

**EFFECTOS DE LA ACTIVIDAD CULTURAL DEL HOMBRE  
SOBRE LAS OBSERVACIONES DEL CAMPO MAGNETICO TERRESTRE**  
Julio César Gianibelli

**INTRODUCCION:** La actividad cultural de la humanidad afecta de diferentes formas las observaciones del Campo Magnético Terrestre (CMT), tanto absolutas como relativas. La instalación de líneas de alta tensión, trazado de grandes cañerías para transporte de hidrocarburos, grandes acueductos, centrales hidroeléctricas, vehículos en movimiento o estacionados, puentes, alambrados e instrumentales científicos entre tantos, tienen la capacidad de alterar las determinaciones de los elementos del CMT cuando se encuentran en las cercanías del punto de observación o de un Observatorio Magnético Permanente (OMP).

Diversos experimentos son necesarios, desde la metodología pericial, para determinar este efecto perturbador en las determinaciones del CMT, en particular su distancia efectiva de perturbación.

Los elementos del CMT afectados están descriptos en la Figura 1.

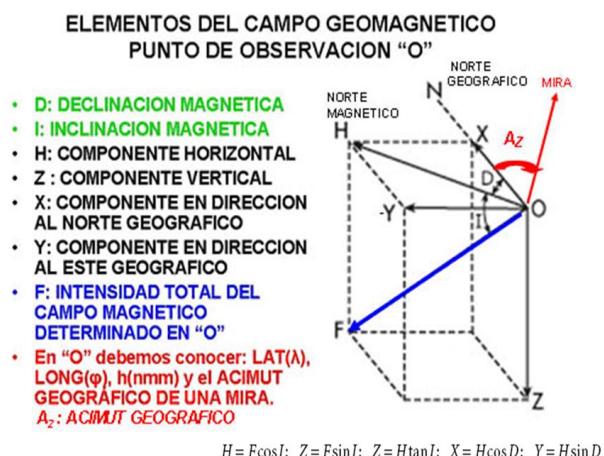


FIGURA 1

De estos elementos la intensidad total del CMT caracterizada por el elemento F es de rápida determinación mediante magnetómetros de presión protónica, que son usados también en prospección. Este instrumento brinda el valor absoluto de F el cual sirve para realizar en forma operativa rápida las pericias necesarias para el conocimiento de las perturbaciones y por ende su distribución espacial y su radio efectivo de acción.

La unidad de medidas de los elementos F, H, Z, X, e Y son en nanoTESLAS (nT) mientras que D e I están dadas en grados sexagesimales y decimales.

Las fuentes que generan el CMT son de origen interno y externo siendo estas generadas en diferentes regiones del planeta tierra y en la alta atmósfera y magnetosfera. Cuando se realiza una determinación absoluta de los elementos del CMT se tienen los aportes de los efectos a los que se le debe agregar la inducción de las fuentes externas tanto en los ambientes naturales del planeta tierra y sobre todos los elementos creados por el hombre.

**1) EL CAMPO PRINCIPAL Y SUS CAMBIOS (Variacion Secular. Jerks) GENERADO POR EL NUCLEO EXTERNO DE LA TIERRA LLAMADO GEODINAMO (Representado por el Modelo Geomagnético Internacional de Referencia : IGRF).**

**2) EL CAMPO GENERADO POR LA CORTEZA TERRESTRE (Y sus cambios geotectonicos).**

**3) EL CAMPO GENERADO POR EL SISTEMA DE CORRIENTES DE LA IONOSFERA (50 - 1000km DE ALTURA) Y EL ELECTROCHORRO ECUATORIAL.**

**4) EL SISTEMA DE CORRIENTE ANILLO.**

**5) EL SISTEMA DE CORRIENTE DE LA MAGNETOPAUSA, (Nariz y Cola)**

**6) EL SISTEMA DE CORRIENTES ALINEADAS CON EL CMT EN LAS REGIONES POLARES Y EL EFECTO DE SUS ELECTROCHORROS IONOSFERICOS, (Acoplamiento ionosfera magnetosfera).**

