

PUBLICACIONES DEL OBSERVATORIO ASTRONÓMICO
DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA

Director: Capitán de Fragata (R.) GUILLERMO O. WALLBRECHER

SERIE GEOFÍSICA VII₁

INVESTIGACIONES
SOBRE LA VARIACION SECULAR
GEOMAGNETICA



LA PLATA
IMPRESA MORENO
1951

MINISTERIO DE EDUCACIÓN DE LA NACIÓN
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA

Rector

Doctor LUIS IRIGOYEN

Vicerrector

Doctor PEDRO GUILLERMO PATERNOSTO

Consejeros

Ing. Agrón. René R. E. Thiery, Ing. José María Castiglioni; Ing. Carlos Pascali, Ing. Obdulio J. F. Ferrari; Prof. Silvio Mangariello, Prof. Arturo Cambours Ocampo; Dr. Carlos María Harispe, Dr. Horis del Prete; Dr. José Fortunato Molfino, Dr. Pedro Guillermo Paternosto; Dr. Pascual R. Cervini, Dr. José F. Morano Brandi; Dr. Benito Pérez, Dr. Eugenio E. Mordegliá.

Secretario General Interino

Don VICTORIANO F. LUACES

Secretario Administrativo

Don RAFAEL GUILLERMO ROSA

Contador General

Don HORACIO J. BLAKE

**INSTITUTO DEL OBSERVATORIO ASTRONÓMICO
Y ESCUELA SUPERIOR DE ASTRONOMÍA Y GEOFÍSICA**

Director

Capitán de Fragata (R.) GUILLERMO O. WALLBRECHER

Secretario

Abogado ANDRES GUILLEN

Prosecretario

Señor RICARDO J. NOWINSKI

PERSONAL DOCENTE Y CIENTIFICO

Jefes de Departamento y Profesores: Agrim. Angel A. Baldini (Geodesia-Gravimetría y Mareas); Dr. Alejandro Corpaciu (Gravimetría-Geodesia Superior); Ing. Simón Gershánik (Geofísica-Sismología); Dr. Livio Gratton (Astrofísica-Astrofísica, I y II Curso); Agrim. Miguel Itzigsohn (Astrometría-Astrometría, I Curso); Dr. Pascual Seonzo (Cálculos científicos); Dr. Leónidas Slaucitajs (Magnetismo Terrestre y Electricidad Atmosférica); Dr. Sergio Slaucitajs (Astronomía Meridiana); Dr. Alexander Wilkens (Astronomía teórica y Cosmogonía-Mecánica Celeste).

Profesores: Ing. Miguel A. Agabios (Astrometría, II Curso); Agrim. Guillermo H. Borel (Astronomía General); Dr. Reynaldo P. Cesco (Análisis matemático, III Curso); Agrim. Víctor J. Meneclier (Astronomía Esférica).

PERSONAL CIENTIFICO

Jefes de División y Astrónomos de Primera: Agrim. Guillermo H. Borel (Círculo Meridiano); Sr. Germán Fernández (Astronomía teórica); Dr. Herbert Wilkens (Estadística Estelar); Sr. Jacobo Gordon (Efemérides); Sr. Ignacio A. Rivas (Efemérides); Prof. Silvio Mangariello (Círculo Meridiano).

PERSONAL DOCENTE Y AUXILIAR

Jefe de Biblioteca: Prof. Nidia Ethel Guillamón.

Jefes de Trabajos Prácticos: Dr. Sergio Slaucitajs (Astronomía Esférica); Dr. Herbert Wilkens (Astrofísica).

Ayudantes de Trabajos Prácticos: Srta. Alicia M. Di Bella (idioma Inglés); Srta. Araceli Stichling (Idioma Alemán); Srta. Elida Olga Herrero Araldi (Asistente de Óptica).

PERSONAL TECNICO

Jefe del Departamento de Talleres: Ing. José A. Rodríguez.

ADMINISTRACION Y PUBLICACIONES

Administrador-habilitado: Sr. Juan José Saggese.

Publicaciones y Canje: Sr. Antonio Guillén.

INVESTIGACIONES SOBRE LA VARIACION SECULAR GEOMAGNETICA

Por

L E O N I D A S S L A U C I T A J S

SUMMARY:

To exclude the solar R period influence, analysing the geomagnetic secular variation, the author has formerly turned in account (Bibl. 1) the series of 10 years mean values and stated existence of an approximate 50 years "terrestrial" period. In this paper the harmonic analysis for 44 values of each element of the Pilar Geomagnetic Observatory was used to characterise through the fourth harmonic the above mentioned solar influence. The curves of conjoined three harmonics show a general similarity. Also a "period" of 50-60 years can be seen. The parallelism of the fourth harmonic curve and the R-curve is evident. The change in geomagnetic force direction in the period of 1860-1948 for Córdoba, Argentina, is showed in Fig. 2.

