

# ANALISIS DE LAS VARIACIONES GEOMAGNETICAS DIARIAS A LATITUDES ECUATORIALES

S. Duhau, A. Favetto y M. de la Vega

*Departamento de Física- Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad de Buenos Aires*

A partir de las variaciones geomagnéticas diarias (V. G. D.) puede determinarse la estructura electromagnética de la tierra hasta profundidades del manto conductor. En el presente trabajo se analizan las variaciones diarias en horas de la mañana mediante la adaptación del método utilizado para datos tomados al mediodía. Se interpreta el resultado comparando la parte externa de las V. G. D. por las corrientes medidas "in situ". A partir de la parte interna o inducida se analiza hasta que punto es compatible con la estructura electromagnética de la tierra que se obtiene con las V.G.D. medidas al mediodía.

## 1. METODO DE SEPARACION

Las variaciones geomagnéticas diarias se deben básicamente a corrientes que circulan en la ionósfera y a las corrientes que ellas inducen dentro de la tierra.

Debido a las modificaciones introducidas por Duhau y Osella (1982) sobre la aplicación del método de separación más usado, es posible separar las variaciones medidas sobre la superficie, a latitudes ecuatoriales, según sus contribuciones de origen externo e interno, sin imponer condiciones sobre la estructura del medio subyacente. Este hecho permite detectar discontinuidades laterales analizando el campo inducido así separado.

Dado que a latitudes ecuatoriales se tiene una situación preferencial debido a que el campo magnético es bidimensional, esta condición permite utilizar el método de Siebert y Kertz (1957) para separar las V. G. D.. Si llamamos H y Z a las componentes horizontal y vertical del campo y los subíndices i y e indican interno y externo respectivamente, entonces se cumple que:

$$\begin{aligned} H_e &= K Z_e \\ H_i &= -K Z_i \\ Z_e &= -K H_e \\ Z_i &= K H_i \end{aligned} \quad (1)$$

donde el operador K es la transformada de Hilbert, definido como:

$$Kf = \frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{f(x')}{(x-x')} dx' \quad (2)$$

y las coordenadas espaciales x y z están definidas positivas hacia el norte y abajo respectivamente.

A partir de las ecuaciones (1) y considerando que  $H = H_e + H_i$  y  $Z = Z_e + Z_i$  se tiene:

$$\begin{aligned} H_i &= 1/2 (H + K Z) \\ H_e &= 1/2 (H - K Z) \\ Z_e &= 1/2 (Z - KH) \\ Z_i &= 1/2 (Z + KH) \end{aligned} \quad (1)$$

De la ecuación (2) se observa que el cálculo de la transformada de Hilbert exige el conocimiento del perfil completo de ambas componentes del campo para poder separarlas. Dependiendo de las características de los datos y la extensión cubierta por las estaciones donde los registros son tomados se deben estimar las correspondientes continuaciones para H y Z si sus valores no tienen a cero hacia el final del perfil.

## 2. DATOS

Se utilizaron registros de Perú, tomados en 1957 en 18 estaciones que se extienden a uno y otro lado del Ecuador en el intervalo comprendido entre los 1500 km al Norte y los 1000 Km al Sur. Los datos fueron obtenidos promediando los registros horarios alrededor de las 8 hs. (hora local) y normalizados al valor obtenido de la misma forma y simultáneamente en la estación Huancayo.

Dado que los datos no tienden a cero al final del intervalo medido, se hizo necesaria la elección de una continuación adecuada para los campos. Se observó que el efecto de las distintas maneras en que podemos continuar los campos H y Z influye, a las latitudes donde se tomaron los registros, en el nivel de la curva y no en la forma. A partir de lo expuesto anteriormente hay que tener en cuenta que las continuaciones elegidas deben dar como resultado campos que, cuando son separados por las ecuaciones (3), permitan que, al aplicarlos en las ecuaciones (1), se recuperen los medidos. Además, se necesita comparar el campo externo así resul-