**7) EL CAMPO INDUCIDO POR 3, 4, 5 y 6 (Hidrosfera, corteza, manto y núcleo)**

La distribución de la isodinas de F generadas por el geodinamo y representada por el modelo del Campo Geomagnético Internacional de Referencia (IGRF por sus siglas ingles) se presenta en la Figura 2

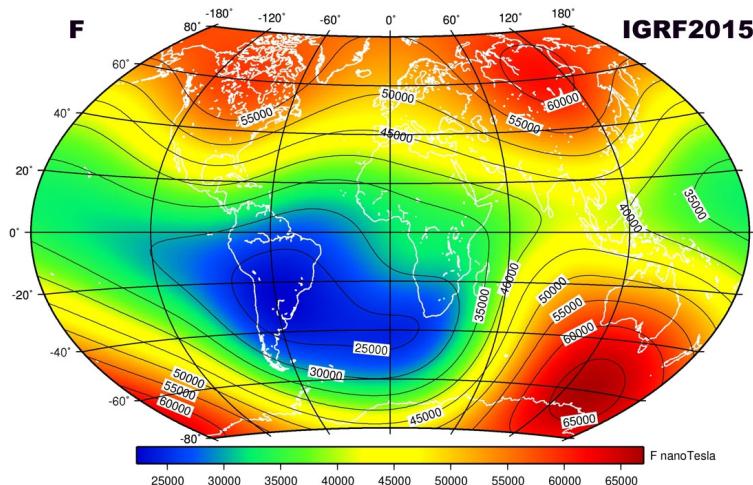


FIGURA 2

En esta figura podemos observar una gran anomalía de valores mínimos coloreada con azul denominada Anomalía Magnética del Atlántico Sur, donde casi todo el continente sudamericano se encuentra comprendido.

Otros de los importantes aspectos es la relación porcentual de los campos magnéticos observados en el punto de observación denominado como “O” por las fuentes generadoras que se resumen en la Figura 3. Además de estos campos que naturalmente se generan en el planeta Tierra se tiene las perturbaciones generadas por la actividad del hombre que denominamos “cultural”.

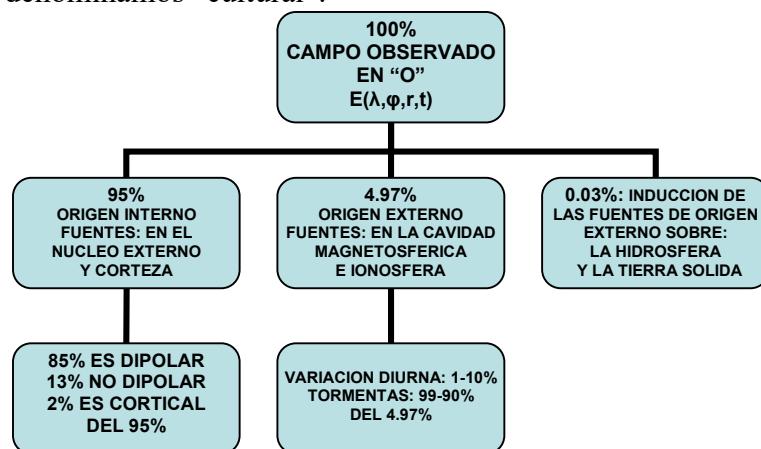


FIGURA 3.

En la Figura 3 los porcentajes de cada determinación del elemento geomagnético que genéricamente denominamos como E y que se realiza en un instante t están referidos al

punto de coordenadas georeferenciadas sobre la superficie de la Tierra. Por lo tanto tenemos un Geosistema al que se le agrega toda una actividad generada por la actividad del hombre que se denomina genéricamente “Cultural”. Las fuentes descriptas en 3, 4, 5, y 6 son generadas por las Relaciones Terrestres Solares, mientras que sus efectos inductivos también se producen sobre toda la actividad cultural del hombre. A este fenómeno se lo denomina Corrientes Geomagnéticas Inducidas cuyo valor porcentual no se encuentra involucrado en el 0.03% por inducción sobre la Tierra.

