

EL NUEVO OBSERVATORIO GEOMAGENTICO DE PILAR (CORDOBA), REPUBLICA ARGENTINA.

Esteban Cabrera⁽¹⁾, John Riddick⁽²⁾, Jean Rasson⁽³⁾, Julio César Gianibelli⁽⁴⁾ y Nicolás Quaglino⁽⁵⁾

⁽¹⁾ Servicio Meteorológico Nacional, 25 de Mayo 658. Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Argentina. Email: ecabrera@smn.gov.ar

⁽²⁾ British Geological Survey, Edinburgh, United Kingdom, Email: john_riddick@hotmail.com

⁽³⁾ Institut Royal Météorologique, Dourbes, Belgium. Email: jeanrasson@gmail.com ; jr@oma.be

⁽⁴⁾ Departamento de Geomagnetismo y Aeronomía, Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, Universidad Nacional de La Plata. Paseo del Bosque s/n, 1900, La Plata – Argentina. E mail: jcg@fcaglp.unlp.edu.ar

⁽⁵⁾ Departamento de Geomagnetismo y Aeronomía, Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, Universidad Nacional de La Plata. Paseo del Bosque s/n, 1900, La Plata – Argentina. E mail: nicolas@fcaglp.unlp.edu.ar

RESUMEN

El Servicio Meteorológico Nacional desarrolla las actividades de determinación de los elementos del campo magnético terrestre desde 1904 en el Observatorio Geofísico de Pilar (PIL, Lat: 31° 40' 03"S Long: 63° 52' 53" W.). Los registros en soporte analógico consistente en papel fotográfico llamados magnetogramas cubren el intervalo 1904 hasta el mes de abril de 2011. En el mes de Diciembre de 2010 se inicio la instalación de un equipamiento digital consistente en un variómetro triaxial de compuerta de flujo (Flux-gate en inglés) y un magnetómetro de precesión protónica.

En este trabajo se presentan los resultados preliminares de los primeros meses de registros de las variaciones absolutas del campo magnético terrestre. También se presentan la evolución de los elementos magnéticos para el intervalo 1905-2010. Se comparan las variaciones diurnas con los registros digitales de los Observatorios de Las Acacias (LAS, Lat: 35° 00,5' S; Long: 57° 41,65' W) y Trelew (TRW, Lat: 43° 16,1' S; Long: 65° 22,9' W) estimándose comparativamente mediante el índice PIF los niveles de actividad geomagnética registrada diariamente. La nueva tecnología incorporada y la formación del recurso humano en el manejo de los nuevos instrumentos son un desafío para continuar la instalación en otros Observatorios Permanentes de la Republica Argentina.

Palabras Claves: Pilar, Observatorios Magnéticos, registro digital, magnetómetros, variaciones.

INTRODUCCION

En los comienzos del año 1904 la Oficina Meteorológica Argentina realizo el estudio para establecer un Observatorio Magnético perfectamente equipado en Pilar, Provincia de Córdoba, con el objeto de establecer una estación que sirviera como base para un levantamiento magnético de toda la República, se eligió entonces la parte central de la provincia de Córdoba como región apropiada para instalar el observatorio. Una investigación preliminar del campo magnético demostró que en la región indicada, con

excepción de la inmediata vecindad de las sierras, las condiciones eran favorables en un paraje cercano al pueblo de Pilar, a 40 Km. al sudeste de la ciudad de Córdoba. La extensión del terreno es de ocho hectáreas y esta situado sobre la orilla sur del Río Segundo. La posición geográfica es la siguiente: Latitud Sur: $31^{\circ}40'03''$; Longitud Oeste: $63^{\circ}52'53''$ y Altura Sobre el Nivel del Mar 333 m.

En enero de 1904 se comenzó la construcción del pabellón de variómetros y el de observaciones absolutas magnéticas los que fueron terminados en junio de 1904. El primer registro fotográfico de los elementos del CMT se obtuvo el 1° de julio de 1904, por esa causa se tomo esa fecha como la del nacimiento del Observatorio de Pilar.

Las Figuras 1, 2 y 3 muestran los tres primeros magnetogramas correspondientes a la Declinación, componentes Horizontal (H) y Vertical (Z) respectivamente.

