

# **RELACION ENTRE PARAMETROS DEL VIENTO SOLAR Y LA ACTIVIDAD GEOMAGNETICA REGISTRADA EN EL OBSERVATORIO DE TRELEW.**

**Julio César Gianibelli (1), Nicolás Quaglino (1)**

**(1)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. TE:  
(0221)4236593/4 Ext. 132. Email: geofisicogianibelli@yahoo.com.ar**

## **RESUMEN**

La climatología espacial estudia desde hace 30 años la actividad solar por medio de sondas espaciales. En particular la sonda Advanced Composition Explorer (ACE), situada en el punto L1 de libración gravitacional entre la Tierra y el Sol, a 1,5 millones de Km de la Tierra, estudia el Viento Solar (VS) desde el año 1998 hasta la actualidad. La actividad del sol, a través de las eyecciones de masa coronal y el viento solar rápido generado en los agujeros coronales, produce tormentas geomagnéticas registradas en superficie por la red de Observatorios Magnéticos Permanentes. En este trabajo se presenta un estudio de correlación entre parámetros del viento solar (VS) que son geoefectivos en la “actividad de tormenta” geomagnética y la actividad magnética registrada en el Observatorio Magnético de Trelew, durante el ciclo solar 23 (1997-2009). Se analizan la intensidad total (Btotal) del campo magnético interplanetario (CMI) arrastrado por el VS, la componente del CMI Bz sur y la Velocidad (V) del VS, registrados por la sonda ACE, y su relación con el índice diario de actividad P1F para Trelew. Los resultados muestran una muy buena correlación entre dichos parámetros del VS combinados en forma de producto y la actividad registrada en Trelew determinada por el índice P1F. Para el producto  $V \cdot B_{zsur}$  versus P1F se obtuvieron coeficientes de correlación entre 0,75 y 0,85 y para el producto  $V \cdot B_t$  coeficientes entre 0,85 y 0,90, dependiendo del estadio del ciclo solar 23. Se concluye que el sostenimiento de la componente Bz sur durante largos periodos horarios en el punto L1, que está directamente ligada a valores elevados de Bt y V durante el pasaje de nubes magnéticas provenientes de las eyecciones de masa coronal, es muy geoefectiva en la “actividad de tormenta” determinada por P1F en el Observatorio de Trelew.

Palabras clave: Viento Solar, velocidad, densidad, campo magnético, geoefectividad.

## **ABSTRACT**

The space weather studies since the last 30 years the solar activity by means of space probes. Particularly, the Advanced Composition Explorer (ACE) sonde located in gravitational libration point L1 between the Earth and the sun, at 1.5 million km of the Earth, studies the Solar Wind (VS) from year 1998 to the present time. The activity of the sun, through the coronal mass ejections and the fast solar wind originating in coronal holes, produces geomagnetic storms at Earth surface recorded by the network of Permanent Magnetic Observatories. In this work a study of correlation between parameters of the solar wind that are geoeffective in the geomagnetic “storm activity” and the magnetic activity registered in Trelew Geomagnetic Observatory, during solar cycle 23 (1997-2009) is presented. The total intensity (Btotal) of the interplanetary magnetic field (CMI) dragged by solar wind, the component of CMI Bz South and the Speed (V) of solar wind, registered by sonde ACE, and its relation with the daily index of activity P1F for Trelew, are analyzed. The results shows a very good correlation between these parameters of VS combined as product between them and the activity registered in Trelew determined by means of P1F index. For the product  $V \cdot B_{zSouth}$  versus P1F were obtained coefficients of correlation between 0.75 and 0.85, and for the product  $V \cdot B_t$  versus P1F, coefficients between 0.85 and 0.90, in accordance to the stage of solar cycle 23. It is concluded that the maintenance of Bz south during long horary intervals at L1 point, wich is directly related to high values of Btotal and V during the passage of magnetic clouds originated in coronal mass ejections, is very geoeffective for “storm activity” determined by means of P1F at Trelew Observatory.

Keywords: Solar wind, velocity, density, magnetic field, Geoeffectiveness.

