

SOBRE LA EVOLUCION TEMPORAL DEL CAMPO GEOMAGNETICO EN LA REGION RIOPLATENSE

Gianibelli; J. C.¹ y Quaglino; N.¹

¹Departamento de Geomagnetismo y Aeronomía de la Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, Universidad Nacional de La Plata. Paseo del Bosque S/N, CP 1900, La Plata.

Argentina. E-mail: geofisicogianibelli@yahoo.com.ar

RESUMEN La Anomalía Magnética del Atlántico Sur (AMAS) ubicada en la región delimitada por Sudáfrica, Océano Atlántico Sur, Uruguay, Argentina y llegando hasta el Océano Pacífico es el efecto magnético del Geodínamo. Su modelo matemático mediante el desarrollo en esféricos armónicos muestra que la energía de la representación del campo dipolar está en constante disminución, desde 1550 hasta la actualidad, mientras que la componente cuadrupolar observa una importante variabilidad. La red de Observatorios Permanentes permite estudiar la intensidad total del Campo Magnético de la Tierra (CMT) en superficie para evaluar su tasa de cambio anual y los efectos inductivos sobre las redes de grandes cañerías de gasoductos y oleoductos. En este trabajo se muestran los resultados de la importante disminución del CMT en la región rioplatense. Valores de la intensidad total del CMT para esta región son del orden de 23000nT, valor anómalo que debería ser superior a 31000nT, para el 2009.8. Los efectos observados en superficie de esta anomalía continuarán amplificándose y llegando a valores mínimos del orden de 17700nT para el año 2100. Los efectos en la conexión Sol Tierra, se evidencian en la inducción sobre las cañerías de transporte de gas y petróleo de esta región la cual no es compensada por los sistemas clásicos de protección catódica.

Palabras clave: Geomagnetismo, Observatorio, Anomalía, Inducción, Viento solar

INTRODUCCION

El Campo Magnético registrado en un Observatorio Magnético está compuesto por el campo principal generado por un geodínamo residente en el Núcleo Externo de la Tierra, que representa el 95 % del valor total determinado en forma absoluta en la superficie terrestre. El 5 % restante corresponde a los campos producidos por la Corteza de la Tierra (aprox. 2 %), el campo producido por las corrientes de origen externo representadas por el Sistema de Corrientes Ionosféricas, Corriente Anillo Magnetosférica, Corriente de la Magnetopausa, Corriente de la Cola de la Magnetósfera y Efectos de los Sistemas de Corrientes de los Casquetes Polares (aprox. 2.8 %). El 0.2% restante de dicho campo total registrado corresponde a la inducción en la Corteza, Hidrósfera, Astenósfera, Litósfera y Manto Inferior, producidos por los sistemas de corrientes externos ya mencionados. Estos sistemas de corrientes externas son el efecto de la conexión Sol-Tierra y son producidos por el efecto colectivo de las partículas atrapadas en la Magnetosfera (Parkinson 1983); (Alukar 1997).

El campo principal (95% del valor medido) se encuentra conformado por una componente dipolar representada por el 85% de ese 95%, mientras que el resto son componentes llamadas no-dipolares. Las cartas magnéticas de la Intensidad Total F del campo confeccionadas a partir de los modelos del Campo Magnético de Referencia Internacional muestran a través del tiempo la evolución de una anomalía ubicada entre Sud Africa, Océano Atlántico, Sud América y parte del Océano Pacífico llamada Anomalía Magnética del Atlántico Sur (AMAS). Los estudios hechos por Gianibelli (2006) de las energías desarrolladas por el campo bipolar y cuadrupolar, con un análisis de observaciones desde 1550 hasta el 2005 y predictivo hasta el año 2500, muestran que el campo dipolar decrece, mientras que el cuadrupolar aumenta a partir de 1780 como se puede ver en la Figura 1.