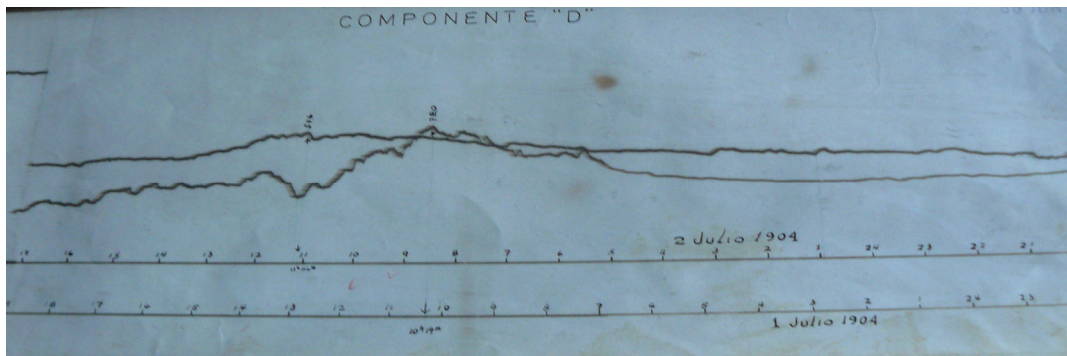


FIGURA 1

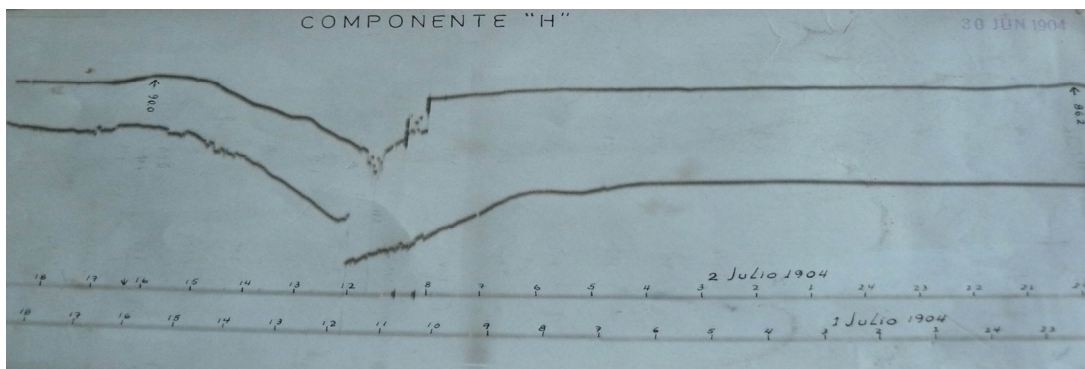


FIGURA 2

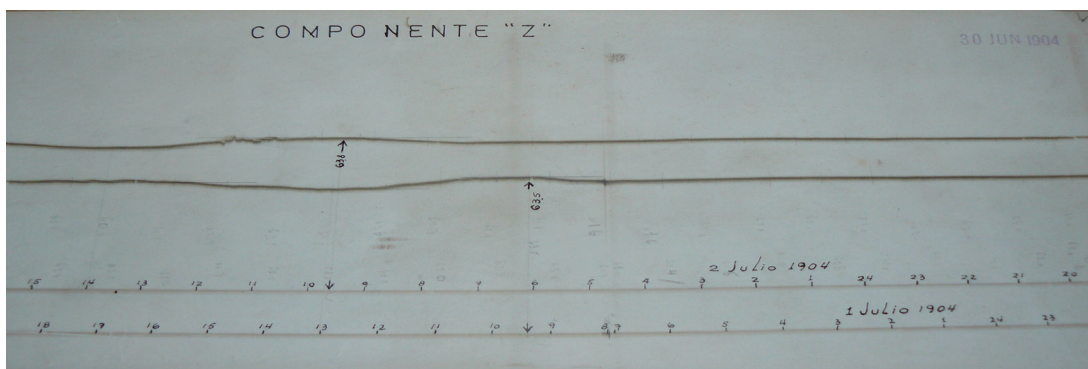


FIGURA 3

En las Figuras 4 y 5 se tiene la ubicación del Observatorio Magnético Permanente (OMP) de Pilar (PIL) en la República Argentina y en el contexto dado por la cartografía

del Campo Magnético Terrestre (CMT) representado por la carta de isodinas de F obtenidas a partir del modelo del Campo Geomagnético Internacional de Referencia para la época 2010.0 donde se ha señalado también la Anomalía Magnética del Atlántico Sur (AMAS)



FIGURA 4

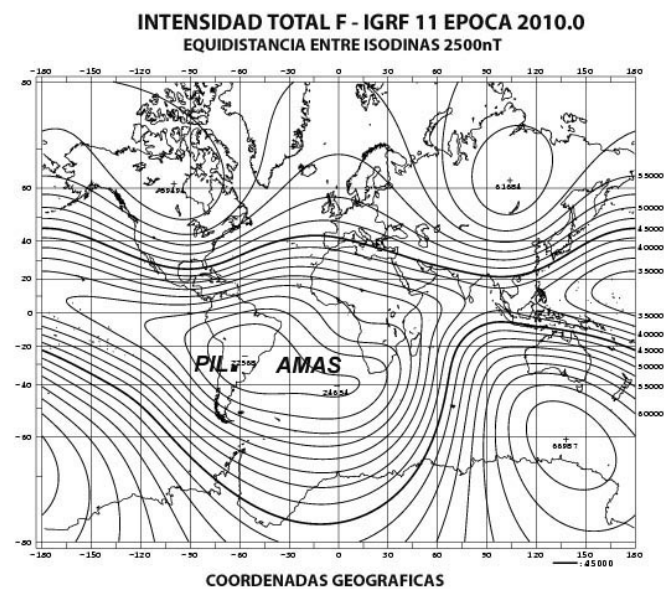


FIGURA 5

El 21 de noviembre de 1951 a las 21:35 un tornado destruye prácticamente todo el Observatorio, de sus doce pabellones tan solo cuatro resistieron el fenómeno meteorológico, los demás con el instrumental que guardaban sufrieron daños casi totales. La labor quedó interrumpida por muy poco tiempo pues la tarea de Geomagnetismo se cumplió con instrumental de campaña mientras se reparaban los edificios.

Desde su creación en 1904, su labor en geomagnetismo no tuvo casi interrupción hasta la fecha de la destrucción. Es el centro de todas las actividades geomagnéticas, tales como los relevamientos magnéticos del país, confección y publicación de las Cartas Magnéticas de la República Argentina desde 1914 hasta 1965; continuado luego como OMP y generando bases de datos de los elementos magnéticos de Declinación, y Componentes Horizontal y Vertical. La Figura 6 muestra la primera carta isógona editada por la Oficina Meteorológica en 1914.

Las actividades de Geomagnetismo son las más intensamente abarcadas dentro de la Geofísica de la Oficina Meteorológica y en el actual Servicio Meteorológico Nacional (SMN), cuyas observaciones le dieron al observatorio de Pilar la importancia en el continente Americano y a nivel mundial. El Instituto Panamericano de Geografía e Historia y la Unión Geodésica y Geofísica Internacional a través de su comité de Asociación Internacional de Magnetismo Terrestre consideraron al OMP de PIL como el “Observatorio Sub-Patrón de América”; y posteriormente se lo designó “Observatorio Magnético Patrón para Centro y América del Sur”.

