

REPRESENTACION ANALITICA DE LA VARIACION ANUAL DE LA DECLINACION MAGNETICA EN LA REPUBLICA ARGENTINA

HUGO ROBERTO AFFOLTER

Observatorio Astronómico, Universidad Nacional de La Plata

Como parte de un estudio completo de anomalías del campo magnético terrestre en el territorio argentino, se trata de representar analíticamente la variación anual de la declinación; para ello se emplea un ajuste de segundo grado en dos dimensiones (φ y λ), utilizando como datos los valores provenientes de aquellas estaciones de repetición ocupadas en relevamientos del Servicio Meteorológico Nacional que tienen tres o más observaciones a través del tiempo y cuya posición en coordenadas geográficas no ha variado de una determinación a otra en más de 1 minuto. Se adopta como más adecuada una representación que divide al territorio nacional por medio del paralelo 36 Sur.

As a part of a complete study of magnetic field anomalies in Argentina, we try to analitically represent the yearly declination variation; to that effect, we use a second degree adjustment in two dimensions (φ and λ), using as data the values obtained in those stations of repetitions occupied by the National Meteorological Service with three or more observations in the course of time, and whose geophysical position has not changed from one determination of coordinates to the next in more than 1 minute. We adopt a representation that divides the national territory in two parts, by the 36° south parallel.

I. INTRODUCCION

El estudio de la variación anual de la declinación magnética en el territorio argentino, es parte de un trabajo completo del Departamento de Magnetismo Terrestre del Observatorio Astronómico de La Plata. Por dicha causa se creyó conveniente dividir el estudio en: Campo Real, Campo de referencia, Campo anómalo y Causas de las anomalías. El presente trabajo contribuye a establecer el primero de los campos citados, ya que es necesario conocer su variación anual para reducir a época común, las observaciones realizadas en distintos instantes y en distintos lugares del territorio argentino.

II. DATOS USADOS

Con los datos de declinación magnética, provenientes de campañas de relevamientos efectuadas y publicadas por el Servicio Meteorológico Nacional, abarcando un período que va desde enero de 1931 hasta octubre de 1965, se seleccionaron aquellas estaciones de repetición que poseen tres o más observaciones a través del tiempo. Considerando que en territorio argentino, por lo general, las líneas isógonas de grado en grado tienen una separación sobre la superficie terrestre del orden de un grado en coordenadas geográficas, es decir que 1 minuto en latitud o longitud equivale a una variación de 1 minuto en declinación, se descartaron aquellas estaciones cuyas observaciones difieren entre sí en más de 1 minuto en la posición geográfica. De esta manera se obtuvieron:

- a) 17 estaciones con 3 observaciones
 - b) 13 estaciones con 4 observaciones
 - c) 3 estaciones con 5 observaciones,
- en total 33 estaciones.

III. CALCULOS Y GRAFICOS

Se calculó en cada estación i de repetición la parábola temporal:

$$D_i = A_i + B_i t + C_i t^2 \quad (1)$$

siendo parábola de interpolación cuando 3 eran las observaciones en cada estación y ajuste parabólico en caso de tener 4 ó 5 observaciones. Como ejemplo de coeficientes resultantes tenemos para Tinogasta, estación N° 18, (numeración interna):

$$D_{18} = A_{18} + (-0,016066 \text{ minutos/día}) t + C_{18} t^2 \quad (1')$$

En el cálculo se tomó como origen del tiempo un instante intermedio del intervalo temporal abarcado, resultando ser el 1° de enero de 1948. Como unidad se usó el día.

De la parábola temporal (1) ó (1') nos interesa por el momento el coeficiente B_i ya que esta parte lineal expresa la casi totalidad de la variación anual de la declinación, tal como se la concibe comunmente. De hecho resulta más ilustrativo trabajar con unidad minuto/año, que es la utilizada en cartas isóporas, quedando el ejemplo:

$$B_{18} = - 0.016066 \text{ min./día} = -5.864 \text{ min./año}$$

Obtenidos los coeficientes B_i en cada estación por medio de la (1), se trató de encontrar la representación analítica de la variación anual en función de las coordenadas geográficas, para lo cual se ensayó un ajuste de segundo grado, según la diferencias geográficas $\Delta\varphi$ y $\Delta\lambda$, respecto de un origen convencional. La expresión general utilizada es:

