

CARACTERISTICAS DE LA VARIACION SECULAR PARA LA EPOCA 1969.5 EN LAS REGIONES ANTARTICA Y SUBANTARTICA

Julio C. Gianibelli y Eduardo A. Suarez

Departamento de Magnetismo Terrestre y Electricidad Atmosférica
Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas.
Universidad Nacional de La Plata.

1. INTRODUCCION

La variación secular del campo geomagnético se caracteriza por cambios lentos del campo principal, el cual se debe a un proceso de dínamo en el núcleo externo de la Tierra.

La variación secular se representa a través de cartas isopóricas, donde las curvas unen puntos de igual variación anual de los elementos geomagnéticos.

El astrónomo inglés Henry Gellibrand (1597-1636) fue el primero en detectar la variación secular (Chapman y Bartels, 1940) dando inicio al estudio de las distintas características que presenta esta variación del campo principal.

Las investigaciones sobre la variación secular realizadas en esta última década han contribuido a su comprensión y a la de sus cambios bruscos, llamados pulsos; presentándose estos regionalmente y no en todos los observatorios. El aspecto más notable de estos es su corta escala de tiempo. Los pulsos, generados en el núcleo, tienen relación con la interficie manto-núcleo (acoplamiento) y con un proceso de filtrado del evento por parte del manto (Bakus, 1983). Estos se suelen asociar a cambios en el período de rotación terrestre (longitud del día) (Vestine, 1952; LeMouel y otros, 1981).

Estudios y análisis de viejas observaciones magnéticas mediante técnicas de inversión (Whaler y Gubbins, 1980; Gubbins y Bloxham, 1985) han permitido mostrar la distribución de la variación secular en los últimos 300 años y las características más sobresalientes de la variación secular (Rikitake y Honkura, 1985) dadas por:

- Disminución del momento dipolar en aproximadamente un 5% por cada 100 años.
- Deriva hacia el Oeste de los campos no-dipolares en el rango

0,2 a 0,4 grados de longitud por año.

- Corrimiento hacia el Norte del campo dipolar produciendo un crecimiento en la intensidad del campo total en el hemisferio norte y un consiguiente decrecimiento en el hemisferio sur.

En este trabajo, se determina la variación secular de las componentes X, Y, y Z del campo geomagnético en el continente antártico y la región circundante, desde el polo Sur hasta una latitud de $43^{\circ} 13' S$ para las épocas 1965,5, 1969,5 y 1973,5 con el fin de estudiar la anomalía de la variación secular y localizar las regiones donde se hallan los focos isopóricos que estarían relacionados con el pulso geomagnético que ocurrió en 1969,5.

2. ANALISIS DE LOS DATOS Y METODOLOGIA

Los datos utilizados son valores medios anuales de los observatorios permanentes que se encuentran entre el Polo Sur y una latitud de $43^{\circ} 13' S$. En la tabla 1 se detallan las coordenadas geográficas y geomagnéticas así como el período analizado de dichos observatorios.

Se calculó, mediante funciones spline cúbicas, la primera derivada temporal de las series de tiempo de las componentes geomagnéticas X, Y y Z. Estos resultados fueron comparados con los obtenidos utilizando el método de cuadrados mínimos siendo más estable el que utilizó funciones spline (Savitzky y Golay, 1964; Davis, 1973).

Código	Observatorio	Coord. ϕ ($^{\circ}$)	Geog. λ ($^{\circ}$)	Intervalo Analizado
HER	Hermanus	-34.42	19.23	1945.5 - 1988.5
TOO	Toolangi	-37.53	145.47	1945.5 - 1980.5
AML	Amberley	-43.15	172.72	1945.5 - 1977.5
TRW	Trelew	-43.27	294.62	1957.5 - 1988.5
PAF	Port Aux Français	-49.35	70.20	1957.5 - 1987.5
MCQ	MacQuaire Island	-54.50	158.95	1951.5 - 1988.5
AIA	Islas Argentinas	-65.25	295.74	1957.5 - 1983.5
MIR	Mirny	-66.55	93.02	1956.5 - 1988.5
DRV	Dumont D'Urville	-66.67	140.01	1957.5 - 1988.5
MAW	Mawson	-67.61	62.88	1955.5 - 1988.5
MOL	Molodezhnaya	-67.67	45.85	1965.5 - 1988.5
SYO	Syowa	-69.03	39.60	1958.5 - 1988.5
SNA	Sanae	-70.31	357.65	1962.5 - 1987.5
NVL	Novolozarevskaya	-70.77	11.02	1961.5 - 1982.5
SBA	Scott Base	-77.85	166.78	1957.5 - 1988.5
VOS	Vostok	-78.45	156.87	1958.5 - 1988.5
SPA	South Pole	-89.99	346.68	1959.5 - 1975.5