## **INTRODUCION**

Desde el advenimiento de la era espacial, diversos autores han desarrollado teorías sobre la conexión Sol tierra. En particular su vinculación con procesos climatológicos (Benestad, 2006); Y asimismo se ha generado una nueva disciplina que se denomina Climatología Espacial (Hanslmeier, 2002). Scherer et al. (2005), entre otros, han estudiado en detalle los efectos de fenómenos como eyecciones de masa coronal y regiones corotantes interplanetarias del Viento Solar (VS) que son las fuentes de procesos de tormenta y

subtormenta magnéticas registradas en superficie por la Red de Observatorios Magnéticos Permanentes Digitales. La actividad del VS es determinada por los sensores en las sondas espaciales Advanced Composition Explorer (ACE) y Solar and Heliospheric Observatory (SOHO), entre otras. La sonda ACE se encuentra ubicada en la región del punto de libración gravitacional L1 entre la tierra y el Sol. El efecto del acoplamiento (ó interacción) de la actividad del VS con el Campo Magnético de la Tierra (CMT) es determinado por diversos índices de actividad (Mayaud, 1967, 1980; Rangarajan, 1989), entre otros. Recientemente fueron desarrollados funciones de acople entre índices de actividad magnética planetaria y los parámetros del VS tales como Velocidad (V), densidad de protones (d), y componente sur (Bzsur) e intensidad total (Bt) del Campo magnético Interplanetario (CMI), para estimar el efecto del acoplamiento entre el VS y el CMT (Wu and Lepping, 2002), (Svalgaard and Cliver, 2007). La actividad del CMT registrada en Trelew (Lat: 43° 16.1' S; Long.: 65° 22.9' W) ha sido determinada por la utilización del índice P1F (Gianibelli y Quaglino 2009) que permite una evaluación en nT de la misma en forma diaria y en tiempo local. Este índice también puede ser utilizado para cualquier otro intervalo de registro para estimar la actividad magnética. El objetivo de este estudio es analizar durante el Ciclo Solar 23 (1998-2009) las funciones de acople entre el VS y el índice P1F en Trelew.

## ANÁLISIS DE LOS DATOS Y RESULTADOS.

Se procesaron los parámetros del VS para el intervalo de estudio 1998-2009 (Ciclo solar 23) caracterizados por V, y las componentes del CMI Bz sur e intensidad total Bt obtenidas de la base de datos de la sonda ACE (URL: [http://www.srl.caltech.edu/ACE/ASC/level2/lv12DATA\\_MAG-SWEPAM.html](http://www.srl.caltech.edu/ACE/ASC/level2/lv12DATA_MAG-SWEPAM.html)) Se calcularon los productos entre velocidad y módulo de Bzsur ( $V \cdot \text{modBzsur}$ ) y entre velocidad e intensidad total del CMI ( $V \cdot Bt$ ) promediados diariamente en tiempo local de Trelew y el índice P1F. Otro parámetro de importancia para el análisis de estos productos de acople es el número de rotación de Bartels caracterizado por aquel intervalo promedio de rotación solar de 27 días que se inicia el 8 de Febrero de 1832. Los valores diarios se promediaron luego según el número de rotación de Bartels. La figura 1 muestra la evolución temporal de los productos de los parámetros del VS y del índice P1F.