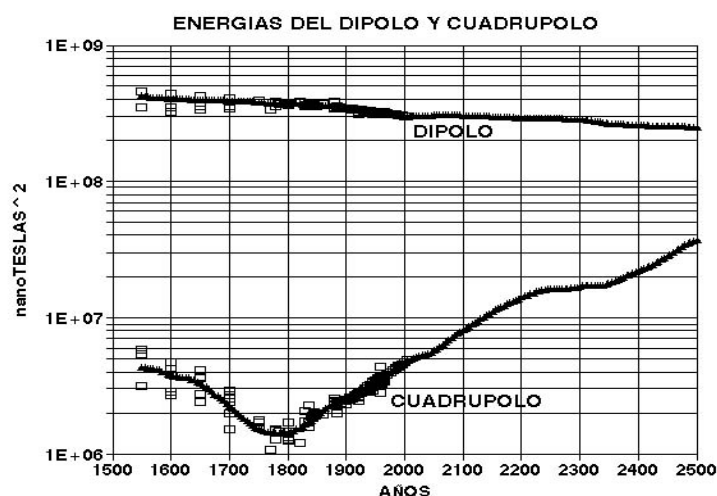


FIGURA 1

El Observatorio Magnético de Las Acacias (LAS, Lat.: $-35^{\circ}.0$; Long.: $302^{\circ}.3$) se encuentra ubicado en la región de la AMAS y controlando la evolución de ésta desde 1961. El valor de la Intensidad Total del campo registrado en LAS es el menor registrado en toda la superficie de la Tierra por un Observatorio Magnético de la Red Permanente, de 23170 nT (nT: nanoTESLAS), y con una disminución de 49,7 nT/año. En la Figura 2, observamos la ubicación del Observatorio de Las Acacias (LAS), Pilar (PIL), La Quiaca (LQA), Vassouras (VSS), Trelew (TRW), Hermanus (HER) y Huancayo (HUA) para estudiar la AMAS.

Este mínimo tiene una importancia fundamental en la relación Sol-Tierra ya que permite que partículas cargadas provenientes del Viento Solar produzcan perturbaciones diferenciadas observada en los registros digitales de estos Observatorios Magnéticos (Gianibelli et. al. 2006).

Para el estudio conexión Sol-Tierra con los fenómenos registrados en superficie por el Observatorio Magnético de Las Acacias, se utilizaron las observaciones de la velocidad (VVS en km/s) y densidad de partículas (D en p/cm^3) del Viento Solar realizadas por la Sonda ACE (Advanced Composition Explorer). Esta sonda se encuentra ubicada en el punto de libración gravitacional L1 entre la Tierra (1.500.000 km de la Tierra) y el Sol. Gianibelli et. al. (2006); Daglis (2004); Kamide et. al. (2007).

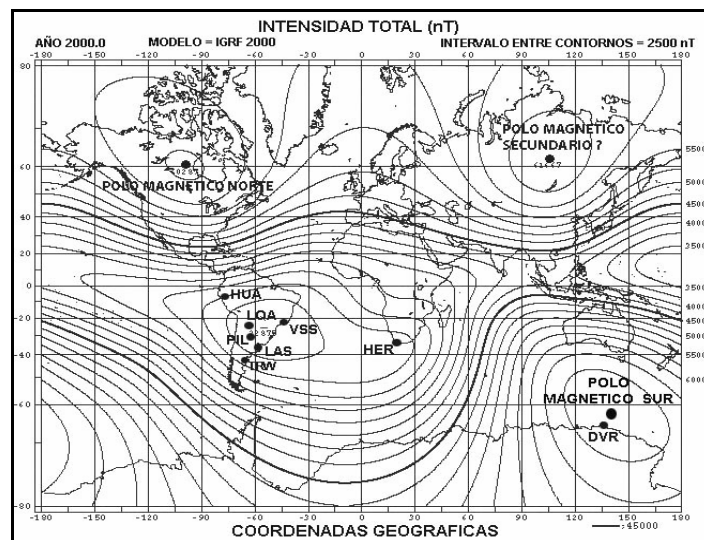


FIGURA 2

El objetivo del presente trabajo radica en analizar los efectos de la conexión Sol, Tierra evidenciadas sobre las estructuras que el hombre desarrolla. En particular en cañerías diseñadas para el transporte de gas y petróleo, y verificar si el sistema de protección catódica, responde adecuadamente (Parker y Peattle 1999).

MATERIALES Y METODOS

Para este estudio se dispuso de observaciones del potencial espontáneo (POT en mV) cada 1 minuto en TU, obtenido en la cañería de transporte de gas que cruza el Río de La Plata desde la Localidad de Punta Lara en la República Argentina (Lat: $-34^{\circ} 48'$; Long: $302^{\circ} 00' E$), a la localidad de Santa Ana en la República Oriental de Uruguay (Lat: $-34^{\circ} 25'$; Long: $-302^{\circ} 25'$), desde el 1° de Noviembre de 2006 hasta el 25 de Enero de 2007. Asimismo el valor de F en nT, registrado en LAS, las determinaciones de VVS en km/s y D en p/cm^3 , del viento solar, provisto por la sonda ACE. La metodología consistió en analizar la relación de los eventos registrados en la cañería, y los obtenidos en LAS. Estos resultados fueron vinculados con los registrados por la sonda ACE para observar los efectos de las variaciones de VVS y D sobre los registros de F y el POT. Se analizaron los valores extremos, máximos, mínimos y amplitudes determinados en ventanas móviles temporales de 3hs y 48hs de amplitud, centradas en cada minuto. Se realizó también un análisis de tendencia de F para observar la evolución de la AMAS en la región del Río de la Plata y determinar su estadio hasta el año 2100 utilizando valores medios mensuales absolutos de PIL (1905-2009), TRW (1957-2009) y LAS (1961-2009).