$$B = \alpha + \beta \Delta\varphi_i + \gamma \Delta\lambda_i + \delta \Delta\varphi_i \Delta\lambda_i + \epsilon \Delta\varphi_i^2 + \Psi \Delta\lambda_i^2 \quad (2)$$

donde: $\Delta\varphi_i = \varphi_i - \bar{\varphi}$ $\Delta\lambda_i = \lambda_i - \bar{\lambda}$

siendo. $\bar{\varphi} = 33^\circ \text{ S}$ y $\bar{\lambda} = 63^\circ \text{ O}$

previamente se representaron en coordenadas cartesianas las estaciones observadas, trazándose las isóporas por interpolación lineal a mano alzada, para tener una idea de la forma de las curvas (figura 1).

FIGURA 1

En la misma observamos que prácticamente el campo de B se puede representar por una superficie elipsóidica en el norte del territorio con una cúspide de -7 min/año y por una superficie hiperboloide en el sur descendiendo hacia el oeste. Por ese motivo se estimó conveniente adoptar dos diferentes sistemas de representación en el Norte y Sur del país, tomando el paralelo de 36° S como divisorio de ambas zonas.

Adoptando diversos criterios de admisión que se explican en la planilla N° 1, el ajuste (2) se calculó con distintas configuraciones de puntos para encontrar aquellas representaciones que mejor se acerquen a los puntos dados y con la tendencia que ofrecía la figura 1. Para justificar la selección numéricamente fueron calculados para cada uno de los diversos ajustes territoriales, los siguientes parámetros estadísticos:

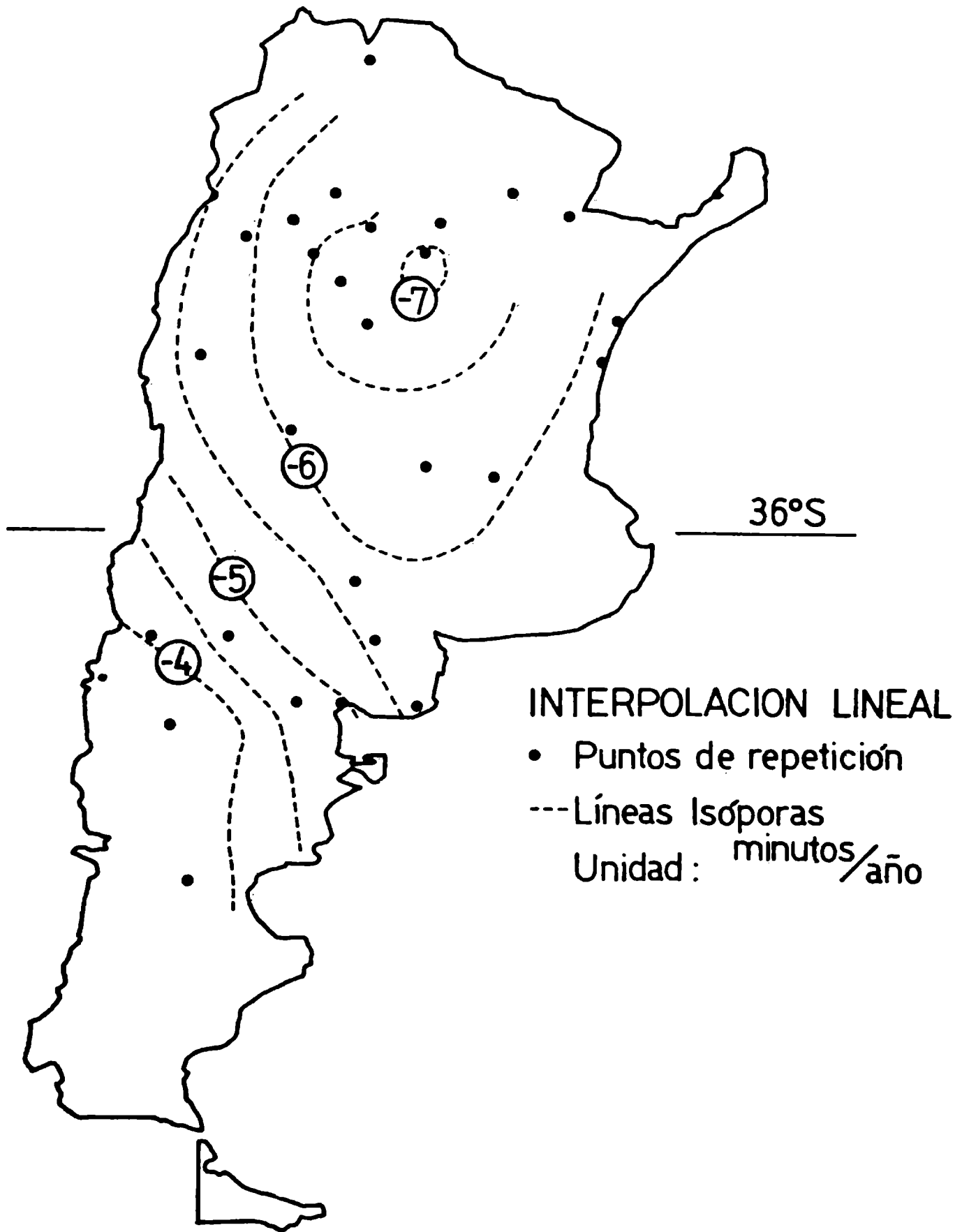


Figura 1

- N = Número de puntos que intervienen en el ajuste.
 B_{obs.} = Valor del coeficiente B que surge de la parábola temporal, calculada en una estación.
 B_{cal.} = Valor del coeficiente B calculado con el ajuste en cuestión para la misma estación.
 R = Diferencia B_{obs.} - B_{cal.}
 RM = Valor máximo de los R obtenidos para un ajuste determinado.
 S² = Residuo promedio cuadrático = $(\sum R^2) 1/N$
 E = Error medio de cada uno de los 6 coeficientes de ajuste.
 EM = E máximo de entre los coeficientes de cada ajuste.

Los parámetros más importantes están dados en la planilla 1.