La determinación de los efectos magnéticos culturales sobre las observaciones geomagnéticas es el objetivo de este protocolo metodológico de determinación de sus efectos y distancias efectivas de dichas perturbaciones.

## CLASIFICACION DE LAS PERTURBACIONES

La actividad cultural del hombre, también llamada antropocéntrica, comprende dos tipos para su perturbación en las mediciones geomagnéticas:

TIPO "E" ESTATICO: las generadas por aquellas fuentes relacionadas a la generación de in campo magneto estático como por ejemplo construcciones, alambrados, cañerías, rieles y todo otro objeto metálico en superficie o enterrados, incluyendo los cambios de las características de la superficie terrestre por predistribución de material de la misma.

TIPO "D" DINAMICAS Y/O ELRECTRODINAMICAS: las generadas por campos electromagnéticos, cuerpos conductores y/o magnéticos en movimiento, tales como generadores, líneas de conducción de energía eléctrica, vehículos, submarinos, aviones y todo sistema que genere perturbaciones electromagnética.

**METODOLOGIA:** Para realizar estos estudios periciales se emplean diferentes métodos operativos según el sistema perturbador clasificándose en

Método A: Relevamientos por grilla de perfiles o nube de puntos de observación

Método B: Por estaciones de variaciones temporales a diferentes distancias del sistema perturbador.

En ambos métodos se necesita una Estación Magnética Base (EMB) alejada del sistema perturbador y un OMP de referencia (para comparación de los registros de la EMB) que registra la variación temporal del CMT en forma absoluta siendo estos de dos tipos:

OMP TIPO 1: correspondiendo a los OMP que registran en forma absoluta y continua todos los elementos del CMT.

OMP TIPO 2: correspondiendo a los OMP que registran en forma absoluta y continua solamente la intensidad total F del CMT. los elementos del CMT

Es importante para estas determinaciones que la EMB registre en forma absoluta el mismo elemento geomagnético con que se realiza el método de peritaje siendo este el mas apropiado un Magnetómetro de Procesión Protónica (PPM) con una sensibilidad menor o igual que 0.1 nT.

## LOS OMP REFERENTES PARA ESTUDIOS EN LA REPUBLICA ARGENTINA. Y PAISES LIMITROFES.

La Republica Argentina cuenta con cuatro OMP tipo 1 siendo ellos La Quiaca (LQA, en refacción, Jujuy), Pilar (PIL, Córdoba), Trelew (TRW, Chubut) y Orcadas (ORC. Antártida) y tres OMP TIPO 2. Las Acacias (LAS, Buenos Aires), Cipolletti (CIP, Rio Negro) y Base General Belgrano 2 (BB2, Antártida).. Los OMP de PIL, TRW Y ORC, forman parte de la red internacional INTERMAGNET, de esta red se agregan también para estos estudios en las regiones subantártica y antártica los OMP de PST (Islas Malvinas), EKP (Isla Georgias del Sur) y AIA (Península Antártica).

En la Figura 4 se indican la posición de estos OMP.