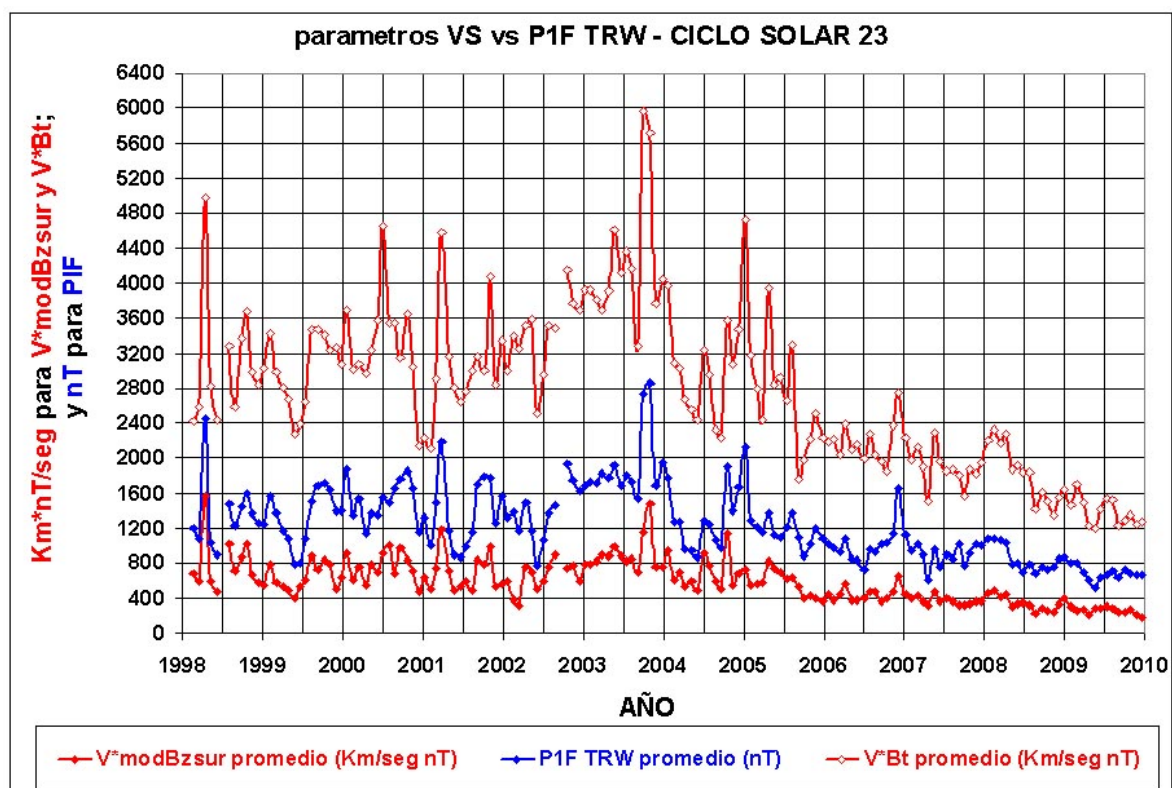


Figura 1: Evolución temporal de los productos  $V \cdot \text{modBzsur}$  y  $V \cdot Bt$ , en (Km\*nT/seg) y P1F en (nT)

La respuesta de P1F a los cambios de los productos de los parámetros del VS es muy adecuada en la estimación de la actividad en superficie en TRW. Haciendo un análisis con los valores diarios, las relaciones

lineales que se obtienen de relacionar  $V^*modBz_{sur}$  con P1F y  $V^*Bt$  con P1F constituyen las funciones de acople que se muestran en las figuras 2 y 3 junto con sus expresiones analíticas.