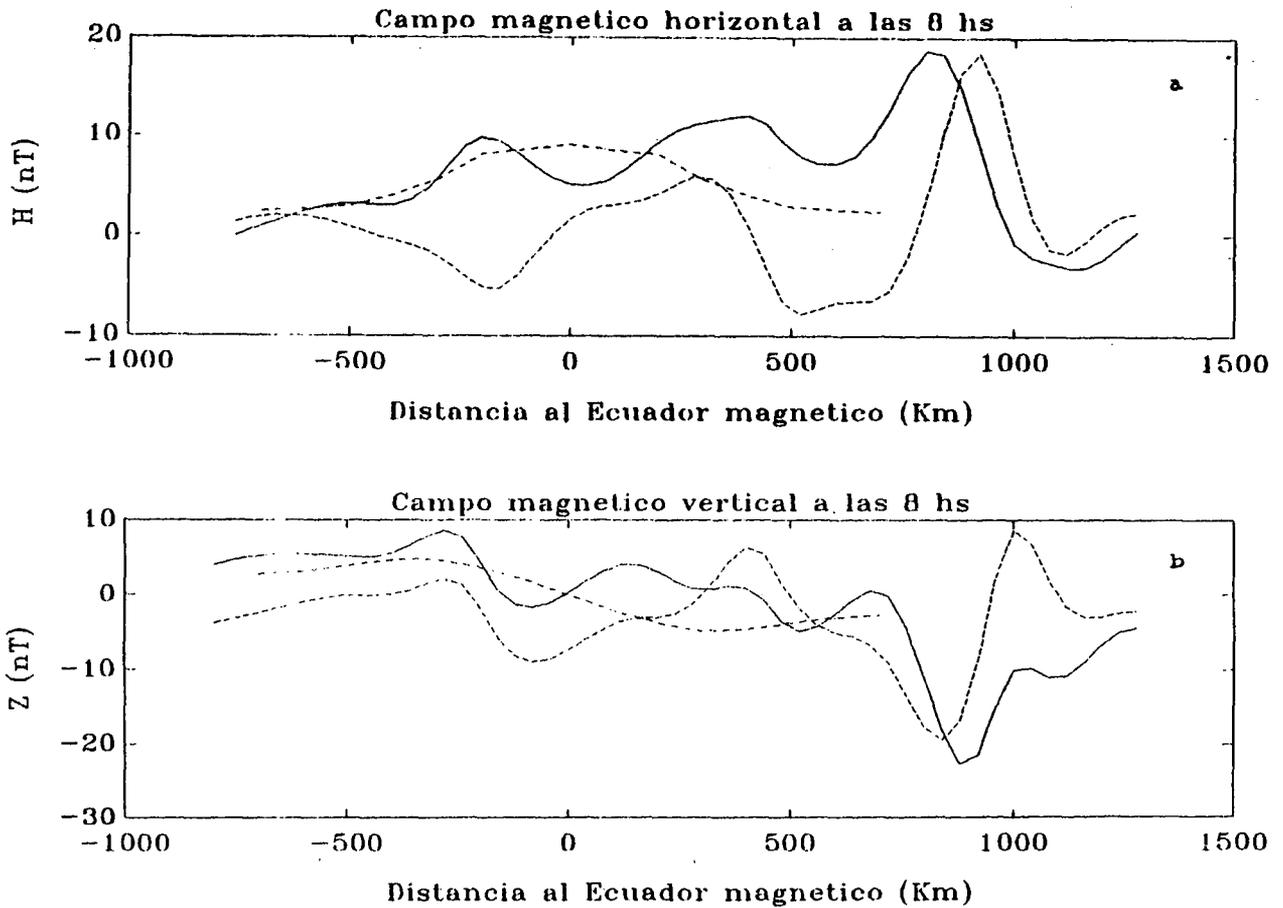


Figura 1: a [b] : Campo magnético horizontal [vertical], — externo  $H_e [Z_e]$ , ... interno  $H_i [Z_i]$  y - - - la estimación del campo externo a partir de la medición "in situ" de la corriente.

tante con el producido sobre la superficie por la corriente medida "in situ" a esa misma hora.

### 3. RESULTADOS

Las figuras 1a y 1b muestran los campos horizontal y vertical separados en interno y externo respectivamente. En las mismas figuras, también se muestran las componentes sobre la superficie que se obtienen a partir del cálculo del perfil latitudinal de la corriente con un modelo sencillo utilizando medidas tomadas "in situ", para establecer comparaciones con el nivel real de las componentes externas.

Los campos de origen externo tanto H como Z, tienen al sur del ecuador un nivel y comportamiento que en promedio se aproxima al teórico, considerando que en el modelo utilizado se desprecia el efecto del viento, mientras que al norte ambos campos externos muestran un comportamiento muy diferente de aquel que se puede predecir con tal modelo sencillo, ya que, a diferencia de lo que ocurre al mediodía, aparecen otros fenómenos como el

arrastre del viento neutro compitiendo en magnitud debido a que la amplificación del campo eléctrico alrededor del ecuador magnético a esa hora de la mañana es solamente un 20% del valor que alcanzará al mediodía.

La componente horizontal del campo evidencia con más claridad la presencia de inhomogeneidades en la conductividad de la tierra, dado que en caso contrario es de esperar que el campo interno siga en forma suavizada la variación del externo, marcando la existencia de una discontinuidad, que en el intervalo desde -500 km a 800 km implica una fuerte anomalía puesto que el interno y el externo presentan un cambio de signo relativo, presentando además un desfase en la forma al sur de ese intervalo.

Esa zona anómala ya fue detectada al mediodía (Osella y Duhau, 1985) y se confirma en forma más marcada en los nuevos datos aportados, puesto que la especial forma de la parte externa la pone más de manifiesto. En cuanto a esta última, se observa una cuasisimetría respecto al ecuador medio (intermedio entre el geográfico y el magnético) indi-

cando este hecho el predominio del viento neutro como generador de la corriente ionosférica a la hora en que los datos comentados fueron tomados.

### AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo fue parcialmente subvencionado por el CONICET.

### REFERENCIAS

1. Duhau S. y Osella A. M., J. Geomag. Geoelectr., 34, 23 (1982).
2. Osella A. M. y Duhau S., J. Geomag. Geoelectr., 37 (5), 53 (1985).
3. Siebert M. y Kertz W., Narch, Akad. Wiss Goettingen Math-Phys. K1 5 (1957).

CEILAP  
CITEFA - CONICET  
ZUFRIATEGUI Y VARELA  
1603 - VILLA MARTELLI  
REPUBLICA ARGENTINA