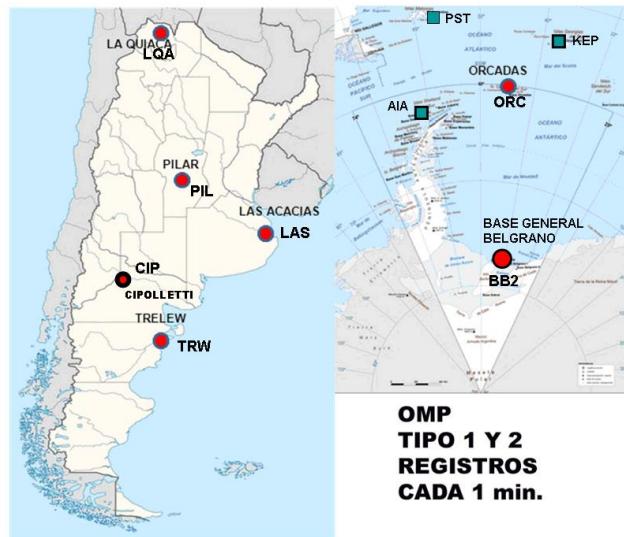


FIGURA 4

#### TECNICA DE OPERACIÓN

Las técnicas de operación están basadas en la medición de la intensidad total F del CMT en posiciones de distancia creciente del sistema perturbador por intervalos de tiempo según el sistema a peritar. Este tiempo puede ser desde 1 hora hasta días en forma continua con intervalo de medición automática cada 1min sincronizada con la EMB posicionada en un lugar distante por ejemplo 200 m o más. Los instrumentos a utilizar y que muestran una característica adaptable a esta técnica deben ser PPM. En la Figura 5 se muestra la técnica de operación para una cañería enterrada correspondiente al “Método A”.

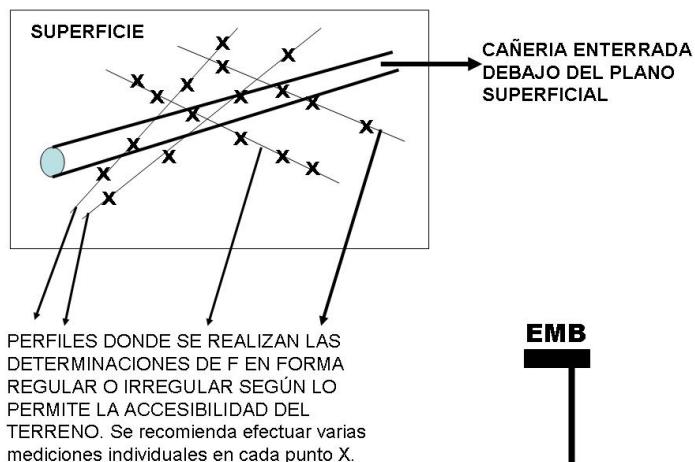


FIGURA 5

Las figuras 6 y 7 representan la forma de mediciones para la utilización del “Método B”.

FIGURA 6

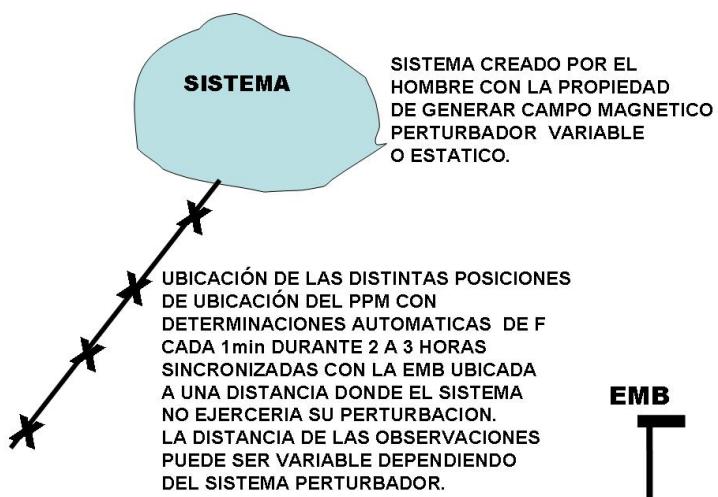


FIGURA 7

#### PROCESAMIENTO.

En cada punto X de observación se tiene los efectos de las fuentes 1 a 7 mas el efecto del sistema generado por el hombre mientras que en la EMB solo los producidos por las fuentes 1 a 7. Los registros de la EMB se realizan durante todo el intervalo de tiempo en que se desarrolla las observaciones en los puntos X.

Para procesar y determinar la distancia efectiva de perturbación de los sistemas creados por el hombre, se debe también seleccionar un OMP, más cercano a la región del sistema a peritar, mostrados en la Figura 4, como referencia y control de la EMB.