RESULTADOS

La Figura 3, muestran el efecto de una Tormenta Magnética, medida en variables del viento solar: VVS y D, del campo geomagnético dF, y el POTENCIAL registrado.

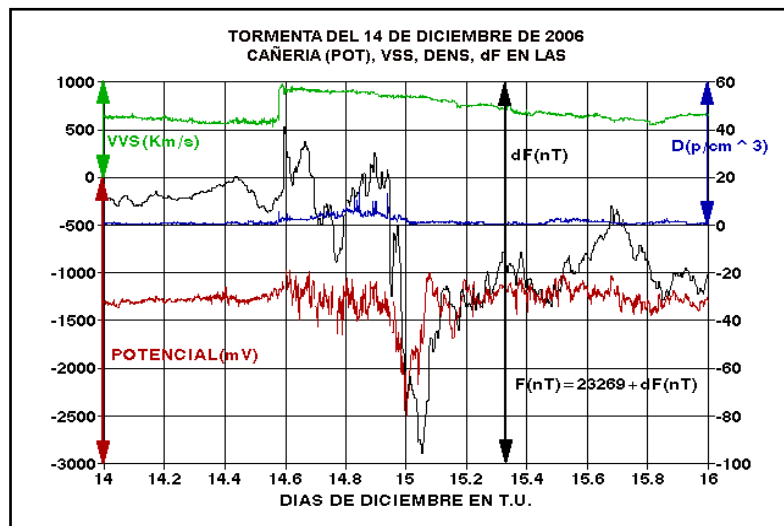


FIGURA 3

El cambio en la VVS 600km/s a 950km/s y el aumento en la D de 2 a 8 p/cm^3 es observado por la sonda ACE y el efecto de la interacción con el campo magnético de la Tierra 1h 10min

después, con la irrupción de la tormenta magnética en LAS de amplitud del orden de 140nT y su efecto inductivo en el POTENCIAL del gasoducto, con un cambio que llega a los -2500mV. Este evento puso en riesgo el sistema de protección catódica. La determinación de los intervalos de actividad relacionado con los cambios de VVS , y las amplitudes observadas cada 3hs en F de las y POT, se muestra en la Figura 4. Los intervalos marcados de A a G están relacionados con importantes amplitudes determinadas en F y POT.

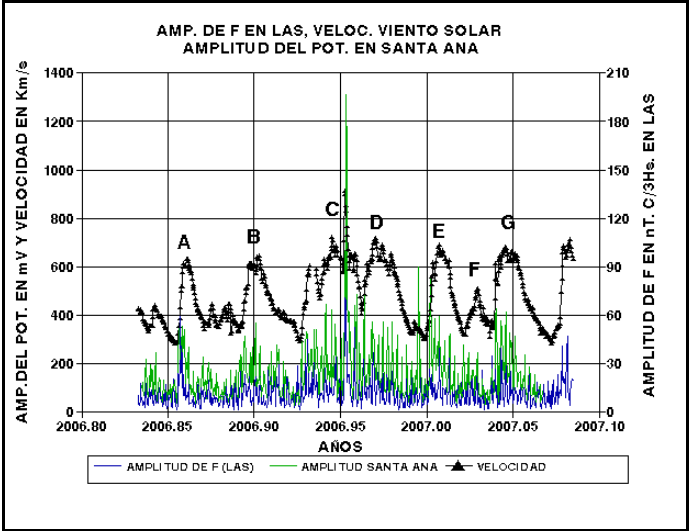


FIGURA 4

Los resultados correspondientes a la aplicación de las ventanas móviles de 48hs mostraron comportamientos diferentes para los valores máximos y mínimos del POT frente a la amplitud de F, Figura 5.

