

**LA ACTIVIDAD DEL CAMPO MAGNETICO TERRESTRE Y LA
DETERMINACION DE LOS DIAS CALMOS.**

Julio César Gianibelli (1) y Nicolás Quaglino (2)

**(1)(2) Departamento de Geomagnetismo y Aeronomía, Facultad de Ciencias Astronómicas y
Geofísicas. Universidad Nacional de La Plata . Email: geofisicogianibelli@yahoo.com.ar**

RESUMEN

El campo magnético producido por los sistemas de corrientes externos representa uno de los efectos de la interacción entre el campo Magnético Terrestre producido por el geodínamo y la radiación y las partículas emitidas por el Sol. El ciclo solar y los cambios en los parámetros característicos de estas radiaciones son, entre otros, los responsables de las variaciones y modulaciones observadas en los Observatorios Magnéticos Permanentes, Estaciones de Repetición y Semipermanentes. Las perturbaciones del campo magnético terrestre se cuantifican en la actualidad por medio de índices de actividad, globales o sectorizados según las fuentes de las perturbaciones y la posición de los Observatorios. Una de las finalidades importantes de estos índices es determinar los días más quietos del mes. A este respecto diversos tipos de programas se han propuestos para la determinación de los índices de actividad K_s (para cada Observatorio), en la determinación del índice global K_p y a partir de este último los 5 días más quietos del mes que publica la Asociación Internacional de Geomagnetismo y Aeronomía (IAGA). De la evaluación de los resultados se observa que los 5 días quietos guardan un residuo producido por la actividad moduladora del ciclo solar por lo cual no son en el sentido literal quietos. En el presente trabajo se presenta otra forma de determinación de días calmos basados en magnetogramas de registro digital cada 1 minuto. Se diseña un índice de actividad diario que permite evaluar su evolución temporal a través del ciclo solar y determinar para cada Observatorio los niveles de actividad calmos y comparar los resultados con los días Q determinados por la IAGA. El método consiste en aplicar una ventana móvil de amplitud de 1 hora, registrando cada 1 minuto y calcular la sumatoria de los desvíos del valor medio horario en el minuto central de la ventana, para los 1440 minutos que corresponden a cada día en Tiempo Solar Local. El valor de la sumatoria es una medida de la perturbación de cada día de registro y para cada Observatorio. Su evolución a través del ciclo solar muestra su sensibilidad en la adopción de días calmos versus los perturbados. Los resultados aplicados al observatorio Magnético de Trelew muestran su utilidad. Se concluye que los días calmos durante el ciclo solar son mejor seleccionados por este índice, que por la forma global de los días propuestos por la IAGA.

Palabras clave: índices geomagnéticos, actividad geomagnética, días calmos, días Q

ABSTRACT

The magnetic field produced by the external currents system represents one of the effects due the interaction between the Earth Magnetic field produced by the geodynamo and the solar radiation and solar particle flow. The solar cycle and the variations on these solar radiations parameters are the responsible of the variations and modulations on the field recorded at the Permanents Observatories, and Repeat and Semi-permanents Stations, which contributes in the magnetic surveys. At present the magnetic field perturbations are characterized by means of activity indices, which can be planetary or sectorized according to the sources of these

perturbations and the location of the observatories. One of the most important goals of these indices is the determination of the most quiet days of the month. With this respect different programs for the determination of the k_s activity index (for each observatory) and for the determination of the global K_p index were proposed, and starting from the last, the five most quiet days of the month are reported by the International Association of Geomagnetism and Aeronomy (IAGA). After the evaluation of the results it is observed that the five most quiet days of the month maintains a residue due to the modulating activity of solar cycle, therefore are not in the literal sense quiet days. In the present work another way for the determination of quiet days based on the digital record magnetograms of each observatory recording each 4 minute is proposed. In this method an activity index that allows to evaluate the temporal evolution of magnetic activity through the solar cycle and to establish the more quiet activity levels for each observatory, and then to compare the results with the quiet days reported by IAGA, is created. The method consists in to apply a moving window of 1 hour wide, each 1 minute, and then to calculate the sum of the deviations of the mean hourly value in the central minute of the window for the 1440 minutes corresponding to each day in Solar Local Time. The obtained sum is a measure of the perturbation corresponding to each day of digital record and to each observatory. Their evolution through solar cycle shows a great sensibility in the adoption of quiet days versus disturbed days. The method applied to Trelew Magnetic Observatory shows that it is applicable. It is concluded that the more quiet days during solar cycle are better determined by this index than by the global way proposed by IAGA.