Tabla 1

Una vez determinada la primera derivada temporal para cada observatorio, se construyeron grillas centradas en el Polo Sur para las épocas 1965,5, 1969,5 y 1973,5, con un total de 2500 puntos (50x50 puntos) con un espaciamento de 211 Km entre sí por medio de la técnica de "krigeaje" (Davis, 1973).

Las grillas determinadas por este método, fueron filtradas por medio de un operador bidimensional simétrico gaussiano de 11x11 coeficientes normalizado, reduciéndose la grilla en 5 puntos a cada lado, resultando entonces en una de 40x40 puntos.

Con esta información se construyeron las curvas isopóricas de cada elemento geomagnético y para cada una de las épocas mencionadas anteriormente.

3. RESULTADOS

En las figuras 1, 2 y 3 se muestran los resultados de la variación secular.

La componente Z revela con claridad el efecto del pulso del campo geomagnético detectado en 1969,5 con un cambio en la forma del foco isopórico. Es menos evidente este fenómeno en las componentes X e Y.

La disminución de la tasa de cambio observada en la componente Z en el año 1969,5 en comparación con la misma en las épocas de 1965,5 y 1973,5 coincide con la teoría de los pulsos del campo (Courtillet y LeMouel, 1988).

Este fenómeno se superpone a las características globales que se observan, tal como la deriva al Oeste de los focos isopóricos en la componente Z. En cambio, la componente X presenta una oscilación en sus focos isopóricos tanto en posición como en intensidad, fenómeno este que se esboza en la componente Y.

4. CONCLUSION

Los resultados presentados permiten concluir que en la región estudiada la componente radial (Z) permite determinar claramente las regiones anómalas de la variación secular vinculadas con los procesos de pulsos del campo geomagnético.

La metodología utilizada brinda una alternativa de cálculo diferente, sin recurrir al análisis por armónicos esféricos.

También podría utilizarse la descomposición espectral de cada serie de tiempo y producir allí un filtrado de posibles efectos de origen externo, etapa esta que queda para un futuro estudio de otra metodología alternativa.

Los estudios realizados recientemente en laboratorio, sobre el comportamiento de componetes ricos en hierro a alta temperatura y presión (Jeanloz, R., 1990), permiten suponer que la región límite entre el manto inferior y el núcleo externo (llamada D'') presenta anomalías en la conductividad, con regiones de material rico en hierro y por ende alta conductividad de forma similar a la del núcleo externo, que actuaría congelando las líneas de fuerza en forma transitoria. No necesariamente se tendría un proceso de ascenso de material del núcleo externo sobre la región D'', por el contrario se estaría frente a un proceso geoquímico.

Esto plantea entonces una reevaluación de la importancia del acoplamiento electromagnético entre el manto y el núcleo. Los procesos de congelamiento de líneas del campo en la región D'' han sido estimadas entre 10 y 100 años aproximadamente (Jeanloz, R., 1990).

De esta manera se podría inferir que la región del continente antártico abarcada por los sectores 345° y 360° E y 0° y 90° E de longitud presentó un proceso de congelamiento de líneas de campo para el fenómeno del pulso de la época 1969,5 con una disminución notable de la tasa de variación anual y produciendo focos isopóricos anómalos transitorios como se evidencia en la figura 3.

5. REFERENCIAS

Bakus, G. E. Application of Mantle Filter Theory to the Magnetic Jerk of 1969, *Geophys. J. R. A. S.*, 74, 713-746, 1983.

Chapman S. and J. Bartels. *Geomagnetism*, Oxford Univ. Press, 1940.

Courtillot V. and J. L. LeMouél. Time Variations of the Earth's Magnetic Field: From Daily to Secular, *Ann. Rev. Earth Planet Sci.*, 16, 389-476, 1988.

Davis, J. C. *Statistics and Data Analysis in Geology*, John Wiley Pub. Co., 1973.

Gubbins, D. and J. Bloxham. Geomagnetic Field Analysis III Magnetic Fields on the Core-Mantle Boundary, *Geophys. J. R. A. S.*, 80, 695-713, 1985.