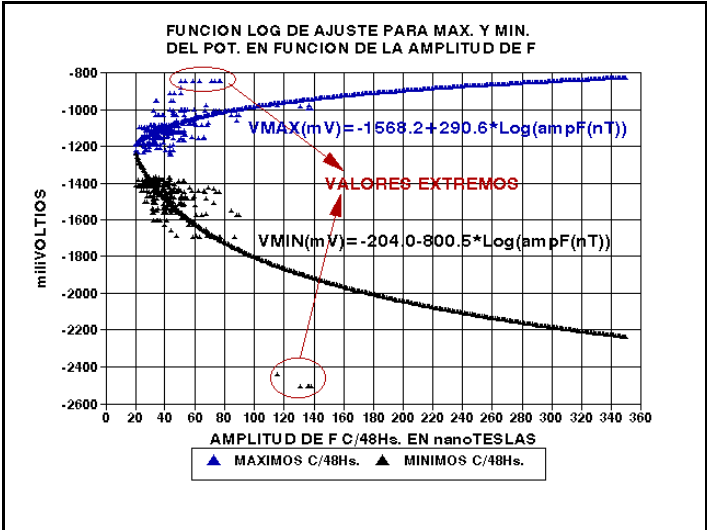


FIGURA 5

La evolución de la AMAS determinada en los Observatorios de PIL, LAS y TRW para le región del Rio de La Plata se muestra en la tabla 1

OBSERVATORIO	AÑO 2000	AÑO 2050	AÑO 2100
PIL	23470 nT	20620 nT	17770 nT
LAS	23310 nT	21120 nT	18890 nT
TRW	26480 nT	23075 nT	19680 nT

TABLA I

Los valores del campo magnético que se observarán para el 2050 y 2100 son extremadamente pequeños, caracterizando a la AMAS en expansión.

CONCLUSION

La SAMA y los procesos de interacción Sol-Tierra son otro elemento mas a tener en cuenta en los estudios de riesgos posible de las instalaciones desarrollada por el hombre, (Daglis 2004). Las predicciones de F configuran un escenario propicio para la actividad agresiva de las partículas provenientes de un viento solar rápido y de eyecciones de masa coronal. Los pulsos inducidos fuera de los intervalos de seguridad del sistema de protección catódica es un indicativo de que el riesgo existe.

Los resultados obtenidos de escenarios que involucran diferentes órdenes de dimensiones físicas, tales como la Heliósfera (efectos de la conexión Solo-Tierra), la AMAS (Campo Geomagnético) y los efectos inductivos sobre una cañería tendida en el Río de la Plata, han sido observados también en cañerías de regiones tan distantes como la Patagonia (Gianibelli y Quaglino 2007) y Canadá (Gumow et al 2002) y muestran efectos que con la disminución de de la intensidad del campo magnético de la Tierra se harán mas intensos.

REFERENCIAS.

- ALURKAR, S. K. 1997. Solar and Interplanetry Disturbances. World Scientific .1 - 114.
- DAGLIS, I. A. 2004. Effects of Space Weather on Technology Infrastructure. Kluwer – Springer, 1 - 334.
- GIANIBELLI, J. C. 2006. Sobre la Evolucion Temporal del Dipolo y Cuadripolo del Campo Geomagnetico. Geoacta, 31: 175 - 181.
- GIANIBELLI, J. C.; QUAGLINO, N.; MAC WILLIAM, M. 2006. Efectos de las Ondas de Choque en los Registros Digitales de Trelew. Geoacta, 31: 91 - 100.
- GIANIBELLI, J. C. & QUAGLINO, N. 2007. Efecto de las Variaciones Magnéticas de Origen Antártico sobre un Gasoducto en Tierra del Fuego. VI Simposio Argentino y III Latinoamericano Sobre Investigaciones Antárticas- Buenos Aires , 10 al 13 de septiembre de 2007. Publicado en actas on-line: <http://www.dna.gov.ar/CIENCIA/SANTAR07/CD/PDF/CFQRE202.PDF>
- GUMMOW, R. A.; BOTELER, D. H.; TRICHTCHENKO, L. 2002. Telluric and Oceanic Current Effects on Buried Pipelines and Their Cathodic Protection Systems. Pipeline Research Council International, Inc. Technical Toolboxes, Inc., Houston. Texas, 1 - 148.
- KAMIDE, Y. & CHIAN, A. 2007. Handbook of the Solar-Terrestrial Environment. Springer, 1 – 539.
- PARKER, M. E. & PEATTLIE, E. G. 1999. Pipe Line Corrosion and Cathodic Protection. Gulf Prof. Pub.- Elsevier, 1 - 166.
- PARKINSON, W. D. 1983. Introduction to Geomagnetism. Scottish Academic Press-Edinburgh , 1 – 433.