El instrumental utilizado desde 1904 hasta el mes de Marzo de 2011 son variómetros de suspensión unifilar acompañados por los magnetómetros para medir D y H llamado QHM, y la Balanza para determinar Z llamada BMZ para las determinaciones absolutas

que conducían a la determinación de la línea de base del magnetograma para obtener las variaciones absolutas de D, H y Z del CMT. Los registros contaban además con sistemas de tiempo conformados en sus inicio por relojes mecánicos y luego por relojes de control electrónico además de estar en casillas totalmente fabricadas sin ningún elemento magnético y con diversos tipos de aislamiento térmico. Los variómetros se disponen en mesas de mármol, horizontalizadas apoyadas en pilares enterrados a una profundidad suficiente para evitar cambios. De la misma forma se disponen varios pilares para instalar el instrumental absoluto (Parkinson 1983 [1], Jacobs 1987 [2]).

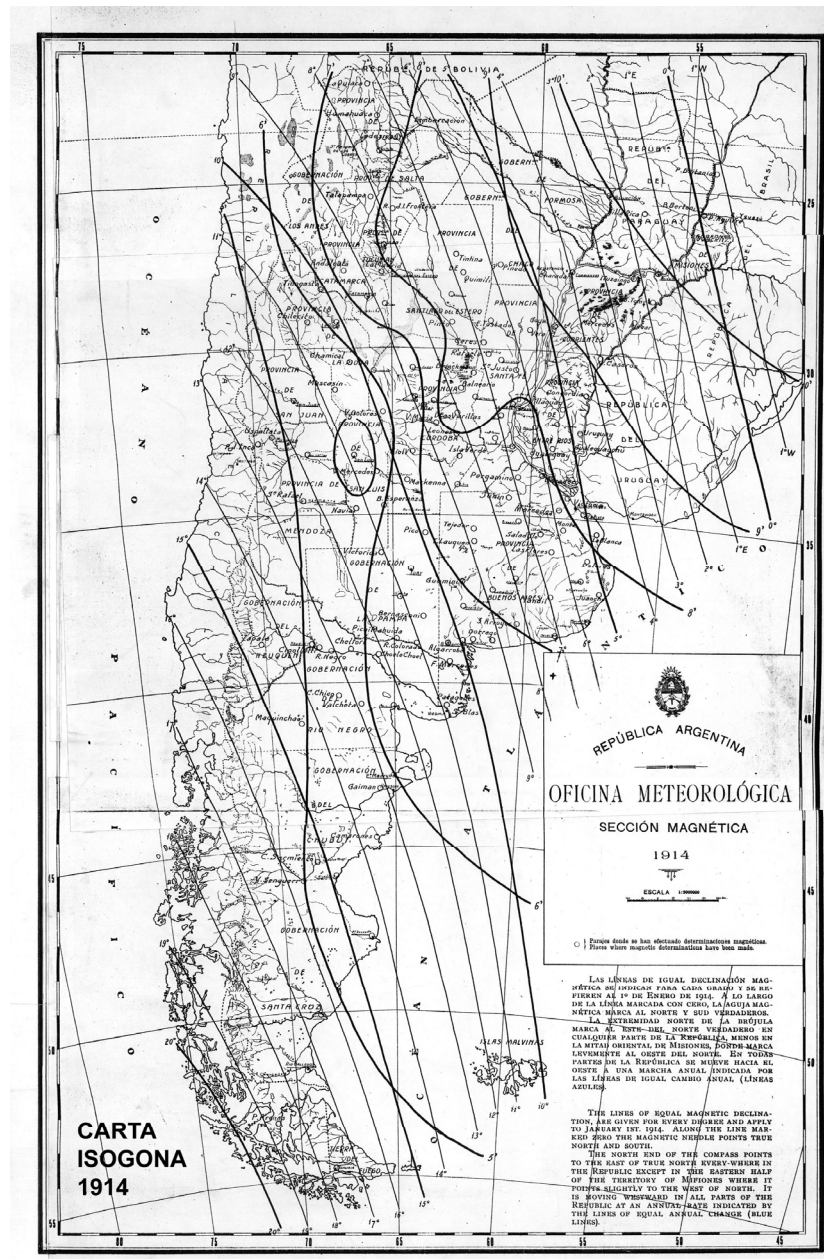


FIGURA 6

La Figura 7 muestra los variómetros que registran D, H y Z instalados en la denominada “Casilla de Variómetros” (Ver Figura 10), mientras que la Figura 8 muestra el

magnetómetro absoluto QHM y la Figura 9 el magnetómetro BMZ instalados en la llamada “Casilla de Absolutas” (Ver Figura 10).

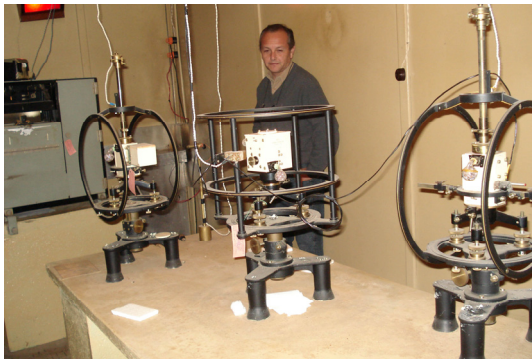


FIGURA 7



FIGURA 8



FIGURA 9



FIGURA 10

RESULTADOS DE LAS OBSERVACIONES 1904-2011

El instrumental denominado como “clásico” estuvo en operación hasta el mes de Marzo de 2011. Los resultados más importantes están dados por los anuarios publicados de valores medios horarios (VMH), valores medios mensuales (VMM) y los valores medios anuales (VMA). Estos últimos se encuentran en las bases de datos digitales de libre acceso por Internet. Los VMH, VMM y VMA de los elementos del CMT son

utilizados para la confección del Modelo de Campo Geomagnético Internacional de Referencia (IGRF por sus siglas en inglés). La Figura 11 muestra la variación con el tiempo desde 1904 a 2009.5 de la Declinación e Inclinación, mientras que la Figura 12 representa la variación temporal de los elementos isodinámicos de la intensidad total F, de H y de Z.