La Variación Secular (VS) geomagnética es el cambio lento del campo magnético terrestre. Las diferencias sucesivas entre promedios anuales de los elementos $\Delta E/\Delta t$ (donde Δt se toman en unidades de años), nos dan los valores numéricos de la VS.

El conocimiento de la VS tiene un valor básico por su conexión con los problemas del origen del campo geomagnético mismo, y por su importancia práctica para la reducción a nueva época de los datos de las cartas geomagnéticas en uso en la navegación marítima y aérea, en topografía, prospección, etc. Así por ejemplo, un error en la VS de la declinación magnética (D) de 2', extrapolado a quince años, da ya un error de $1/2^\circ$. Las intensidades, que en algunos sitios cambian muy rápidamente (P. ej., la intensidad horizontal H en las proximidades de la costa argentina cambia en unos 90 gamas anuales) deben ser reducidas por esta misma circunstancia con mucho cuidado.

El hecho es que $\Delta E/\Delta t$ es una complicada función del tiempo. Tenemos algunos indicios para sospechar que la función puede ser casi periódica, posiblemente también con varios períodos. Se sabe, por otra parte, que los valores de la VS dependen mucho de la posición geográfica del sitio.

La actividad solar ejerce su influencia sobre la VS, especialmente por medio de su periodicidad aproximada de once años del número relativo de manchas solares (R).

La emisión solar produce un campo electromagnético adicional alrededor de la tierra que hace cambiar a lo largo de este ciclo mencionado, el carácter de la marcha de los valores anuales de los elementos. Esta componente solar debe ser eliminada de la VS calculada como diferencia total de los promedios anuales, si queremos tener la VS terrestre más o menos "pura".

Ya anteriormente, el autor de este trabajo analizó los promedios *decenales* sucesivos de la VS, prácticamente iguales al conocido período solar, pertenecientes a una cierta cantidad

de observatorios geomagnéticos ^(1,2). Con este procedimiento fué eliminado el efecto del mencionado período solar.

Las curvas representativas de la VS tratadas así y luego alisadas suavemente, indican en general, lo siguiente:

- a) Una similitud general de las curvas ΔH , ΔD y ΔZ .
- b) Un periodo de la VS alrededor de los cincuenta años para los tres elementos.
- c) Una diferencia de tiempos de fase para los distintos observatorios, para ΔD y ΔZ , pero al parecer, no para ΔH .

Ahora el autor ha tomado otro camino para eliminar la influencia solar: el de usar análisis armónico, eligiendo el número de observaciones tal que resulte una de las armónicas con período igual a once años, aplicando este método, primeramente, a Pilar, Córdoba.

Un análisis de los datos de la VS del mencionado observatorio magnético argentino, correspondiente a los años 1905-1949 (44 valores de la VS) ha dado los siguientes resultados mediante la aplicación de las series de *Fourier*:

$$y = a_0 + a_1 \text{sen} (A_1 + x) + a_2 \text{sen} (A_2 + 2x) + a_3 \text{sen} (A_3 + 3x) + a_4 \text{sen} (A_4 + 4x) + a_5 \text{sen} (A_5 + 5x) + a_6 \text{sen} (A_6 + 6x)$$

Amplitudes

	a_0	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6
para ΔD	7'.3	1'.6	0'.5	0'.2	0'.3	0'.2	0'.2
ΔI	1'.1	3'.4	1'.5	0'.5	1'.0	0'.1	0'.4
ΔZ	13	24	10	3	5	1	2
(en gamas)							
ΔH	54	11	9	3	4	2	2
(en gamas)							

La cuarta armónica que caracteriza la influencia solar del período de once años tiene, evidentemente, amplitudes distintas de las otras armónicas. Lo mismo, naturalmente, ocurre con otros parámetros. El método *Fourier*, sin embargo, no puede darnos con seguridad todos los períodos verdaderos del fenómeno en cuestión.

Como existen pocos métodos analíticos para la búsqueda de períodos (Períodograma de *Schuster* y otros), hemos usado el método gráfico para interpretar las curvas ΔE . Se utilizaron los datos del análisis armónico hasta la 3ª armónica inclusive, es decir, excepto la 4ª armónica y también las de más alta frecuencia.