Jeanloz, R. The Nature of the Earth's Core, *Ann. Rev. Earth Planet Sci.*, 18, 357-386, 1990.

LeMouél J. L., T. R. Madden, J. Ducruix and V. Courtillot. Decade Fluctuations in Geomagnetic Westward Drift and Earth

Rotation, Nature, 280, 763-765, 1981.

Rikitake T. and Y. Honkura. Solid Earth Geomagnetism, D. Reidel Pub. Co., 1985.

Savitzky, A. and M. J. E. Golay. Smoothing and Differentiation of Data by Simplified Least Squares Procedures, Anal. Chem., 36, 1627-1629, 1964.

Vestine, E. H. On Variations of the Geomagnetic Fluid Motions and the Rate of the Earth's Rotation, Proc. Natn. Acad. Sci. (USA), 38, 1030-1038, 1952.

Waler, K. A. and D. Gubbins. Spherical Harmonics Analysis of the Geomagnetic Field: An Example of a Linear Inverse Problem, Geophys. J. R. A. S., 65, 645-693, 1980.

Dirección Postal de los Autores:
Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, Universidad
Nacional de La Plata. Paseo del Bosque s/n, (1900) La Plata,
Argentina.

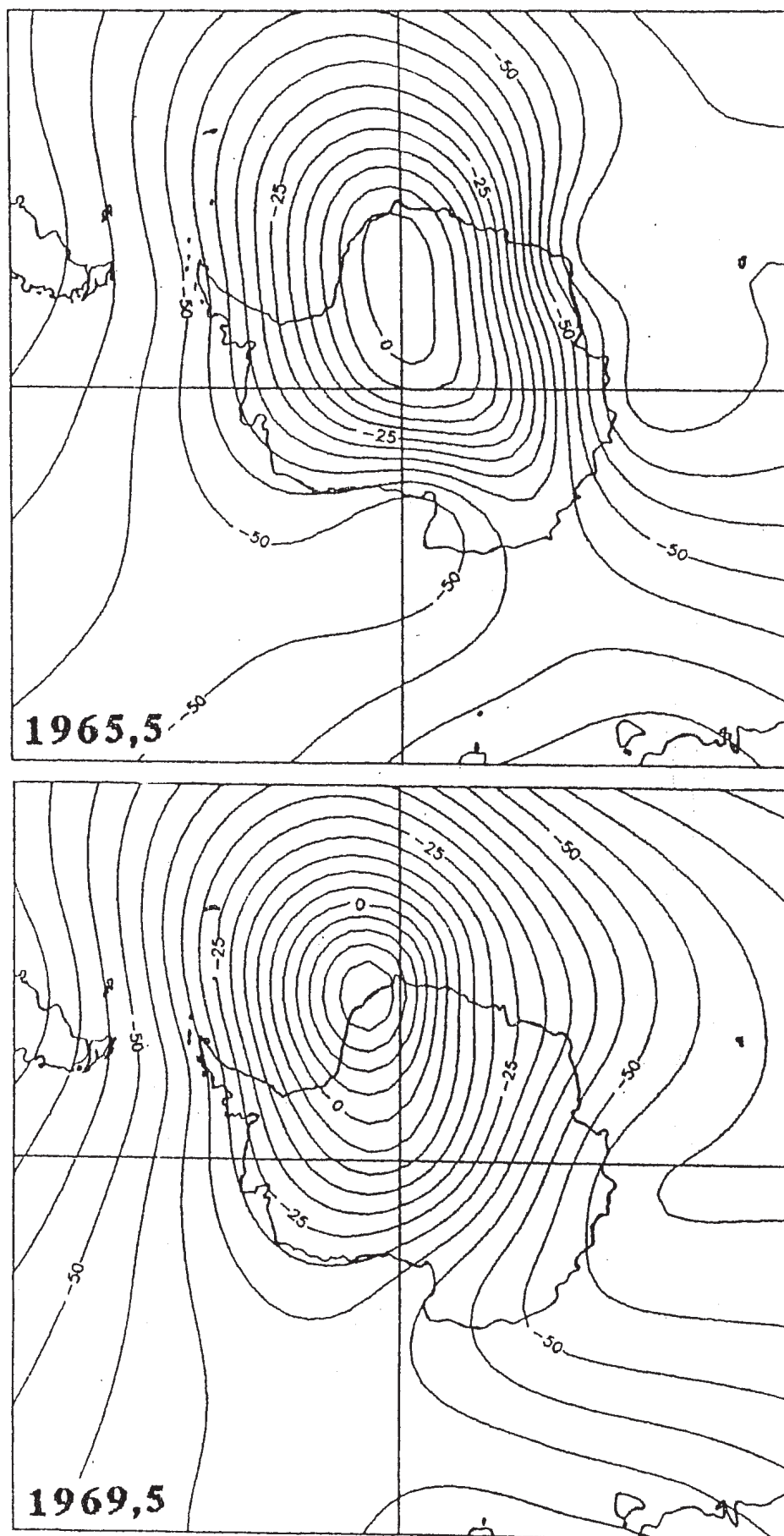


Figura 1. Componente X - Variación Secular (nT/año)

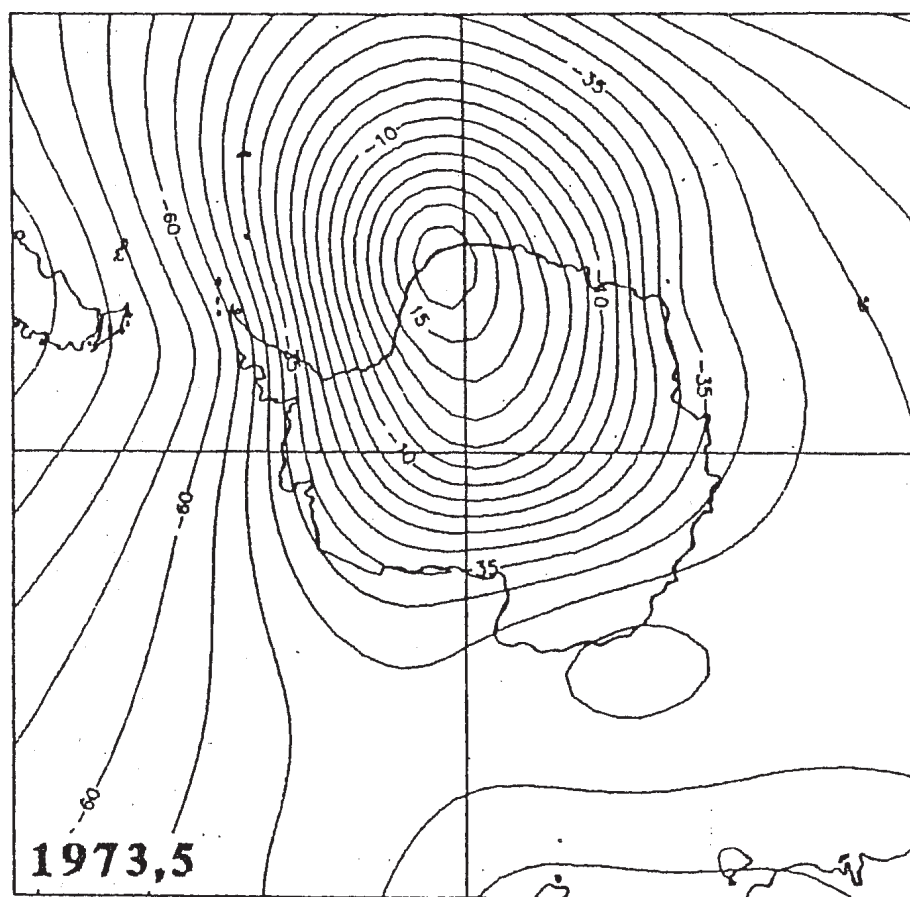


Figura 1 (continuación). Componente X.
Variación Secular en nT/año.
Epocas 1965,5, 1969,5 y 1973,5.
Equidistancia entre curvas isóporas 5 nT/año.

