilizando las alturas niveladas de los NPs A68NW1 y B88NW1. Las coordenadas ***MAGNA-SIRGAS*** de éstos ya han sido calculadas y ajustadas. Las diferentes alturas de cada punto se ilustran en la tabla III-3.

Tabla III-3. Alturas elipsoidal, geoidal y nivelada de las estaciones consideradas en la determinación de la altura snmm para puntos contenidos en un perfil a partir de datos GPS (Caso 2).

Punto	Altura elipsoidal (h)	Altura GEOCOL (N)	Altura nivelada
NP A68NW1 Base	1520,9080 m	23,1217 m	1502,2687 m
NP B70NW1	1424,8843 m	23,1191 m	A determinar
NP B72NW1	1171,8970 m	23,1193 m	A determinar
NP B75NW1	997,0633 m	23,1102 m	A determinar
NP A76NW1	1071,1215 m	23,1076 m	A determinar
NP B78NW1	1252,3064 m	23,1025 m	A determinar
NP B86NW1	805,4677 m	23,0916 m	A determinar
NP B88NW1	626,1350 m	22,8113 m	608,3497 m

a. Determinación de las diferencias entre las alturas elipsoidales de la base (h_{Base}) y sus rover (h_{Ri}) correspondientes: $\Delta h_i = h_{Ri} - h_{Base}$ (tabla III-4)

b. Determinación de las diferencias de alturas geoidales entre la base (N_{Base}) y sus rover (N_{Ri}) correspondientes: $\Delta N_i = N_{Ri} - N_{Base}$ (tabla III-4)

c. Determinación de las diferencias de alturas snmm provenientes de datos GPS (ΔH_{GPSi}) entre la base y sus rover correspondientes: $\Delta H_{GPSi} = \Delta h_i - \Delta N_i$ (tabla III-4)

Tabla III-4. Alturas relativas elipsoidal, geoidal y nivelada de las estaciones consideradas en la determinación de la altura sobre el nivel medio del mar a partir de datos GPS para puntos contenidos en un perfil (Caso 2).

Estaciones	$\Delta h_i = h_{Ri} - h_{Base}$	$\Delta N_i = N_{Ri} - N_{Base}$	$\Delta H_{GPSi} = \Delta h_i - \Delta N_i$
B70NW1 - A68NW1	-96,0237 m	-0,0260 m	-96,2110 m
B72NW1 - A68NW1	-349,1100 m	-0,0240 m	-349,0086 m
B75NW1 - A68NW1	-523,8447 m	-0,0024 m	-523,8423 m

© Instituto Geográfico Agustín Codazzi - 2004

A76NW1 - A68NW1	-449,7865 m	-0,0141 m	-449,7724 m
B78NW1 - A68NW1	-268,6016 m	-0,0192 m	-268,5824 m
B86NW1 - A68NW1	-715,4403 m	-0,0301 m	-715,4102 m
B88NW1 - A68NW1	-894,7730 m	-0,3104 m	-894,4626 m

d. Cálculo de las alturas snmm derivadas de datos GPS iniciales ($H°_{GPSi}$) para los puntos desconocidos: $H°_{GPSi} = H_{Base} + \Delta H_i$ (tabla III-5).

e. Determinación de las diferencias de alturas snmm iniciales ($H°_{GPSi}$) entre estaciones consecutivas: $\Delta H°_{GPS} = \Delta H_i - \Delta H_{i-1}$ (tabla III-5).

Tabla III-5. Alturas snmm derivadas de datos GPS y sus diferencias relativas (Caso 2)

Punto	Altura snmm GPS inicial ($H°_{GPSi}$)	$\Delta H°_{GPS} = \Delta H_i - \Delta H_{i-1}$
NP A68NW1 Base	1502,26867 m	
NP B70NW1	1406,05767 m	-96,2110
NP B72NW1	1153,26007 m	-252,7976
NP B75NW1	978,42637 m	-174,8337
NP A76NW1	1052,49627 m	74,0699
NP B78NW1	1233,68627 m	181,1900
NP B86NW1	786,85847 m	-446,8278
NP B88NW1	607,80607 m	-179,0524

Una vez determinadas las alturas relativas entre los diferentes puntos, el problema se representa esquemáticamente (figura III-5) para facilitar el diseño del ajuste por mínimos cuadrados.

f. Ajuste por mínimos cuadrados de $\Delta H°_{GPS}$ de acuerdo con el modelo matemático del método correlativo:

Ecuaciones de condición:

$$-(l_a + v_a)-(l_b + v_b)-(l_c + v_c)+(l_d + v_d)+(l_e + v_e)-(l_f + v_f)-(l_g + v_g) = H_{B88} - H_{A68}$$

$$H_{B88} - H_{A68} = -893{,}919 \text{ m}$$

Planteamiento de las matrices:

B = $b_{m,n}$: Matriz de los coeficientes de las observaciones en las ecuaciones de condición.

$$\mathbf{B} = \begin{vmatrix} -1 & -1 & -1 & 1 & 1 & -1 & -1 \end{vmatrix}$$

© Instituto Geográfico Agustín Codazzi - 2004

P = $p_{n,n}$: Matriz de los pesos de las observaciones. En este caso se considera que las observaciones fueron realizadas bajo condiciones iguales, por lo tanto la matriz P es idéntica.