La técnica de procesamiento es la comparación de los registros o determinaciones en los puntos de observación, con los obtenidos en la EMB y el OMP, en ese mismo momento. El valor menor de la diferencia en promedio determina el o los lugares donde la perturbación efectiva del sistema perturbador es aceptable. También lo es para observar directamente de los registro a partir de que distancia las variaciones temporales marchan en forma paralela. Para los relevamientos con perfiles se substraen la variación absoluta (llamada variación diurna) determinada en la EMB y OMP determinada en el mismo

instante de la observación en el punto X del perfil. Estos valores resultantes permite construir mapas de isodinas anómalas que representan el efecto del sistema perturbador. Nuevamente las regiones de mínimos valores están relacionados con la distancia efectiva de la perturbación.

$$\Delta F_1(t_j) = F_x(\theta, \lambda, r, t_j) - F_{EMB}(\theta, \lambda, r, t_j) \quad \text{DIFERENCIA RESPECTO DE LA EMB.}$$

$$\Delta F_2(t_j) = F_x(\theta, \lambda, r, t_j) - F_{OMP}(\theta, \lambda, r, t_j) \quad \text{DIFERENCIA RESPECTO DEL OMP DE REFERENCIA SELECCIONADO.}$$

$$\Delta F_3(t_j) = F_{EMB}(\theta, \lambda, r, t_j) - F_{OMP}(\theta, \lambda, r, t_j) \quad \text{DIFERENCIA RESPECTO DEL OMP DE LOS REGISTROS REALIZADOS POR LA EMB COMO CONTROL DE SU VERO SIMILITUD DE SU EVOLUCION TEMPORAL.}$$

Donde  $\theta, \lambda, r, t_j$  representan la latitud, longitud, altura sobre el nivel medio del mar y el instante a minuto entero de cada determinación en cada punto X, en la EMB y el OMP.

El análisis de las diferencias representadas por estas formulas permite establecer la efectividad de las perturbaciones y la estimación de la distancia de minima perturbación por medio del decrecimiento de las amplitudes de las diferencias denominadas con los índices 1 y 2.

De todas las operatorias la mas rápida es la que se obtiene por medio de la diferencia  $\Delta F_1$  que se puede realizar directamente en el terreno. Sin embargo  $\Delta F_3$  brinda el grafico de control de la EMB respecto del OMP. En ciertos casos los registros cada 1min de los OMP están en linea en Internet por ende esta validación puede realizarse al final del trabajo de campo en caso contrario podrá ser desarrollado con un tiempo de retardo de 24 o mas horas dependiendo del OMP.

La aplicación del concepto de similaridad a las series temporales registradas en la EMB y el OMP seleccionado esta dado por las siguientes formulas:

$$\delta f_{EMB} = F_{EMB}(\theta_{emb}, \lambda_{emb}, r_{emb}, t_i) - F_{IGRF}(\theta_{emb}, \lambda_{emb}, r_{emb}, t_i)$$

$$\delta f_{OMP} = F_{OMP}(\theta_{omp}, \lambda_{omp}, r_{omp}, t_i) - F_{IGRF}(\theta_{omp}, \lambda_{omp}, r_{omp}, t_i)$$

EL INDICE DE SIMILARIDAD IS( $\Delta t_i$ ) DEL REGISTRO DE LA EMB RESPECTO DEL OMP SE DEFINE COMO:

$$IS(\Delta t_i) = [\sum (\delta f_{EMB}(\Delta t_i) - \delta f_{OMP}(\Delta t_i))^2]^{1/2}$$

DONDE  $\Delta t_i$  ES UN INTERVALO DE SUMA ARBITRARIO ENTRE 5 MINUTOS, 1 HORA, 3 HORAS O MAS.

LA FUNCION SIMILARIDAD PARA CADA INSTANTE  $t$  SE DEFINE COMO

$$FS(t) = [(\delta f_{EMB}(t) - \delta f_{OMP}(t))^2]^{1/2}$$

Tanto el índice IS como la función FS( $t$ ) poseen la información correspondientes a las diferentes características que posee la corteza en las ubicaciones de la EMB y del OMP

como asimismo los efectos inductivos de los sistemas de corrientes equivalentes ionosféricas y magnetosféricos y de sus propios efectos.

La Plata Noviembre 9 de 2016