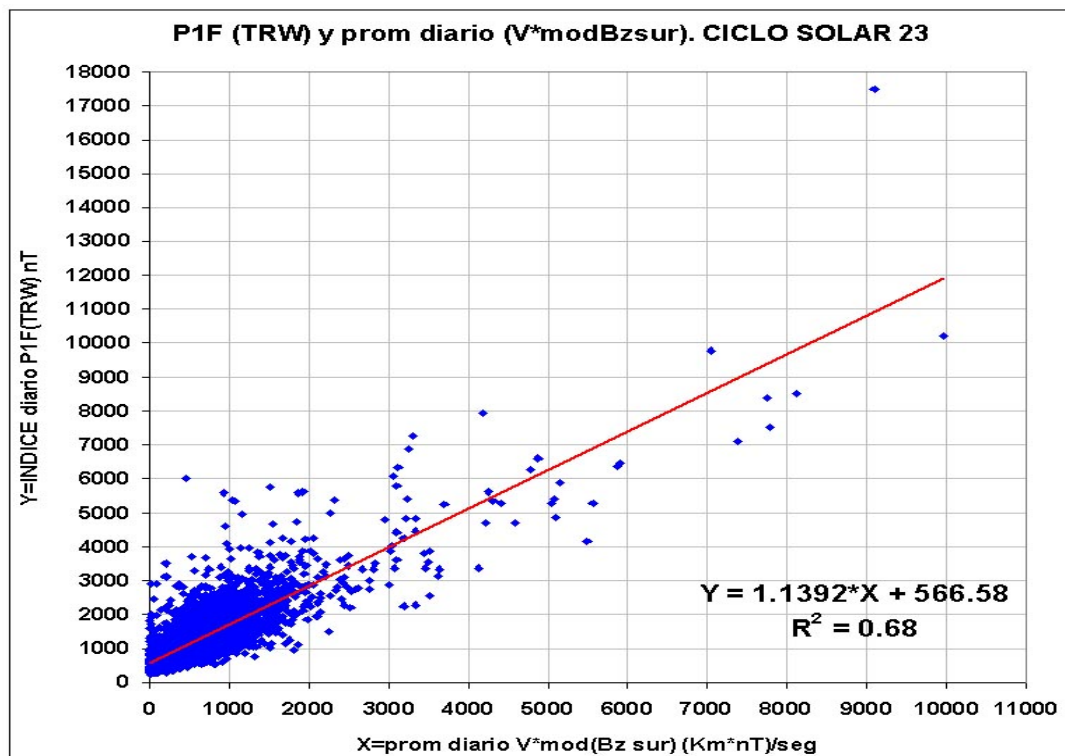


Figura 2: producto  $V^*modBz_{sur}$  con P1F y su expresión analítica.

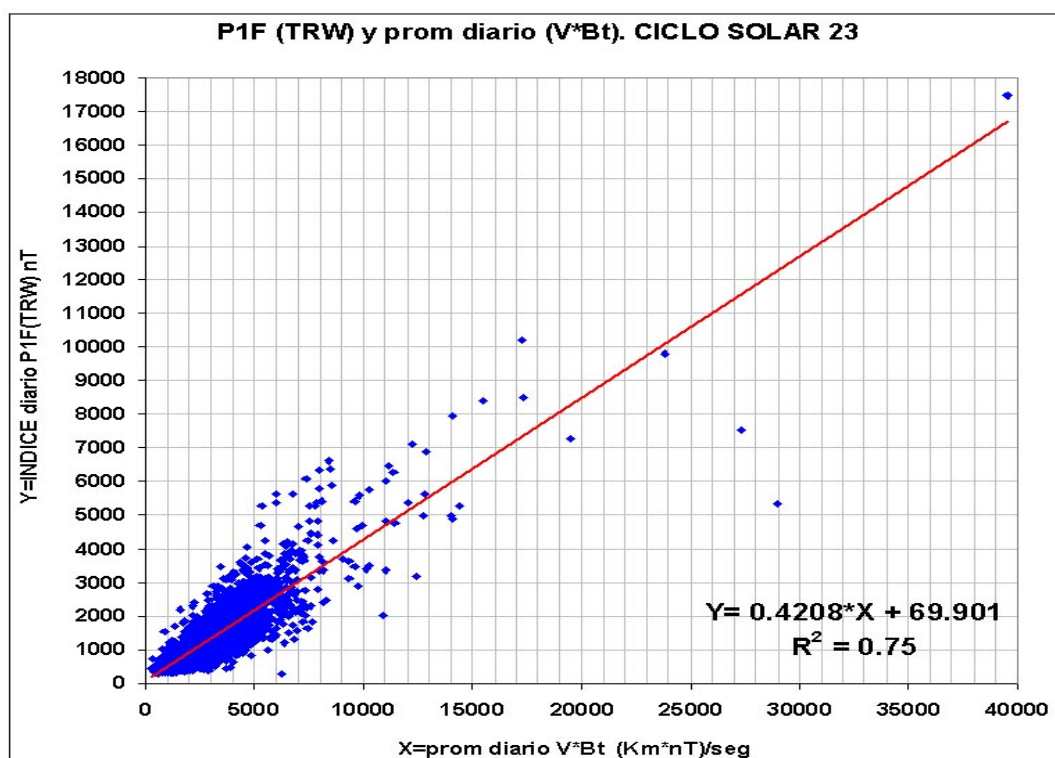


Figura 3: producto  $V^*Bt$  con P1F y su expresión analítica.

Para analizar los productos en los intervalos de máxima actividad (2000-2004) y mínima actividad (2006-2010) se promediaron los productos diarios y el índice P1F diario según el número de rotación de Bartels, resultando las funciones de acople para alta y baja actividad del ciclo solar 23 que se muestran en las figuras 4 y 5, junto con sus coeficientes de variabilidad.