INTRODUCCION

La definición de días calmos y en particular de días quietos, surgen de la necesidad de diferenciar las características de los registros análogos en bandas de papel fotográfico. Mayaud (1967, 1980) realiza un estudio detallado de la técnica para determinar los índices de actividad en cada observatorio magnético. El índice que se determina se denomina k_s , donde una selección de observatorios (figura 1) aportan a un centro mundial de datos con el fin de determinar un índice de actividad planetario denominado K_p . Estos índices, tanto k_s como K_p , son índices trihorarios que en la actualidad se pueden obtener a través de la red Internet. La determinación de estos índices se inicia en 1932. A partir del índice K_p , con una escala de equivalencia, se determina el índice a_p planetario, en unidades de 2 nT. Con este mismo criterio es posible conocer otro índice importante también trihorario que se denomina a_a , el cual se conoce desde 1868 hasta la actualidad, pero a partir de dos observatorios, uno en Hartland (lat Geom.: 50° N) en el hemisferio Norte y otro en Canberra (lat Geom.: 45,2° S) en el Hemisferio Sur. Las técnicas de determinación de la actividad magnética planetaria tiene tres regiones importantes: las polares, las de latitudes medias y las ecuatoriales. La distribución de observatorios intervinientes en la determinación de los índices mostrados en la figura 1 es notablemente inhomogénea en la comparación entre el hemisferio Norte y el Sur. La actividad del Campo Geomagnético no solo depende de los efectos producidos por los sistemas de corrientes externas, la interacción entre el campo magnético principal, cuya energía disminuye con el tiempo (Gianibelli 2006), y el viento solar también tiene cambios observables. La Asociación Internacional de Geomagnetismo y Aeronomía (IAGA) provee desde 1932 a la fecha, y basado en el índice K_p , el listado de los 5 días más quieto por mes calendario. Esta característica es notablemente irregular debido a que comparativamente meses en mínimos solares contiene niveles de quietud en sus 5 días ampliamente diferentes a los niveles de quietud en meses de alta actividad solar (IAGA Bulletin). El objetivo de este

trabajo consistió en diseñar un índice de actividad para los registros digitales del observatorio Geomagnético de Trelew integrante de la Red INTERMAGNET, y a partir del mismo analizar comparativamente el rango diseñado en este índice a través de todo el Ciclo Solar 23 (1994-2008)

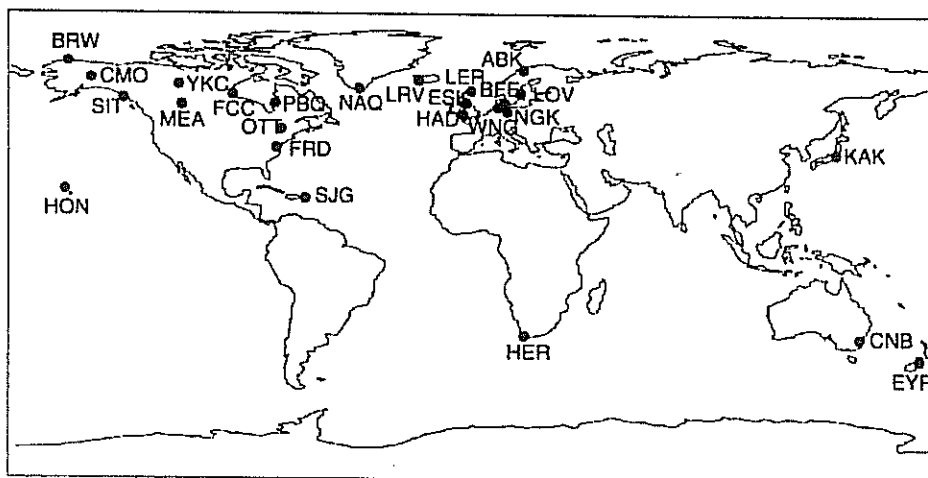


Figura 1.