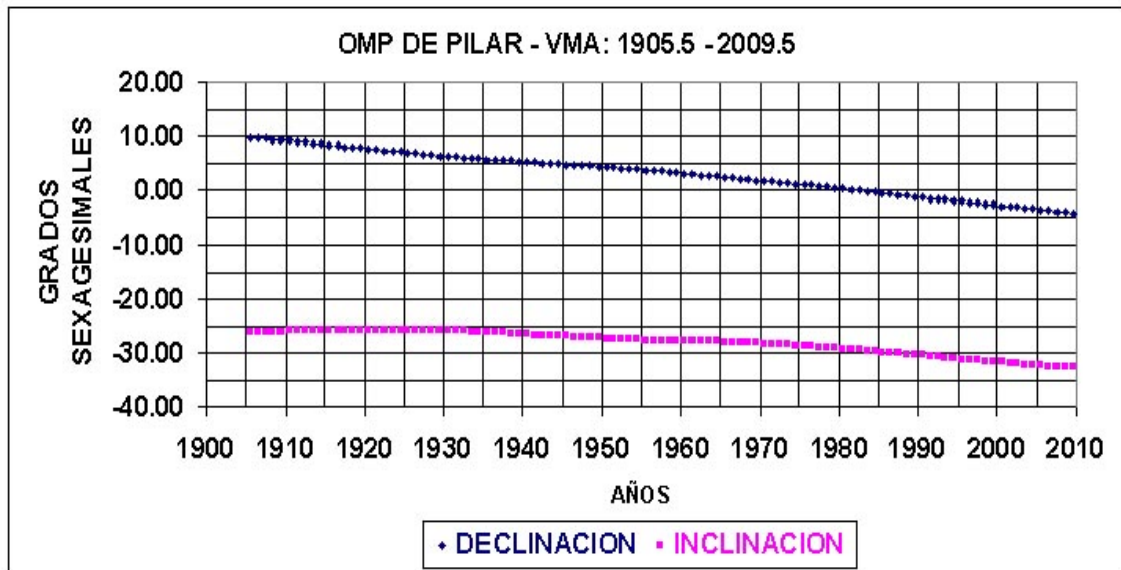


FIGURA 11

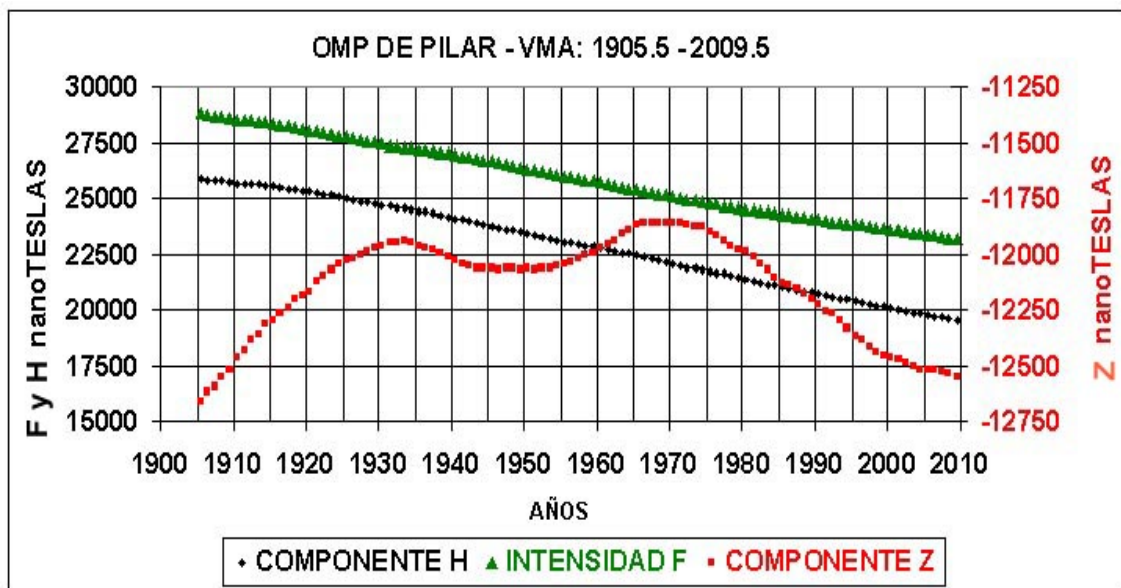


FIGURA 12

Un aspecto importante son las características de variación de la Declinación (Figura 11), la cual fue nula durante 1982, indicando que la línea agónica pasó sobre el OMP de PIL, como se muestra en la Figura 13, indicando como lentamente se mueve la aguja de una brújula en 100 años. De la misma manera las variaciones de Z tiene dos máximos uno en 1934 y el otro mas prolongado centrado en 1970. Esto marca el comportamiento en

la superficie terrestre de los elementos magnéticos que luego son modelados y representados por el IGRF.