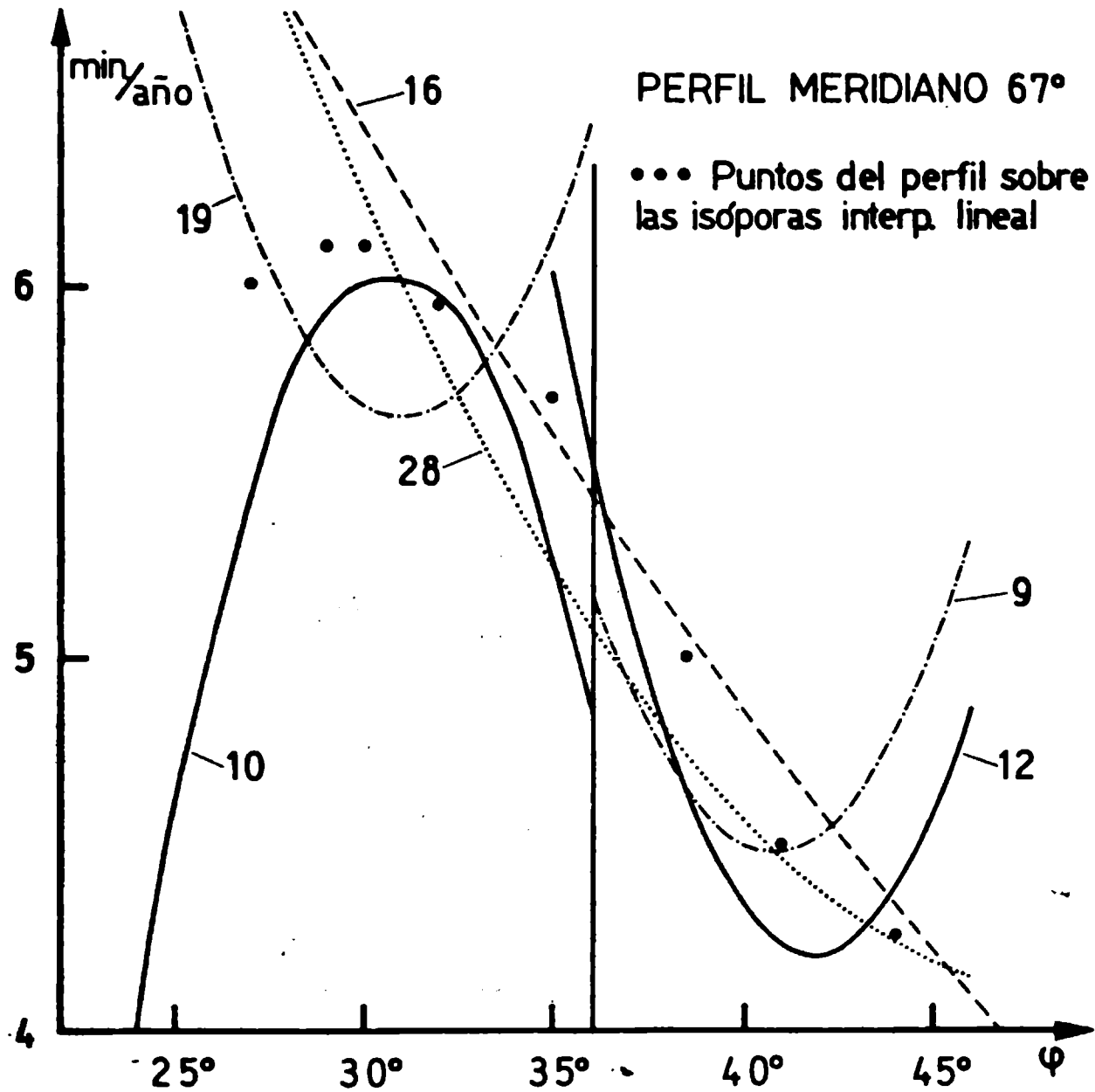
TABLA I

En la configuración de 33 estaciones, se encontraron 4 estaciones anómalas que reflejan en sus 3 parámetros su carácter. Además se consideró para el ajuste por mínimos cuadrados, pesos diferentes para los valores de B que provenían de estaciones con 3, 4 y 5 observaciones.

Aparte de la justificación gráfica mencionada más arriba se han confeccionado en la figura 2, los perfiles a lo largo del meridiano de 67° O, de todos los ajustes de segundo grado, junto con los puntos del perfil de la representación a mano alzada de la figura 1.

TABLA I

ESTAC.	RM	S ²	EM	CRITERIO DE SELECCION
33	- 22.856	22.197	1.47	Todas las estaciones.
29	- 1.814	0.408	0.22	Todas las estaciones, menos las anómalas.
19	- 1.458	0.382	0.30	Todas las estaciones al norte de Lat. = 36° S
10	0.666	0.123	2.32	Todas las estaciones al sur de Lat. = 36° S
16	- 0.437	0.051	0.14	Todas las estaciones con 4 y 5 observaciones.
10	0.249	0.012	0.17	Todas las estaciones al norte de Lat. = 36° S, con 4 y 5 observaciones.
12	- 1.091	0.145	0.77	Todas las estaciones al sur de Lat. = 34° S.



- EL NUMERO QUE ACOMPAÑA CADA CURVA SE REFIERE A LAS ESTACIONES QUE INTERVIENEN EN EL AJUSTE CORRESPONDIENTE -

Figura 2

Se observa que hay dos parábolas marcadas con 10 y 12 que mejor se acercan a los puntos y cuyo empalme entre las dos zonas es satisfactorio ya que en el paralelo 36° S se diferencian en sólo 0.7 minutos/año.

Se concluye que es plausible una división territorial de los datos, representados por los siguientes ajustes:

$$B = -6.75824 + 0.23262 \Delta\varphi_i + 0.01876 \Delta\lambda_i - 0.00846 \Delta\varphi_i \Delta\lambda_i + 0.04432 \Delta\varphi_i^2 + 0.05243 \Delta\lambda_i^2 \quad (3)$$

$$B = -6.81844 + 0.43826 \Delta\varphi_i - 0.02394 \Delta\lambda_i + 0.05917 \Delta\varphi_i \Delta\lambda_i - 0.03798 \Delta\varphi_i^2 - 0.01757 \Delta\lambda_i^2 \quad (4)$$

que corresponden a las configuraciones de:

- 10 estaciones al norte de la latitud de 36° S con 4 y 5 observaciones y
- 12 estaciones con latitud mayor que 34° S con 3, 4 y 5 observaciones; o sea, las configuraciones a que se refieren los últimos dos renglones de la planilla 1.