ANÁLISIS DE LOS DATOS Y RESULTADOS

A la información disponible para diseñar este índice, consistente en los registros digitales cada 1 minuto de la Intensidad total F en nT del campo registrados en forma automática durante el periodo 1994-2008, se le aplicó diferentes técnicas de determinación del rango de actividad en escalas temporales comprendidas entre 0.25, 0.5, 1 y 3 horas en Tiempo Solar Local. Este rango se determinó mediante la diferencia del promedio comprendido en dichos intervalos de tiempo el cual es restado a cada minuto y otorgado al minuto centrado de ese intervalo. Esto constituye una ventana móvil para los 1440 minutos que constituyen el día en Tiempo Solar Local. De todas las ventanas aplicadas, la que resultó con mejor sensibilidad fue la de 1 hora.

Entendiendo por sensibilidad en el índice el valor en nT según la norma adoptada, para este caso es 1, mientras que para el índice ks está limitado a una escala logarítmica. La calificación del día resulta de sumar los 1440 rangos determinados para cada día según se muestra en la siguiente ecuación para la ventana de 1 hora:

$$\text{Ec 1: } P1F_{\text{DIARIO}} = \sum_{j=1}^{1440} |F(t_j) - \langle F_{1h}(t_j) \rangle|$$

Donde $\langle F_{1h}(t_j) \rangle$ significa el valor medio de los valores de F en el intervalo de 1 hora centrado en t_j .

Los resultados se muestran en las figura 2 a 4. En la figura 2 se observa el índice $P1F$ dado en unidades de nT, y se aprecia el alto grado de sensibilidad totalmente diferenciado con el

criterio seguido por la IAGA.

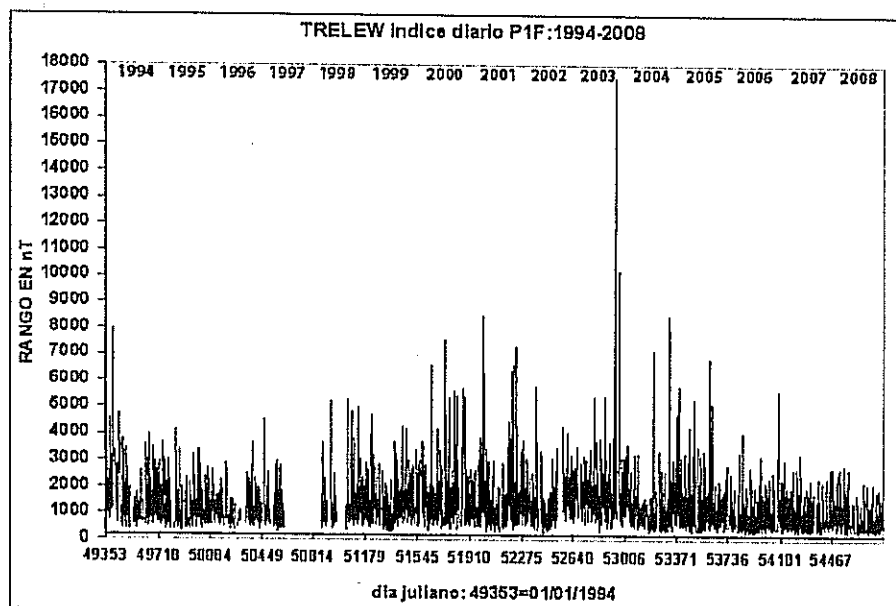


Figura 2

En las figuras 3 y 4 correspondientes al máximo del Ciclo Solar 23 y sus dos años subsiguientes (1999-2005) y al mínimo entre los ciclos 23 y 24 (2006-2008), se observa la cantidad de días con actividad diaria dada por el índice P1F menor que 1000nT.