C = $c_{m,1}$: Vector de los términos independientes en las ecuaciones de condición.

$$\mathbf{C} = \begin{vmatrix} -893{,}919 \end{vmatrix}$$

L = $l_{m,1}$: Vector de las observaciones.

$$\mathbf{L} = \begin{vmatrix} 96{,}2110 \\ 252{,}7976 \\ 174{,}8337 \\ 74{,}0699 \\ 181{,}1900 \\ 446{,}8278 \\ 179{,}0524 \end{vmatrix}$$

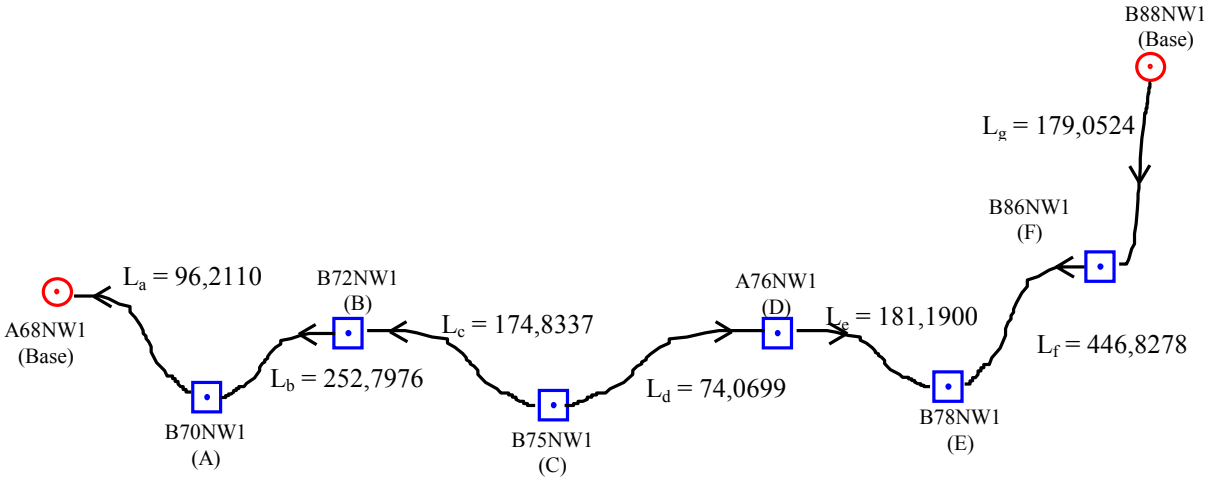

Figura III-5. Representación esquemática de la determinación de la altura snmm derivada de datos GPS para puntos contenidos en un perfil (Caso 2).

Solución:

Una vez planteadas la matrices se desarrollan las siguientes operaciones:

$$\boldsymbol{BV} + \boldsymbol{W} = 0$$
$$\boldsymbol{V} = \boldsymbol{P}^{-1}\,\boldsymbol{B}^{T}\,(\boldsymbol{B}\boldsymbol{P}^{-1}\,\boldsymbol{B}^{T})^{-1}\,\boldsymbol{W}$$
$$\boldsymbol{W} = \boldsymbol{C}\text{-}\boldsymbol{B}\boldsymbol{L}$$

Así, se obtienen las desviaciones (v_i) de las observaciones realizadas.

$$\begin{vmatrix} -0{,}07755 \end{vmatrix}$$

© Instituto Geográfico Agustín Codazzi - 2004

$$\mathbf{V} = \begin{vmatrix} -0{,}07755 \\ -0{,}07755 \\ 0{,}07755 \\ 0{,}07755 \\ -0{,}07755 \\ -0{,}07755 \end{vmatrix}$$

Las observaciones corregidas corresponden con: $\mathbf{L^*} = \mathbf{L} + \mathbf{V}$:

$$\begin{vmatrix} 96{,}1335 \\ 252{,}7200 \\ 174{,}7560 \\ 74{,}1475 \\ 181{,}2680 \\ 446{,}7500 \\ 178{,}9750 \end{vmatrix}$$

g. Determinación de las alturas snmm para los puntos nuevos (tabla III-6):

$H_{GPS\text{-}Final} = H_{Nivelada\ de\ la\ base} + \Delta H_{i\ Ajustado}$

Tabla III-6. Alturas snmm derivadas de datos GPS para los puntos contenidos en un perfil (Caso 2)

Punto	**$\Delta H_{i\ Ajustado}$**	**$H_{GPS\text{-}Final}$**
NP A68NW1 Base		1502,2687 m
NP B70NW1	-96,1335	1406,1352 m
NP B72NW1	-252,7200	1153,4152 m
NP B75NW1	-174,7560	978,6592 m
NP A76NW1	74,1475	1052,8067 m
NP B78NW1	181,2680	1234,0747 m
NP B86NW1	-446,7500	787,3247 m
NP B88NW1	-178,9750	608,3497 m

© Instituto Geográfico Agustín Codazzi - 2004