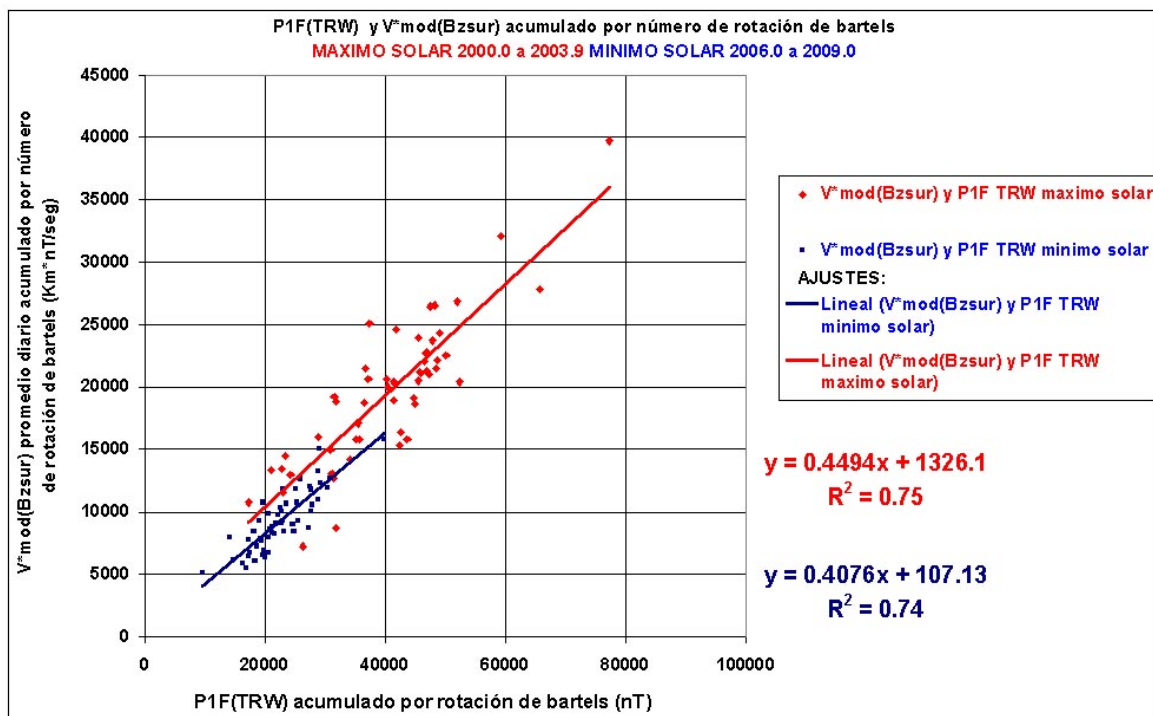


Figura 4:  $V^{\text{mod}}\text{Bzsur}$  y P1F para alta y baja actividad solar del ciclo solar 23.