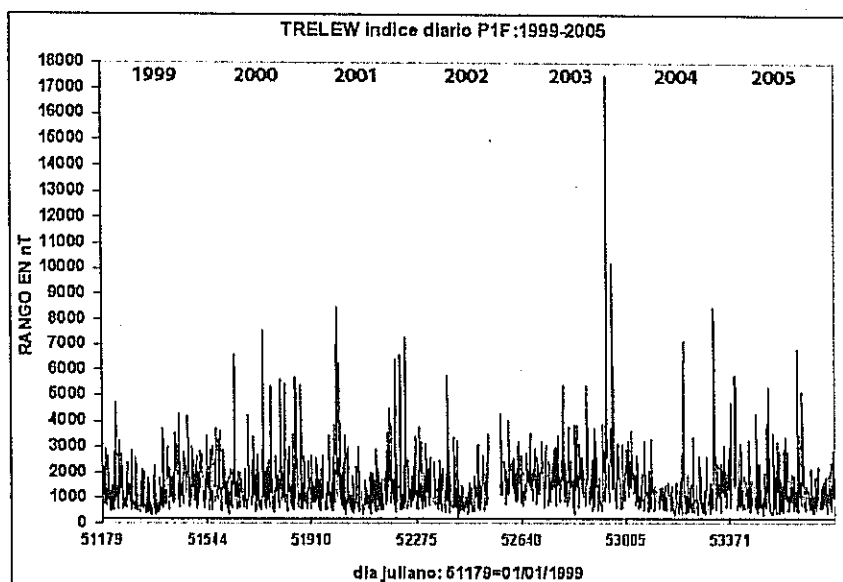


Figura 3.

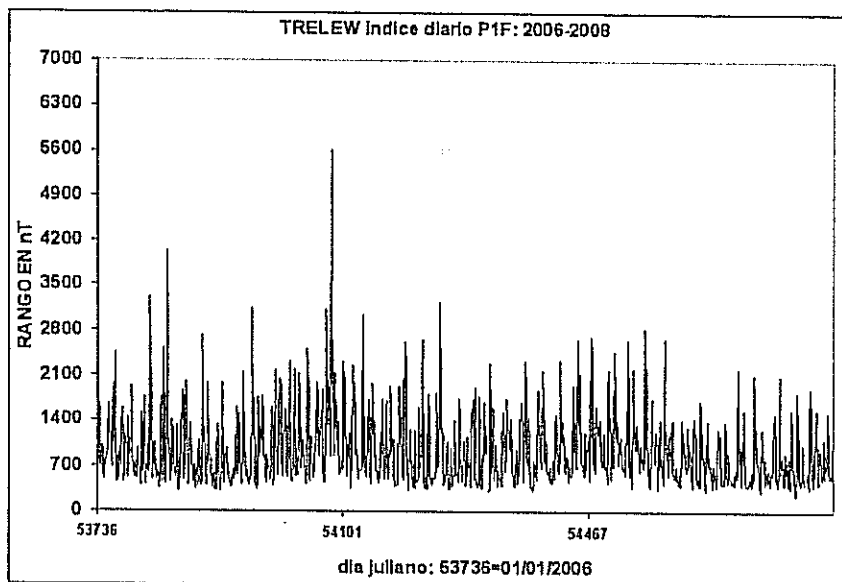


Figura 4.

De estos resultados surge la necesidad de conocer el nivel máximo de P1F que permita establecer los días más calmos para el Observatorio Geomagnético Trelew. Para ello se compara la cantidad de días quietos Q de la IAGA registrados en Trelew a los que se les determinó el índice P1F, para cada intervalo de 100nT del índice P1F, con la cantidad de días que se tiene en dichos rangos para todo los días comprendidos entre 1994 y 2008. El resultado se muestra en la figura 5.

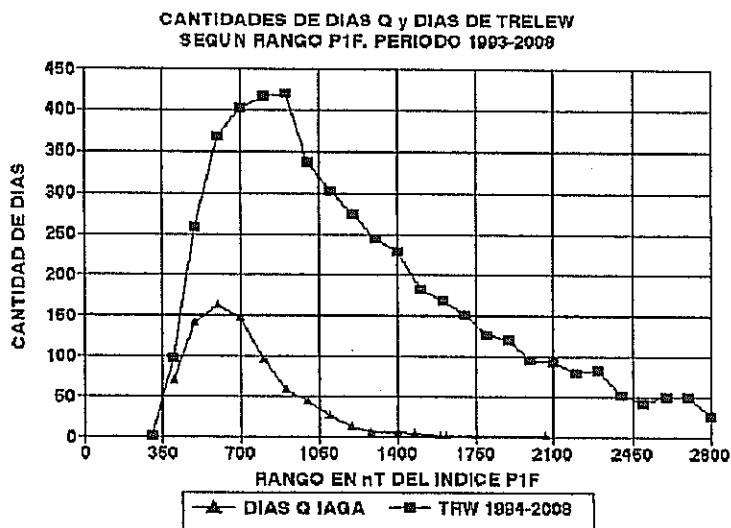


Figura 5.