El análisis arrojó el resultado previamente sospechado por el autor ¹: En efecto, las curvas de la VS para los distintos elementos (Fig. 1) son parecidas en su recorrido y se puede ver algo ya de la existencia del período de cerca de 50-60 años (véase para comparar, bibliografía 3). La curva sintética de las tres primeras armónicas, puede incluir, naturalmente, también la influencia de algunos otros períodos como lo indican la forma de las curvas. La cuarta armónica misma, en el gráfico representativo para ΔH , corre característicamente, paralela a la curva R.

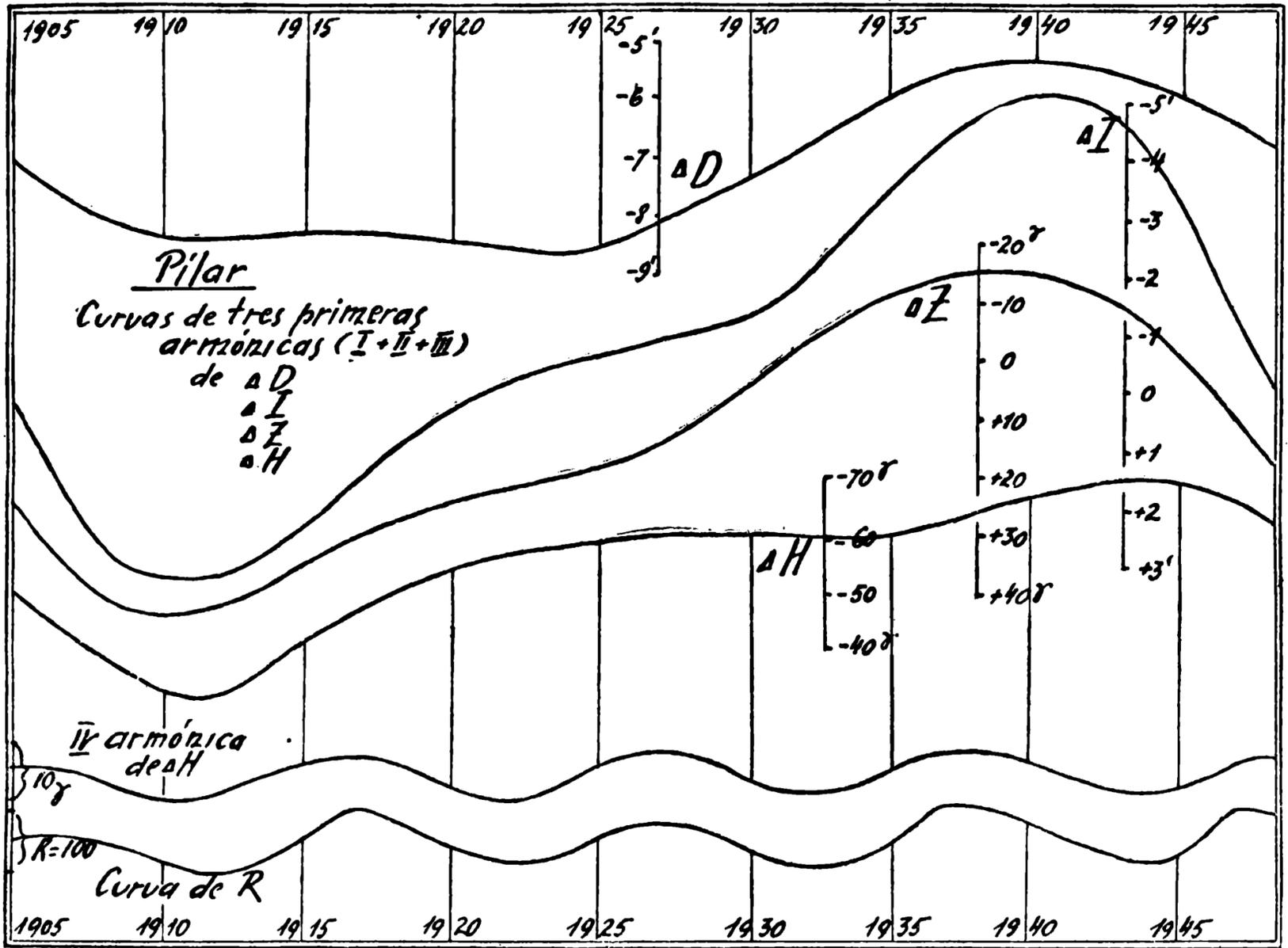


Fig. 1

Como la VS es un cambio lento, resulta interesante pensar en la posibilidad de usar mediciones antiguas de los elementos magnéticos. Para Córdoba tenemos una serie de mediciones de D e I de la segunda mitad del siglo XIX. El autor no ha podido utilizar hasta ahora datos más antiguos, como p. ej., los de *O. Doering* (Boletín de la Academia Nacional de Ciencias de Córdoba) pero sí ha podido compilar todas las mediciones efectuadas desde 1860 y las ha reducido a un punto. Este punto es idéntico al utilizado por *Gould* y *Stevens*, en los terrenos del Observatorio Astronómico de Córdoba. ²⁻⁴⁻⁵⁻⁶

La fig. 2, indica las características del cambio en la dirección de la fuerza geomagnética en Córdoba, durante el período de 1860 a 1944.