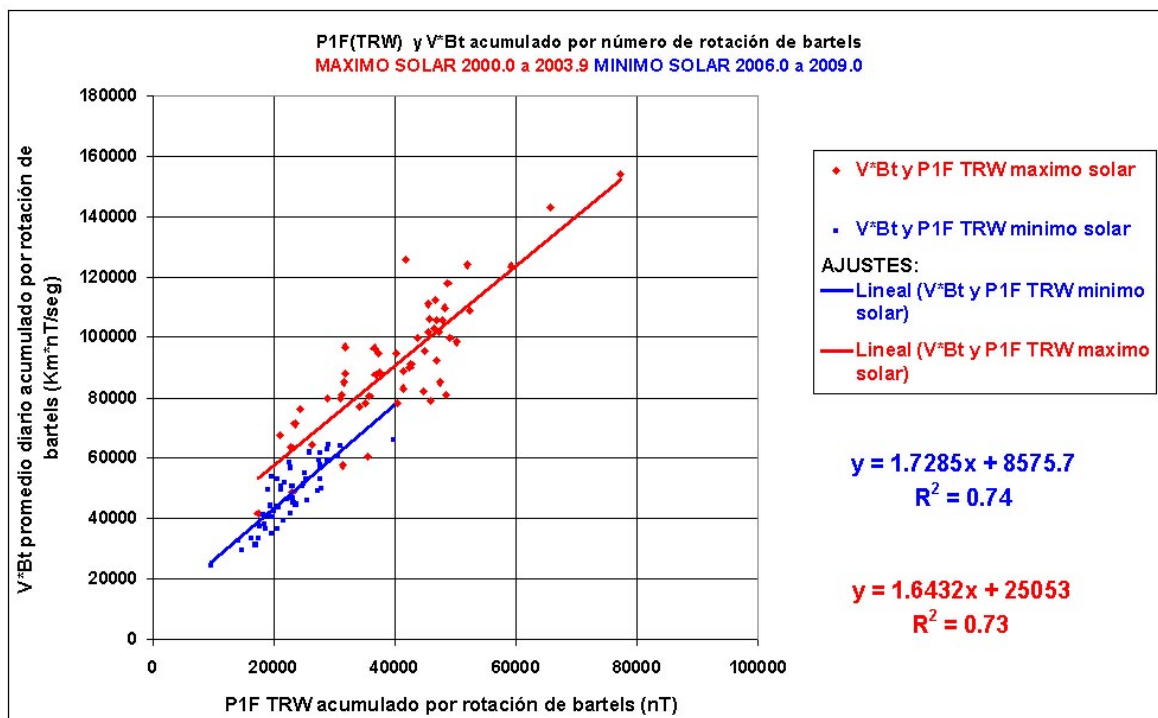


Figura 5:  $V^{\text{Bt}}$  y P1F para alta y baja actividad solar del ciclo solar 23.

Como resultado importante de este estudio cabe destacar la geoeffectividad de los productos y en particular el índice para el estudio de la actividad magnética registrada en Trelew que facilita una vinculación de los registros digitales en un observatorio en particular con la variabilidad de los parámetros solares. El coeficiente de correlación obtenido es muy bueno y la estimación por medio del índice P1F en TRW es una herramienta fácil de determinar en observatorios de registro digital, no solo para periodos diarios, sino también para intervalos de mayor extensión, tal como el intervalo de rotación solar de 27 días.

## CONCLUSION

De los resultados mostrados en las figuras 4 y 5 se desprende la conclusión importante que independientemente del estadio del ciclo solar, alta o baja actividad, la variabilidad de los parámetros V, modBzsur y Bt del VS producen perturbaciones en el CMT registrado en TRW. El sostenimiento de la componente Bz sur durante largos periodos horarios en el punto L1, que está directamente ligada a valores elevados de Bt y V durante el pasaje de nubes magnéticas provenientes de las eyecciones de masa coronal, es muy geoefectiva en la “actividad de tormenta” determinada por P1F en el Observatorio de Trelew. Esta situación es propia para cada observatorio con respuestas particulares que serán objeto de estudios posteriores a medida que la recolección de datos digitales se incremente con el ciclo solar 24. Este ciclo solar 24 que recién se inicia permitirá un testeo en detalle de la geoefectividad de los productos sobre el índice P1F calculado para otros observatorios.

## BIBLIOGRAFIA

- Benestad R. E. 2006. Solar Activity and Earth's Climate. (2nd Edition) Springer, Berlin. Pp. 1-316.
- Gianibelli J. C. y N. Quaglino. 2009. La actividad del Campo Magnético Terrestre y la determinación de los días calmos. Actas XXIV Reunión Científica de la AAGG. Geomagnetismo. 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
- Hanslmeier A. 2002. The Sun and Space Weather. Kluwer Asoc. Press. Dordrech. Pp. 1-243.
- 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. AGU Monography 22. Pp. 1-154.
- Rangarajan G. R. 1989. Indices of Geomagnetic Activity. Geomagnetism Vol 3. Ed. by J. A. Jacobs. Academic press. Pp.: 323-384.
- Scherer K., Fichtner H., Heker B., and V. Mall. 2005. Space Weather (The Physics Behind a Slogan). Lectures Notes in Physics 656. Springer, Berlin. Pp. 1-297.
- Svalgaard L. and E. W. Cliver .2007. Interhourly variability index of geomagnetic activity and its use in deriving the long-term variation of solar wind speed. Journal of Geophysical Research , Vol. 112, pp A10111.
- Wu, Chin-Chun and R. P. Lepping. 2002. Effects of magnetic clouds on the occurrence of geomagnetic storms: The first 4 years of Wind. Journal of Geophysical Research, Vol. 107, N. A10, pp1314.