El valor seleccionado para la determinación de los días calmos en Trelew es de 700 nT para P1F, un intervalo más que el máximo observado para los días Q, de esta manera más días Q se

encuentran involucrados en los días calmos desde 1994 a 2008. Un aspecto importante que se destaca en esta figura es la cantidad de días seleccionados como Q que poseen un importante rango de actividad, mostrando claramente que la selección de días Q no es la más adecuada para estudios de variación solar quieta, sus modulaciones estacionales y con el ciclo solar y en especial estudios de variación secular en el Observatorio Magnético de Trelew. La figura 6 muestra entre que valores mínimos (en triángulo negro) y máximos (en triángulo gris) de P1F se encuentran los 5 días q de cada mes calendario, comprobando que el nivel de 700nT es adecuado para la selección de los días calmos para Trelew en vez de los 5 días Q seleccionado por la IAGA.

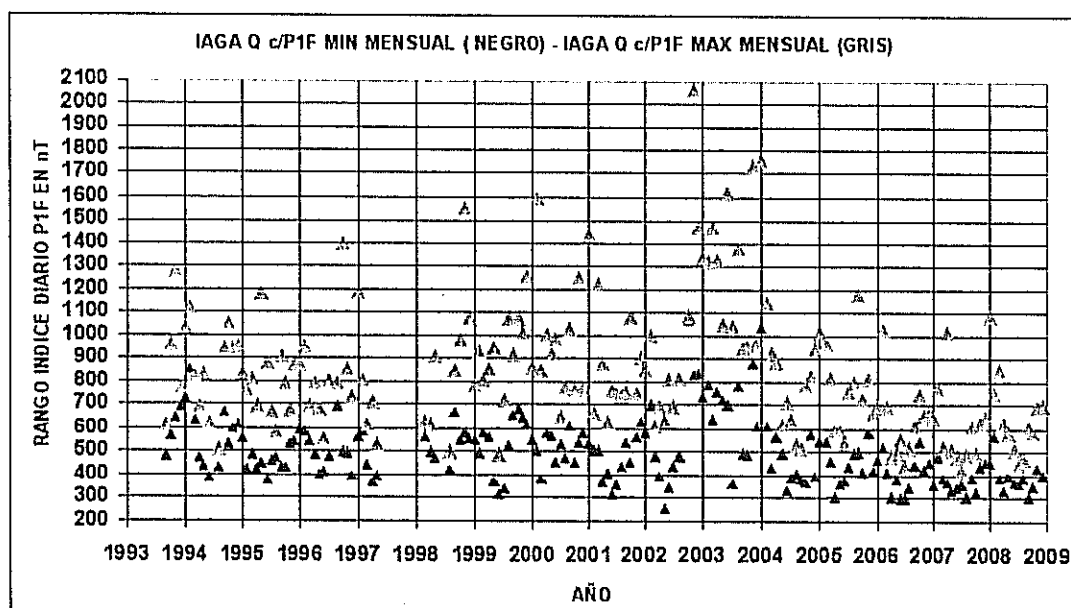


Figura 6.

También es detectable la gran cantidad de días Q con valor mayor que 700nT que son perturbados al analizar el registro digital. Además el mínimo solar del ciclo solar 23-24 (2007-2008) posee mas días Q y calmos según P1F que el mínimo del ciclo solar 22-23 (años 1995-1996).

CONCLUSIONES

Se concluye que la adopción de este índice P1F muestra una mejor discriminación en la adopción de días calmos versus los perturbados para el Observatorio Magnético de Trelew. Los días más calmos durante el ciclo solar 23 son mejor seleccionados por este índice, que por la forma global de los días Q propuestos por la IAGA.

REFERENCIAS

Gianibelli, J. C. 2006. Predicción Lineal de los Modelos Internacionales de Referencia Geomagnética 1900-2005. GEOACTA vol 31. pp.: 57-62.

IAGA. IAGA BULLETIN. (url:[http:// http://www.iugg.org/IAGA/](http://www.iugg.org/IAGA/)).

Mayaud P. N. 1967. Atlas of Indices K. 1 Text. 2 Figures. IAGA Bulletin N° 21. Pp: 1-113

Mayaud P. N. 1980. Derivation, Meaning, and use of Geomagnetic Indices. Pp. 1-154.

Rangarajan G. R. 1989. Indices of Geomagnetic Activity. Geomagnetism Vol 3. Ed. by J. A. Jacobs. Academic press. Pp.: 323-384.