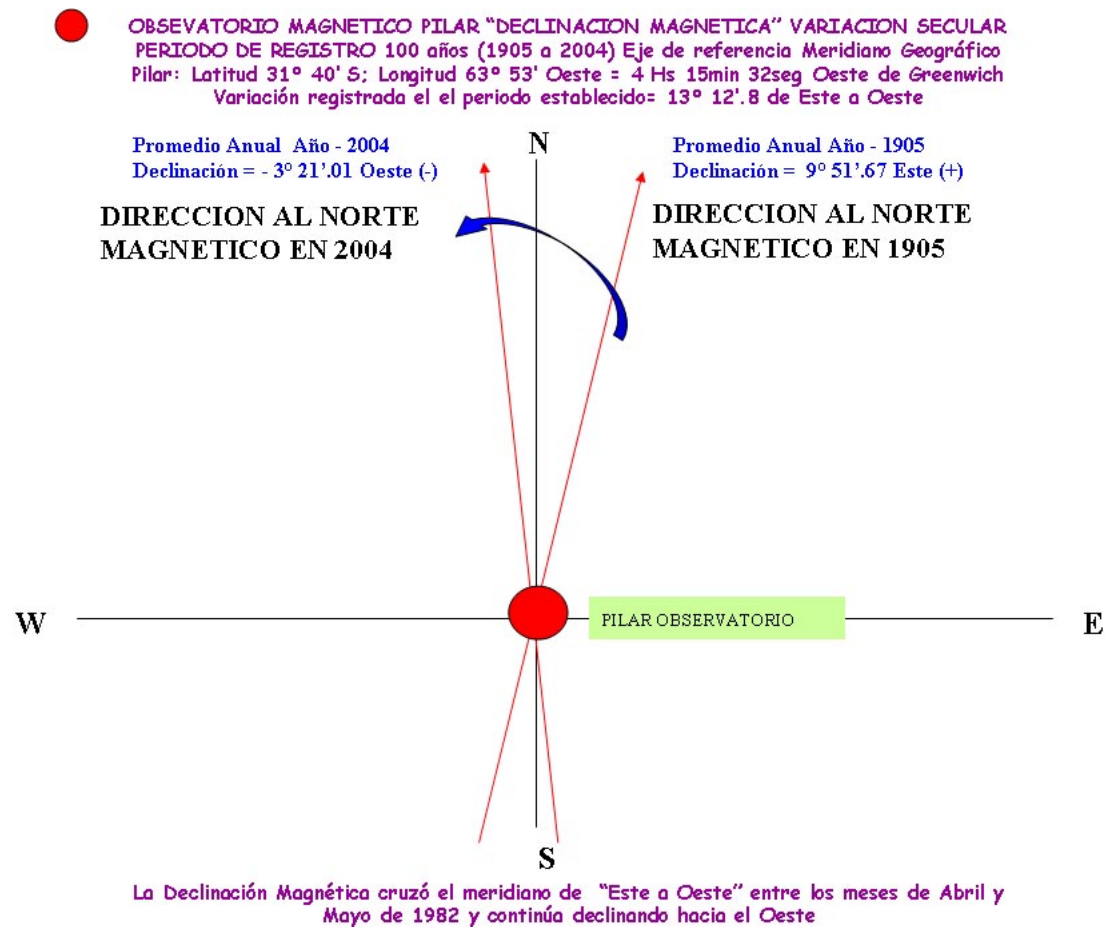


FIGURA 13

EL NUEVO OBSERVATORIO MAGNETICO DIGITAL DE PILAR

En noviembre de 2010, el OMP de PIL fue renovado, instalándose un sistema digital denominado INDIGO que cumple con las normativas de la Red Intenacional INTERMAGNET, comenzando sus observaciones digitales con un variómetro fluxgate de tres componentes EDAFM105. Este equipo también incluye un magnetómetro de protones GEM para grabación absoluta total del campo (F) y un receptor GPS para proporcionar control de alta precisión de tiempo. Los elementos del CMT son muestreados cada 5 segundos con una resolución de 0,1 nT.

Además se realiza un programa regular de observaciones absolutas para determinar el valor de la línea de base que se lleva a cabo diariamente para la declinación e inclinación magnética usando un Teodolito DIM EDA D/I fluxgate ZEISS020 y el campo total (F) es medido con un magnetometro GEM GSM90 Overhauser de precesión protónica (Jancowski and Suckdorff 1996 [3]).

En la casilla de veriómetros (Figura10) se encuentra instalado el sistema del variómetro digital y el magnetómetro de precesión protónica que determina la variación absoluta de

la intensidad total F del CMT. Las Figuras 14, 15 y 16 muestran el instrumental instalado.



FIGURA 14



FIGURA 15



FIGURA 16

El instrumental absoluto consistente en un Teodolito no magnético provisto con una sonda fluxgate se muestra en la Figura 17 y se encuentra instalado en la casilla de absolutas (Figura10).



FIGURA 17

RESULTADOS Y ANALISIS COMPARATIVO.

Los registros muestran una calidad óptima desde el momento de la instalación e inicio de los registros durante el mes de Enero de 2011 y se encuentra en estado de testeo para luego integrarse definitivamente y en línea en tiempo real al sistema INTERMAGNET. Durante el mes de septiembre de 2011 se registraron tres tormentas importantes cuyo registro en la intensidad absoluta del campo F registrado por el magnetómetro de precesión protónica GEM se muestra en la Figura 18; comprobándose su origen en las perturbaciones observadas en los registros de la velocidad y densidad del viento solar efectuadas por la sonda ACE (Figura. 19).