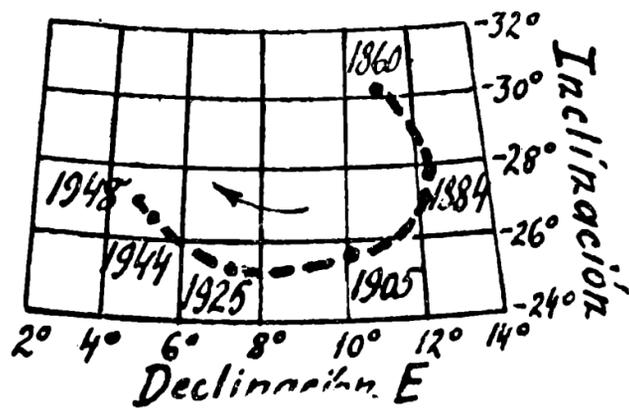


Fig. 2

La curva de Córdoba es muy parecida a las curvas obtenidas de la VS observada durante algunos períodos muy largos en ciertos lugares conocidos, como Londres, París y otros.

La curva de Córdoba resulta ser una parte del período terrestre estimado en cerca de 480 años, período que fué mencionado mucho en la bibliografía geomagnética, pero que últimamente ha sido puesto en duda.

También es muy importante el aspecto geográfico en los estudios de la VS. Cerca de la costa argentina, (en la zona comprendida aproximadamente entre Bahía Blanca y Golfo de S. Matías), tenemos un foco de gran cambio de H, mientras que en las proximidades de la Antártida Argentina tenemos focos de intensa variación secular en *Z* y en *T*. Como es sabido, el hemisferio Oeste especialmente la parte Sud, se encuentra en una fase de desimantación pronunciada⁷⁻⁸, de modo que hay que tratar en el futuro de prestar mayor atención a la repetición periódica de las mediciones geomagnéticas, especialmente cerca de focos señalados, a fin de tener asegurados estos datos muy importantes para la caracterización y el análisis de la VS. Esto permitirá estudiar mejor la VS como fenómeno *regional*, sin olvidar también de analizar comparativamente los datos de los observatorios magnéticos en escala mundial para poder ver los efectos de la VS como fenómeno *planetario*.

Observatorio Astronómico
La Plata
Noviembre de 1950
Año del Libertador General San Martín

BIBLIOGRAFIA

1. L. SLAUCITAJIS. Some Notes on Secular Variation. Contr. of Baltic University. Núm. 63 (Pinneberg 1948).
2. R. BOCK. Katalog der Jahresmittel der magnetischen Elemente der Observatorien, u. s. w. Abh. des Geoph. Inst. Potsdam. N° 8 (Berlín, 1948).
3. O. LUTZOW-HOLM. Carta magnética de la Rep. Argentina. Dir. de Met., Geof. e Hidrología. Ser. A, Publ. núm. 1 (Buenos Aires, 1933).
4. B. GOULD. Las constantes del magnetismo terrestre en Córdoba y Rosario. Anales de la Soc. Cient. Arg., tomo XVII (B. Aires, 1884).
5. Dirección de Meteorología, Geofísica e Hidrología. Carta isogónica de la Rep. Argentina. Ser. A. Publ. núm. 3. (Buenos Aires, 1944). Carta de las isoclinas (I) (Inclinación Magnética). Serie A. II Sección, núm. 4 (Buenos Aires, 1944).
6. Los valores anuales geomagnéticos del Obs. Geof. de Pilar-Córdoba. Comunicación por el Jefe del Observatorio, Sr. O. Lützow-Holm.
7. E. H. VESTINE y colaboradores. Description of the Earth's Main Magnetic Field and its Secular Change, 1905-1945. Carnegie Inst. of Washington, Publ. 578 (Washington, 1948).
8. J. A. FLEMING. Geología y Geofísica. Vol. jub. del XXV Aniversario de la Soc. Geol. de Perú. Parte II, Fasc. 9 (Lima, 1949).