



Comunicación tecnológica **TOPAG'97: PROGRAMA DE CÁLCULO**

TOPAG'97: CALCULATION PROGRAM

Luis A. E. Rodríguez Plaza *

INTRODUCCIÓN

El presente programa de cálculo TOPAG'97 es utilizable en las siguientes actividades topográficas:

- Determinación de superficies.
- Cálculo de planillas de nivelación geométrica.
- Cálculo de planilla de taquimetría.
- Cálculo de nivelación, en parcelas cultivadas o no.

En cada opción del menú principal se pueden ingresar los datos obtenidos a campo, de archivos ya generados o por teclado. Los resultados se presentan en pantalla o impresos. El software está escrito en lenguaje QBASIC 4.5 para PC compatibles. Los algoritmos usados en el TOPAG'97 provienen de aplicaciones citadas en la bibliografía y de ecuaciones desarrolladas por la cátedra de Topografía Agrícola, Facultad de Ciencias Agrarias, UNCuyo.

DESCRIPCIÓN, ALGORITMOS Y USOS

Este programa se ha desarrollado para brindar, tanto al profesional como al estudiante de Ciencias Agrarias, o afines, una herramienta para efectuar los cálculos de las operaciones más frecuentes de uso topográfico. Está constituido por 6 subprogramas:

- Planimetría de parcelas agrícolas
- Planilla de nivelación
- Planilla de taquimetría
- Nivelación de parcelas regulares
- Nivelación de parcelas irregulares
- Nivelación de parcelas cultivadas

1. Planimetría de parcelas agrícolas

Permite calcular la longitud de los lados, el rumbo y acimut de los mismos y los ángulos interiores y superficie de una parcela, aplicando los siguientes algoritmos:

* Departamento de Ingeniería Agrícola. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo. Alte. Brown 500. (5505) Chacras de Coria. Mendoza. Argentina.
e-mail: caifca@uncu.edu.ar

$$\text{Longitud lado}_{i-i+1} = \sqrt{\Delta x_{i-i+1}^2 + \Delta y_{i-i+1}^2}$$

$$\text{Rumbo}_{i-i+1} = \arctg \left| \frac{\Delta x_{i-i+1}}{\Delta y_{i-i+1}} \right|$$

Esta última ecuación sólo indica el valor del rumbo. La determinación del cuadrante al que pertenece se hace en función del signo de Dx y Dy. El acimut se calcula en función de la orientación de los rumbos:

$$\text{Ángulo interior}_i = Az_{i-1,i} \pm 180^\circ - Az_{i,i+1}$$

$$\text{Superficie} = 0,5 \left(\sum y_i \cdot x_{i+1} - \sum y_{i+1} \cdot x_i \right)$$

2. Planilla de nivelación

Permite calcular planillas de nivelación geométrica, abiertas y cerradas, e incorporar distancias longitudinales y transversales en el caso de levantamiento de perfiles. Para el cálculo de las cotas terreno se emplea:

$$\text{Cota terreno}_i = PV_n - Lp_i \quad \text{donde:} \quad PV_n = \text{altura plano visual en la estación}$$

$$Lp_i = \text{lectura a mira en el punto } i$$

3. Planilla de taquimetría

Este subprograma permite el cálculo de planillas taquimétricas provenientes de teodolito, estación total o nivel taquimétrico. Los cálculos se realizan aplicando las siguientes ecuaciones:

$$x_i = x_{lm} + dh \cdot \text{sen } Az$$

$$y_i = y_{lm} + dh \cdot \text{cos} \cdot Az$$

$$z_i = \Delta h + i_n - Hm$$

donde: x_i = coordenada en x del punto i
 y_i = coordenada en y del punto i
 z_i = coordenada en z del punto i
dh = distancia horizontal
 Δh = desnivel entre la línea de horizonte del taquímetro y el valor del hilo medio de la mira o altura del pentaprisma

Este subprograma genera archivos que, tomados por el subprograma de nivelación de parcelas irregulares, sirven para calcular pendientes naturales y volúmenes de desmonte y terraplén.