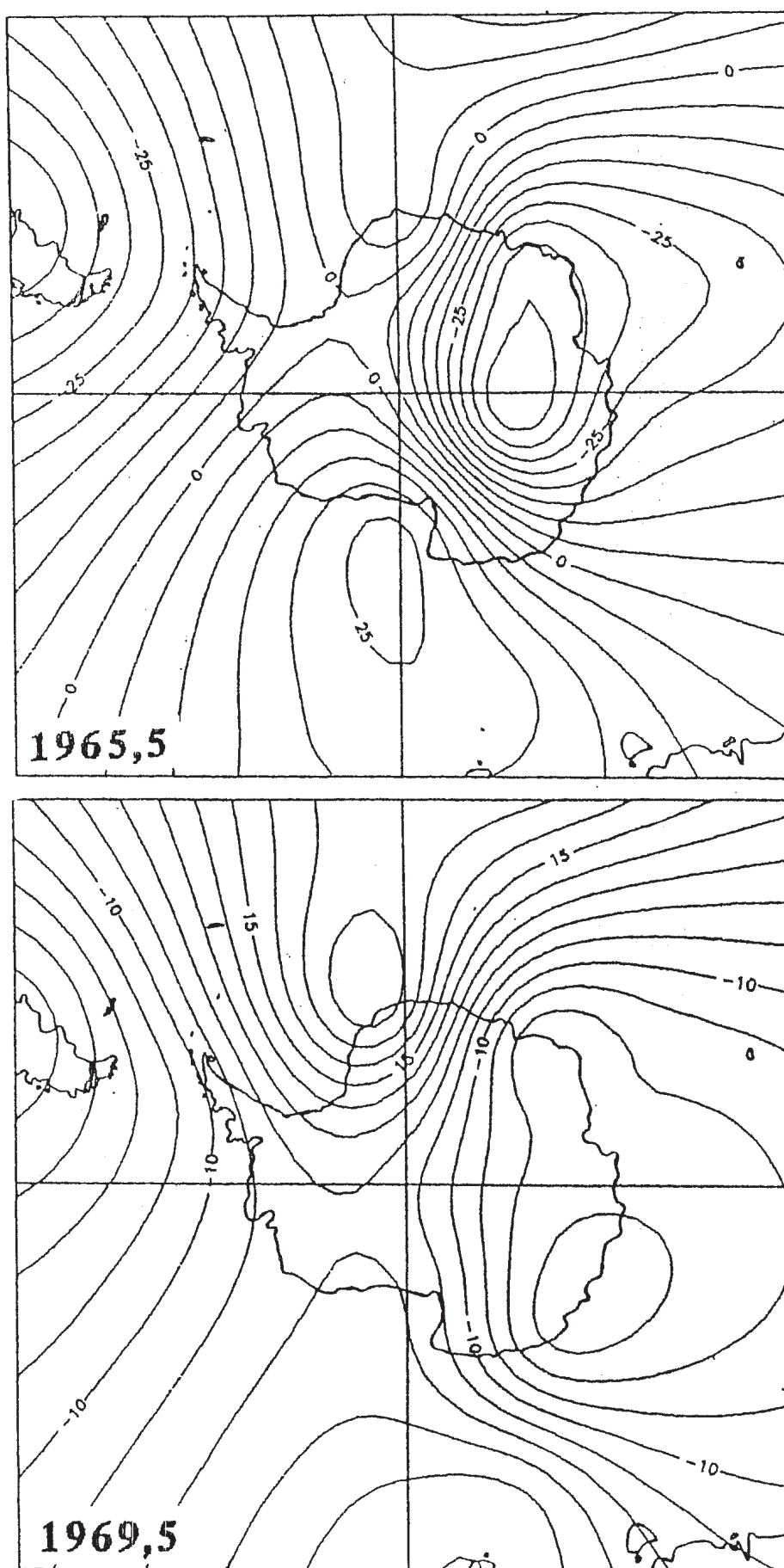


Figura 2. Componente Y - Variación Secular (nT/año)

