

# UNA NUEVA ECUACION DE REGRESION CUADRATICA PARA DETERMINACION DE EPICENTROS DE TEMBLORES

ARTURO VARGAS G. \* y CINNA LOMNITZ \*

En esta nota se da cuenta de un resultado que se obtuvo en el curso de una investigación estadística sobre estimación de tiempos de recorrido de ondas sísmicas (Lomnitz, 1970).

Se partió de la nueva tabla oficial norteamericana de tiempos de recorrido (Herrin, 1968), para ondas P y focos superficiales. Esta tabla se transfirió a tarjetas perforadas.

Se programó una rutina de computadora llamada LINEAL, que permite calzar una matriz de datos a un polinomio de grado n, mediante el método de mínimos cuadrados. Sea  $Y_k$  un tiempo de recorrido obtenido de las tablas de Herrin, y sea  $x_k$  la distancia epicentral correspondiente en grados. Postulamos la ecuación de regresión

$$y_k = \sum_{i=0}^n a_i x_k^i \tag{1}$$

los coeficientes  $a_i$  se calculan mediante el programa LINEAL. Si definimos las matrices

$$[A] = \begin{vmatrix} \sum x_k & \sum x_k^2 & \dots & \sum x_k^n \\ \sum x_k^2 & \sum x_k^3 & \dots & \sum x_k^{n+1} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \sum x_k^n & \sum x_k^{n+1} & \dots & \sum x_k^{2n} \end{vmatrix} \tag{2}$$

\* Instituto de Geofísica, UNAM. Contribución 102.3

$$[B] = \begin{pmatrix} \sum y_k \\ \sum y_k x_k \\ \dots\dots\dots \\ \sum y_k x_k^n \end{pmatrix} \quad (3)$$

entonces podemos escribir

$$[A] [K] = [B] \quad (4)$$

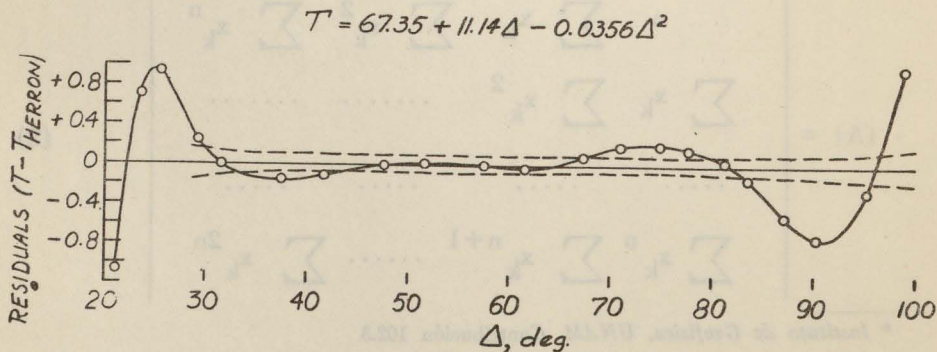
donde  $[K]$  es la matriz de columna de los coeficientes  $a_i$ .

La matriz  $[K]$  se calcula mediante el método iterativo de Gauss-Seidel (Kuo, 1965). Además, el programa calcula los residuos  $R_i$  para cada observación:

$$R_i = Y_i - y_i \quad (5)$$

Se utilizaron 160 valores tabulados de  $Y_i$  a intervalos de medio grado para la región  $x = 20^\circ$  a  $x = 100^\circ$ . Se obtuvo el resultado sorprendente de que los residuos de regresión eran ya muy satisfactorios para  $n = 2$ . La introducción de un término adicional ( $n = 3$ ) no producía una mejoría apreciable. Los coeficientes obtenidos fueron  $a_0 = 67.35$ ;  $a_1 = 11.14$ ;  $a_2 = -0.0356$ . En la figura 1 se observan los residuos  $R_i$  para esta solución.

Las dos líneas de trazos designan los límites de confianza al nivel 0.95 propuestos por Herrin *et al.* (1968). En otras palabras, la ecuación parabólica



$$y = 67.35 + 11.14 x - 0.0356 x^2 \quad (6)$$

permite una predicción de tiempos de recorrido tan exacta como la tabla original para distancias de 35° a 75°. Las diferencias para distancias muy cortas o muy largas son del orden de 1 segundo. Este es el mismo orden de magnitud de la desviación *standard* en los datos (Lomnitz, 1970).

En conclusión, la ecuación (6) puede utilizarse con toda confianza para la determinación de epicentros de telesismos, en reemplazo de las tablas de Herrin. Esto significa una considerable ventaja teórica y práctica, ya que no será más necesario almacenar voluminosas tablas en la memoria de la computadora y tampoco se necesitarán subrutinas de interpretación.

### BIBLIOGRAFIA

- HERRIN, E. 1968. "Seismological Tables for P." *Bull. Seis. Soc. America*, 58: 1196-1219.
- HERRIN, E., W. TUCKER, J. TAGGART, D. W. GORDON & J. L. LOBDELL. 1968. "Estimation of Surface Focus P Travel Times". *Bull. Seis. Soc. America*, 58:1273-1291.
- LOMNITZ, C. 1969. "Travel Times in the Laterally Non-Homogeneous Earth". *Jour Geophys. Res.* (en prensa).
- Kuo, S. S. 1965 *Numerical Methods and Computers*, Addison-Wesley, p. 178.