4 y 5. Nivelación de parcelas regulares e irregulares

Estos subprogramas calculan las pendientes naturales, cotas proyecto, volúmenes de desmonte y terraplén, dirección de: la línea de máxima pendiente, curvas de nivel y líneas con determinada pendiente. Los algoritmos usados son:

- **Pendientes naturales**

Se calculan resolviendo el siguiente sistema de ecuaciones lineales:

$$\begin{cases} aoN + ax \sum x + ay \sum y = \sum z \\ ao \sum x + ax \sum x^2 + ay \sum xy = \sum zx \\ ao \sum y + ax \sum xy + ay \sum y^2 = \sum zy \end{cases}$$

siendo:

- ax = pendiente natural en el sentido de las x
- ay = pendiente natural en el sentido de las y
- ao = ordenada al origen del plano proyecto
- N = número total de cotas terreno
- $\sum x$ = sumatoria de los valores de coordenada en x de cada cota terreno
- $\sum y$ = sumatoria de los valores de coordenada en y de cada cota terreno
- $\sum z$ = sumatoria de los valores de cota terreno
- $\sum xy$ = sumatoria del producto de las coordenadas en x e y de cada cota terreno
- $\sum zx$ = sumatoria del producto de las coordenadas en z y x de cada cota terreno
- $\sum zy$ = sumatoria del producto de las coordenadas en z e y de cada cota terreno

• **Cotas proyecto**

Con pendientes naturales: $Z_{pi} = ao + ax \cdot xi + ay \cdot yi$

Con pendientes impuestas: $Z_{pi} = zg + ax(xi-xg) + ay(yi-yg)$

siendo zg, xg e yg las coordenadas del centroide

• **Volúmenes de desmote y terraplén**

$Vd/t = (z_{pi}-z_i)d^2 \cdot Cs$

siendo d^2 = el cuadrado de la distancia de separación entre estacas

Cs = coeficiente de superficie de cada cota

• **Ajuste del plano proyecto de acuerdo a la textura del suelo**

$$App = \frac{Vd - Icc \cdot Vt}{Icc \sum Cst + \sum Csd}$$

Fórmula de Atencio – Rodríguez Plaza (1996)

- donde App = variación en altura del plano proyecto
- Vd = volumen de desmote
- Vt = volumen de terraplén
- Icc = relación desmote/terraplén adecuada a la textura
- $\sum Cst$ o $\sum Csd$ = sumatoria de coeficientes de superficie de estacas en terraplén o desmote respectivamente.

- **Dirección y valor de línea de máxima pendiente, curvas de nivel y línea con determinada pendiente, pertenecientes al plano proyecto.**

$$\alpha = \arctg \frac{ay}{ax} \quad g = \sqrt{ax^2 + ay^2}$$

$$\beta = \alpha + 90^\circ$$

$$\delta(ac) = \alpha + \arccos \frac{ac}{g}$$

en donde:

- α = dirección de la línea de máxima pendiente
- β = dirección de las curvas de nivel
- δ = dirección de la línea de pendiente ic

6. Nivelación de parcelas cultivadas

Con este subprograma se puede calcular las cotas proyecto de una parcela en la que, debido a sus características, sólo podrán realizarse trabajos de nivelación en una sola dirección, en filas o columnas. Las ecuaciones son:

$$af_i = \frac{\sum z_i f_i - zg_i \sum f_i}{\sum f_i^2 - fg_i \sum f_i}$$

Atencio – Rodríguez Plaza (1996)

donde:

- $\sum z_i f_i$ = producto de las cotas terreno de la columna o fila i por la coordenada en fila o columna
- fg_i = coordenadas planimétricas
- zg_i = coordenadas altimétrica, respectivamente del centroide en la fila o columna i.

- **Ajuste de la recta proyecto de acuerdo a la textura del suelo**

$$Arp = \frac{Vd - Icc \cdot Vt}{Icc \sum Cst + \sum Csd}$$

- donde
- Arp = variación en altura de la recta proyecto
 - Vd = volumen de desmonte
 - Vt = volumen de terraplén
 - Icc = relación desmonte/terraplén adecuada a la textura
 - $\sum Cst$ o $\sum Csd$ = sumatoria de coeficientes de superficie de estacas en terraplén o desmonte respectivamente.

CONCLUSIÓN

Este software ha sido probado con muy buenos resultados en la región cuyana. Entre sus ventajas se destacan: su facilidad de uso; la amplia información en las salidas de impresión; su versatilidad al correr bajo DOS; la generación de archivos en formato ASCII, importables por otro software, como el SURFER y su bajo costo.