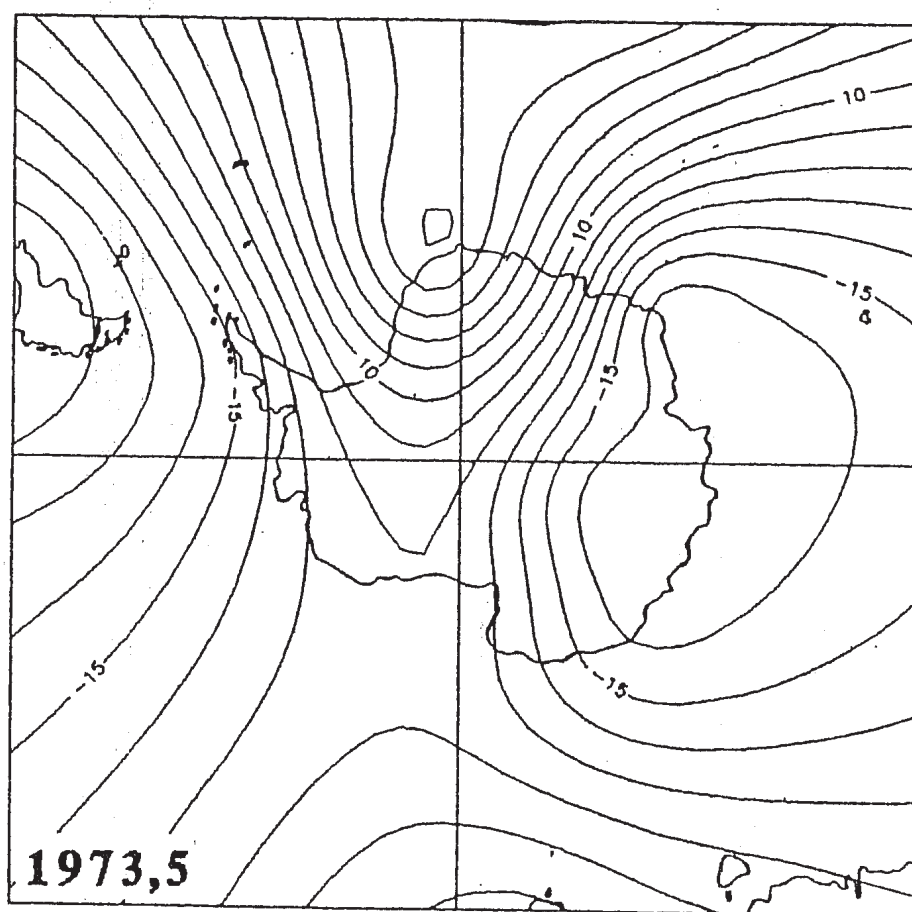


Figura 2 (continuación). Componente Y.
Variación Secular en nT/año.
Epocas 1965,5, 1969,5 y 1973,5.
Equidistancia entre curvas isóporas 5 nT/año.