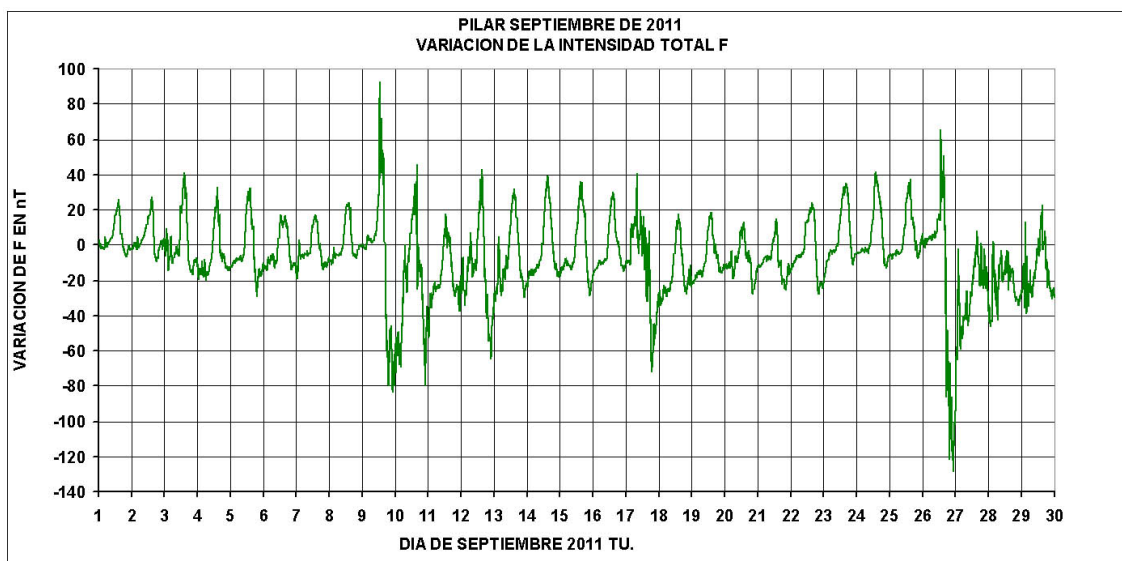


FIGURA 18

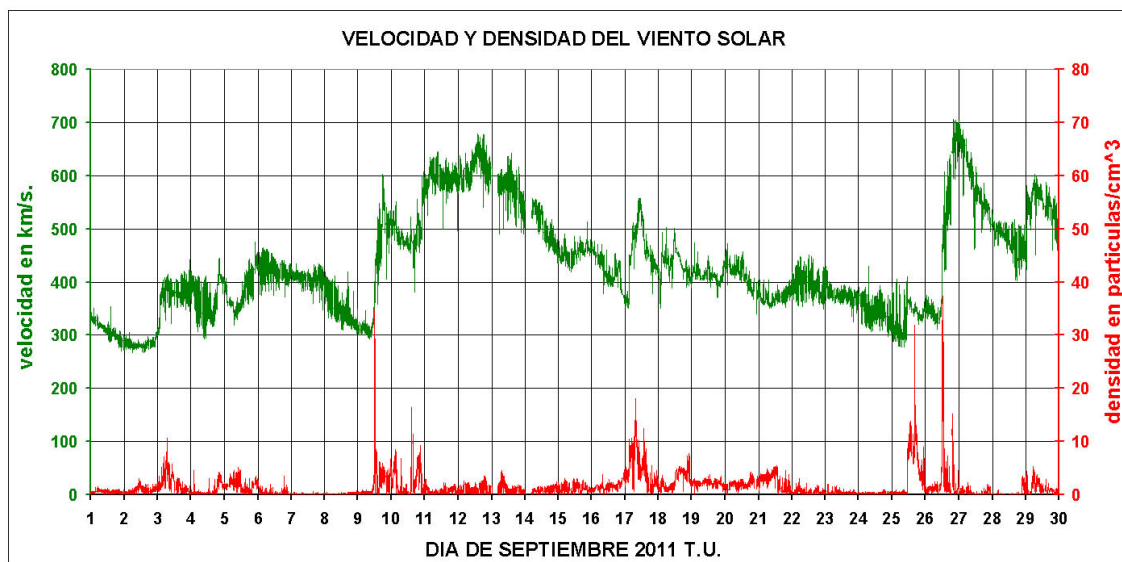


FIGURA 19

La determinación de la actividad magnética se realiza sobre la intensidad total F y para ello se aplicó el índice diario P1F (Gianibelli y Quaglino 2009 [4]) a los registros

realizados entre el 1 de Abril y 31 de Agosto de 2011. Se comparó los índices P1F de Pilar con los realizados en los OMP de Las Acacias y Trelew para el mismo intervalo (Figuras 20 y 21 respectivamente). Conociendo el nivel de mínima actividad para Trelew en 700nT se determinó el nivel equivalente para Pilar para el intervalo 1 de Abril de 2011 – 31 de Agosto de 2011 que resultó ser de 874nT (Figura 22). A partir de este nivel del índice P1F diario se seleccionaron todos los días menores que dicho nivel para caracterizar la variación diurna calma (Figura 23).