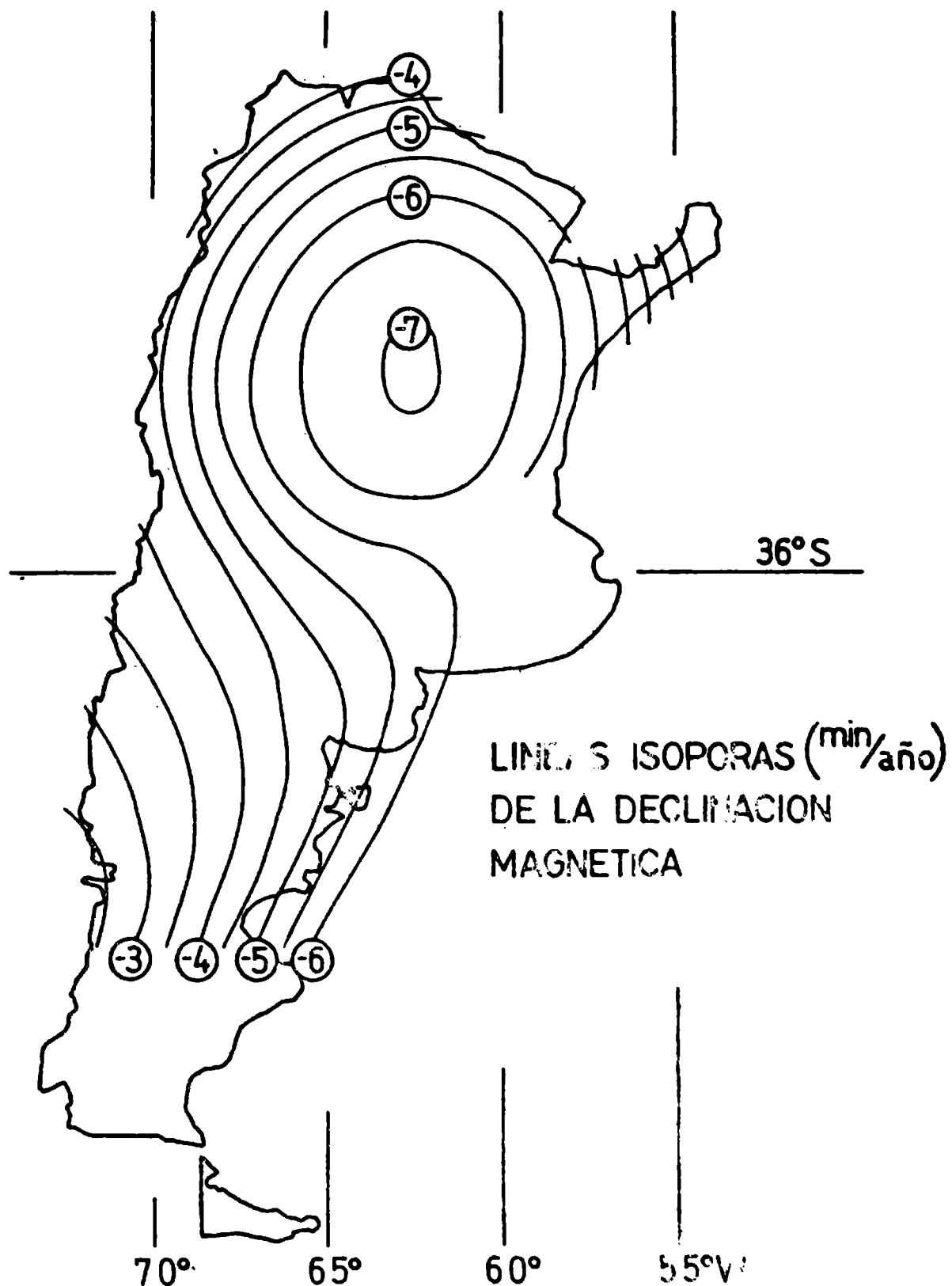


Figura 3

En definitiva, la figura 3 presenta la representación del campo isóporo en el territorio argentino mediante los dos sistemas de ajuste en las zonas Norte y Sur, empalmados.