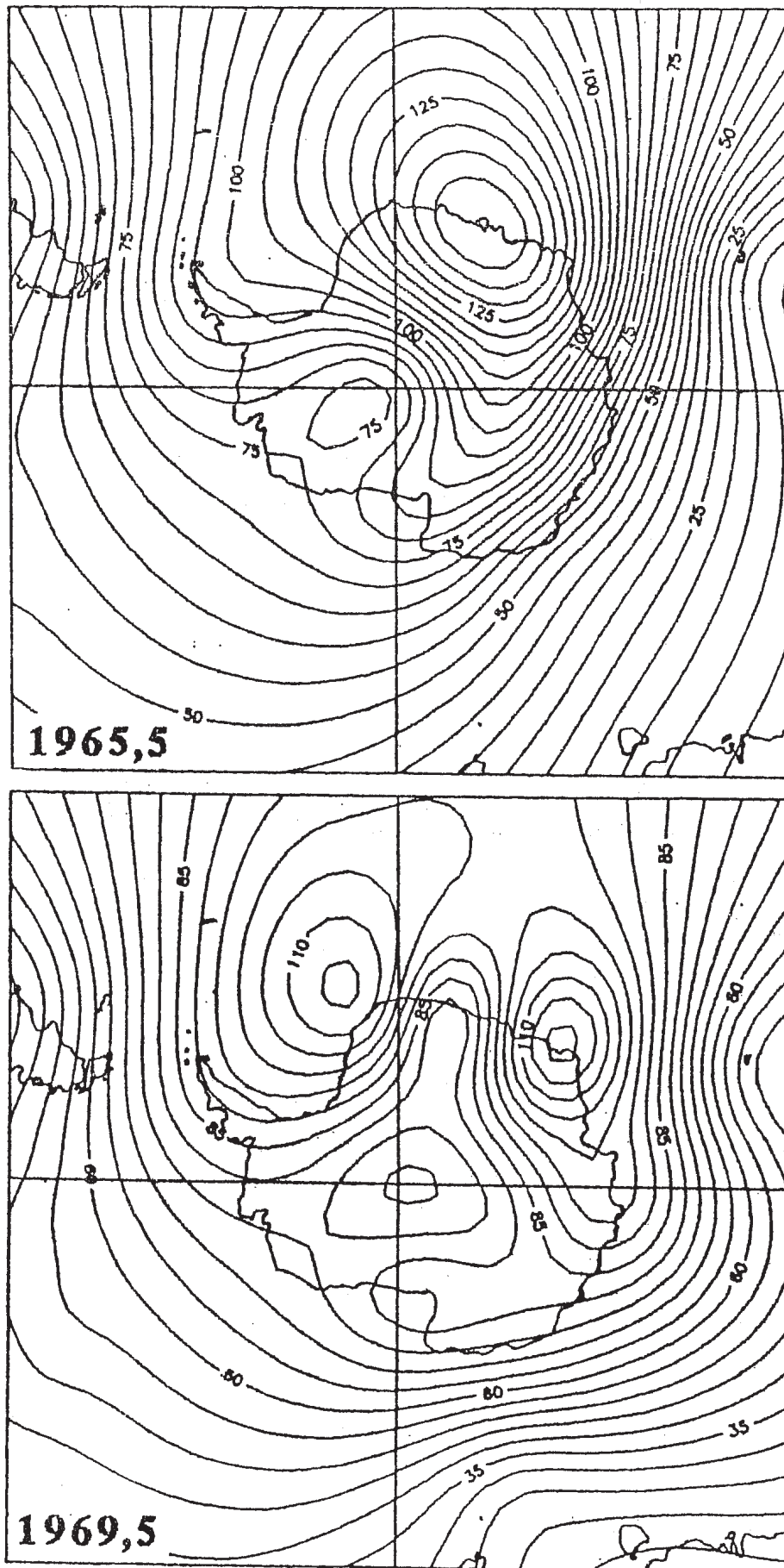


Figura 3. Componente Z - Variación Secular (nT/año)

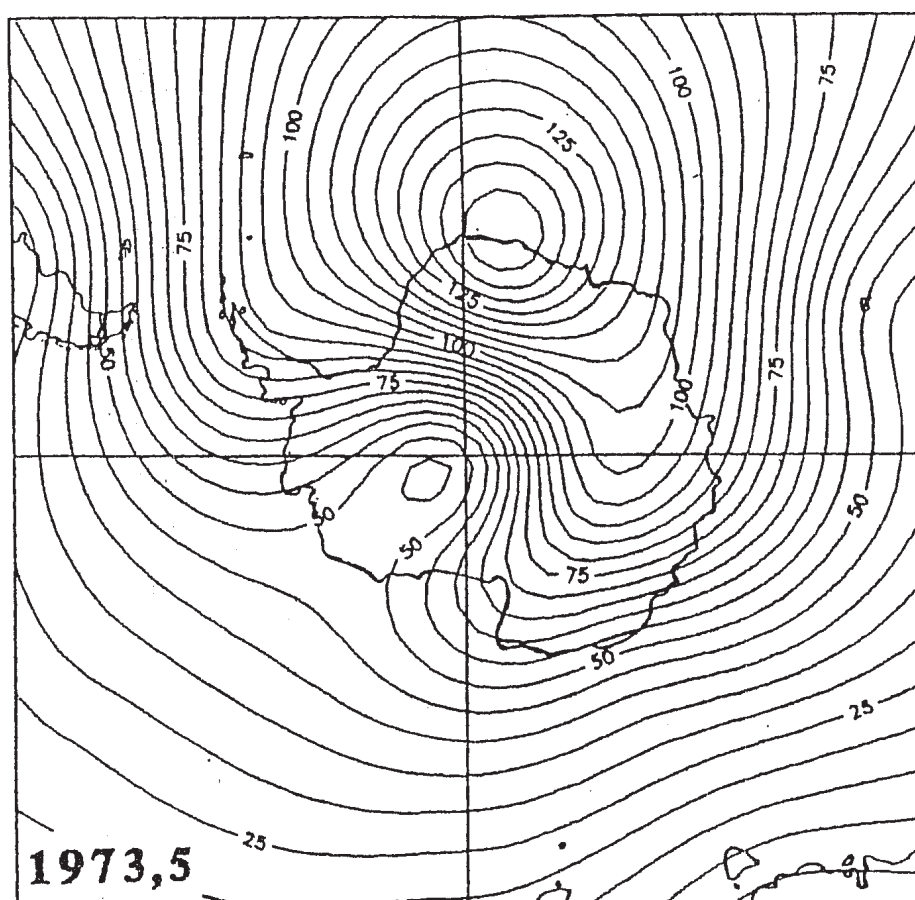


Figura 3 (continuación). Componente Z.
Variación Secular en nT/año.
Epocas 1965,5, 1969,5 y 1973,5.
Equidistancia entre curvas isóporas 5 nT/año.