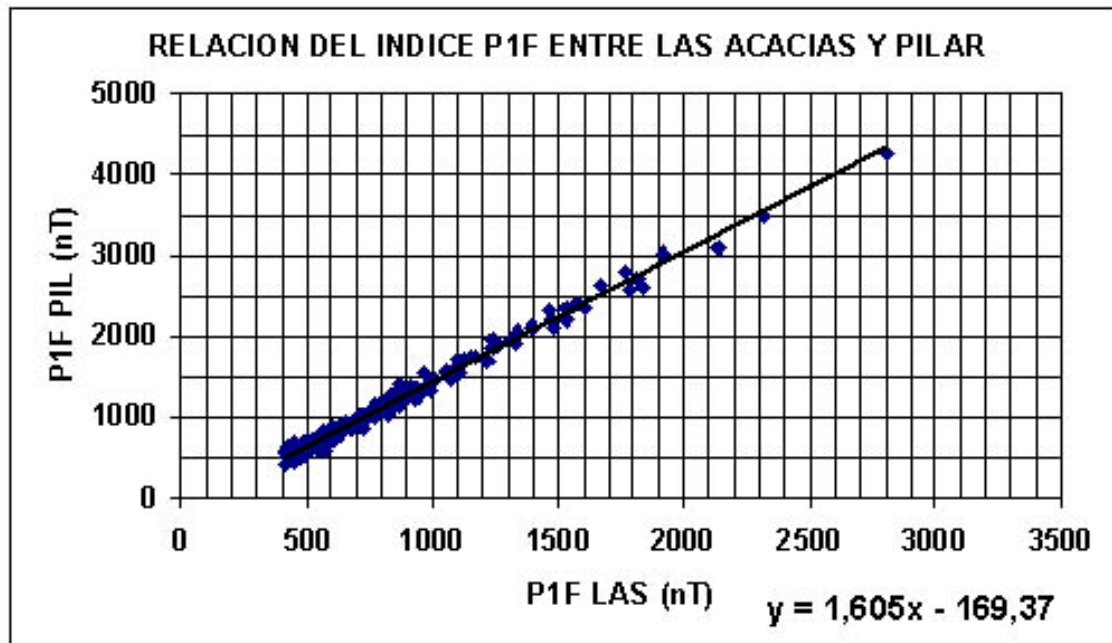


FIGURA 20

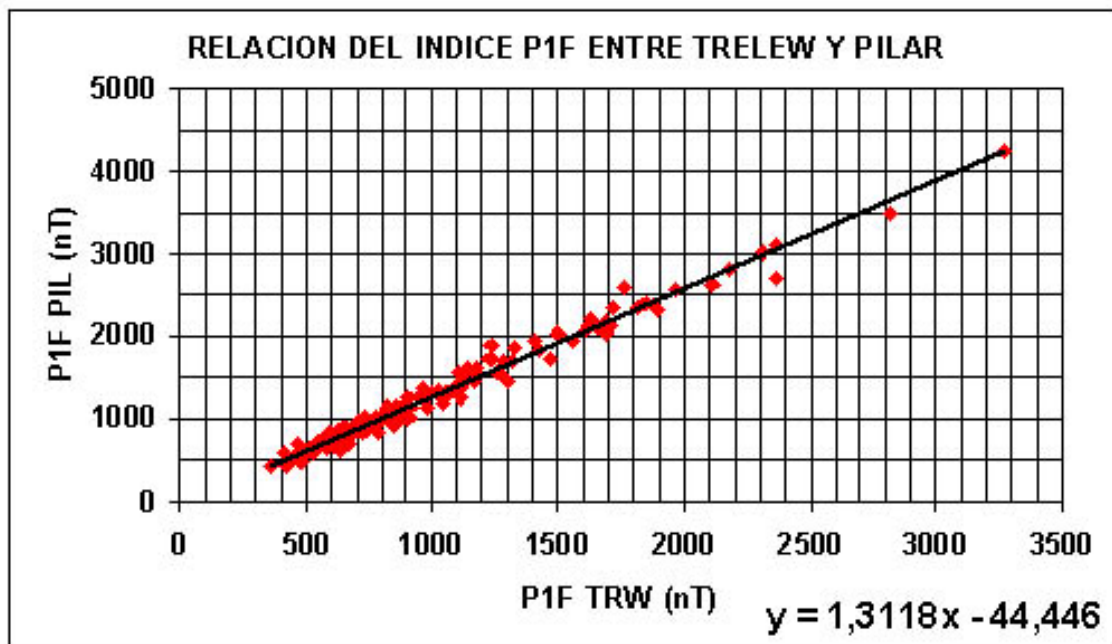


FIGURA 21

La Figura 22 muestra el cambio temporal de la actividad magnética diaria para Pilar, Las Acacias y Trelew indicándose el nivel límite de 874nT para Pilar y de 700 para TRW para caracterizar a un día como calmo.

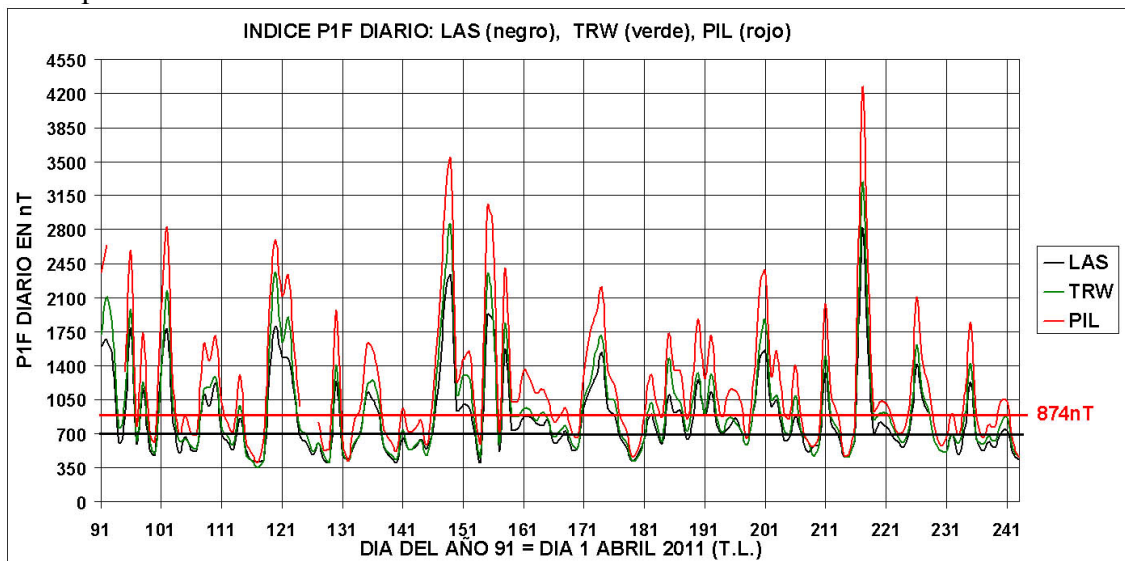


FIGURA 22

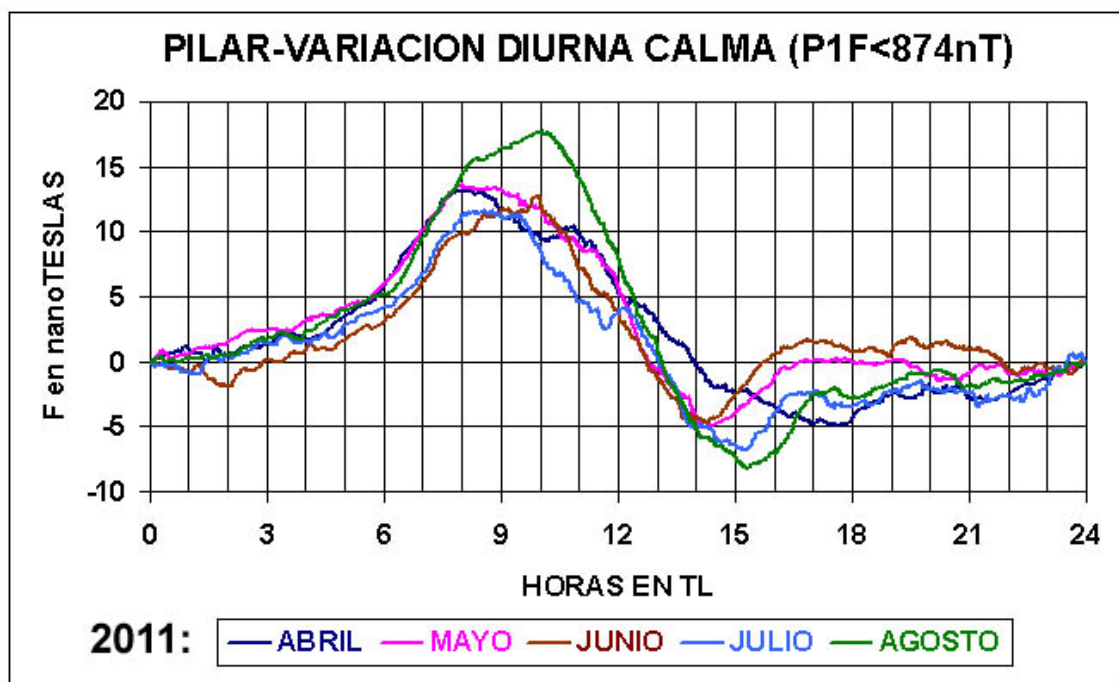


FIGURA 23

CONCLUSION

Uno de los aspectos importantes de este nuevo OMP consiste en la facilidad informática para realizar análisis comparativos sobre los fenómenos registrados y su estado de verosimilitud y perturbación, mediante la determinación de parámetros que caracterizan a la interacción del “sistema real existente o geosistema” con el sistema detector pasivo.

La determinación de los días perturbados y calmos es de importancia en la selección de los días para el estudio de las variaciones diurnas calmas.

La ubicación del OMP de Pilar está directamente relacionado con la evolución de la AMAS como lo analizan Hartmann y Pacca (2009) [5]. Estos autores proponen una trayectoria resultante de aplicar dos modelos diferentes en la determinación del centro de la AMAS: IGRF y GUMF1 esto queda plasmado en la Figura 24. De ella se desprende que el valor mínimo de la AMAS estará situado en la región comprendida entre los OMP de LQA y PIL.

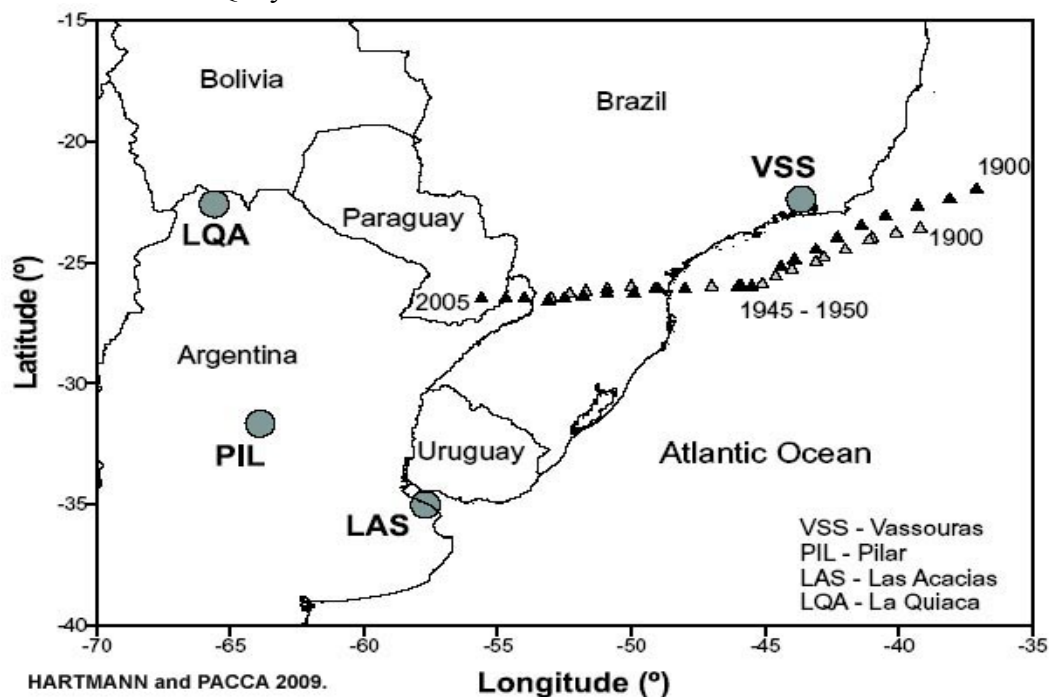


FIGURA 24

REFERENCIAS

- [1] W. D. Parkinson (1983). *Introduction to Geomagnetism*. Scottish Academic Press, pp 1-433
- [2] J. A. Jacobs (ed). (1987). *Geomagnetism Vol 1*. Academic Press, pp 1-627
- [3] J. Jancowski and C. Suckdorff (1996). *Guide for Magnetic Measurements and Observatory Practice*. Pub by IAGA. Warsaw 1996, pp1-235
- [4] J. C. Gianibelli y N. Quaglino. 2009. La Actividad del Campo Magnético Terrestre y la determinación de los Días Calmos. *Actas XXIV Reunión Científica de la AAGG 2009. 1a ed. - Buenos Aires: Asociación Argentina de Geofísicos y Geodestas, 2009* ISBN 978-987-25291-1-6. Ciencias de la Tierra. I. Pag. 261, 267, 2009.
<http://www.aagg2009.org/espanol/contents/trabajos>
- [5] G. Hartmann and I. Pacca (2009). Time Evolution of the South Atlantic Magnetic Anomaly. *Anais da Academia Brasileira de Ciencias* 81 (2) pp.243-255.