

## METODO ELECTROMAGNETICO en el DOMINIO del TIEMPO TDEM (SEDT)

Agosto 2012

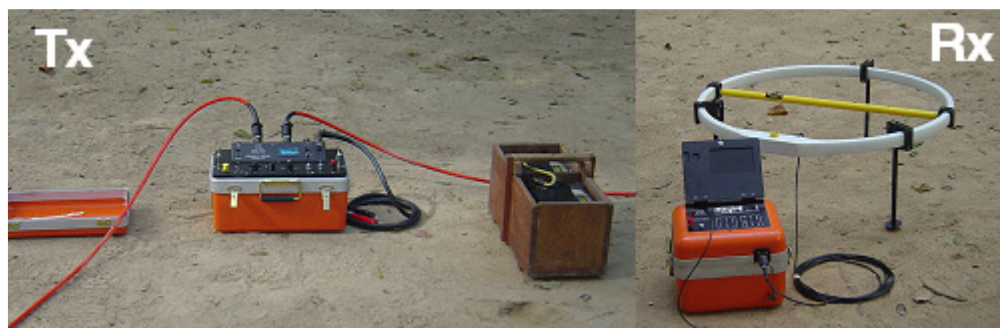
*Palabras claves: Geofísica, Exploración – Investigación agua, hidrología, métodos de resistividad, TDEM, SEDT*

**Estandar aplicable: D6820 Standard Guide for Use of the Time Domain Electromagnetic Method for Subsurface Investigation**

Las tecnologías Time-domain electromagnetic (TDEM) o Sondeo EM en el Dominio del Tiempo (SEDT) son efectivas en la determinación de la conductividad eléctrica en suelos desde pocos metros hasta más de 1000 metros de profundidad. Desde el momento que la conductividad está fuertemente correlacionada a las propiedades del suelo, el TDEM representa una herramienta importante para el mapeo de suelos y cambios verticales y laterales de las propiedades en los mismos. Este método, que puede ser usado en arreglo sondeo o perfilaje, es una herramienta importante en la investigación hidrológica en ambiente sedimentario / aluvial y en la caracterización de secuencias con presencia de lentes de aguas salobres en ambiente costero. El método puede ser también usado en estudios de agregados, caracterización de zona contaminada, aplicaciones mineras y mapeo geológico.

El principio operativo del método TDEM-SEDT consiste en hacer circular cíclicamente, en cortos periodos de tiempo, un campo eléctrico alterno alrededor de una bobina transmisora o de un cable largo puesto a tierra (LOTEM). Durante el periodo de conexión se origina un campo magnético primario estable en el subsuelo. Cuando se corta de forma instantánea la corriente que circula por la bobina transmisora (y por tanto cesa el campo magnético primario) el campo EM inducido en el subsuelo causa corrientes parásitas (EMF) que se propagan tanto a través del terreno como en los conductores próximos. Como consecuencia de pérdidas de resistencia calórica estas corrientes disminuyen con el tiempo, provocando un campo magnético secundario decreciente en la superficie.

Como el campo magnético secundario se genera cuando el campo primario está desconectado, puede medirse con relativa facilidad. Cuando en el subsuelo hay cuerpos de conductividad eléctrica elevada, la atenuación de las corrientes parásitas es significativamente menor que en los malos conductores. Por tanto, la medida de la relación de decrecimiento del campo secundario proporciona una forma de detectar la presencia de cuerpos conductores en el subsuelo y estimar su conductividad.



Equipo de TRX. Transmisor TEM 57-2K & Receptor Protem (Rx) de Geonics

El dispositivo de medida común consiste en situar la bobina receptora en el centro de la bobina emisora (generalmente cuadrada), e incluso utilizar la misma bobina para las dos funciones. En esta configuración, la medida del campo decreciente en el centro de la bobina es equivalente a la medida de la resistividad en función de la profundidad (análoga al método de SEV en corriente continua).

La profundidad de investigación es función del retardo (delay time) del campo decreciente y es independiente de la separación entre las bobinas emisora y receptora. Al aumentar el tiempo, la intensidad de corriente se propaga a mayores profundidades. El método es rápido (pocos minutos de medida por cada sondeo) y permite alcanzar, en función de las dimensiones/geometría de las bobinas (bucles) usados y de la potencia del transmisor, desde pocas decenas de metros (NanoTEM para estudios de alta resolución) a algunos km de profundidad (LoTEM donde se utiliza un gran dipolo transmisor y un generador de alta potencia).

El proceso medición se repite varias veces, almacenando rápidamente las medidas con un proceso sumatorio (stacking), que destaca los voltajes creados y tiende a anular el ruido de fondo de la zona. Aumentando el período de la señal del emisor y/o el tiempo de medida, las corrientes inducidas alcanzan terrenos más profundos, y proporcionan así una información sobre mayores profundidades. El método TDEM puede ser utilizado con diferentes configuraciones. Las configuraciones más comunes son con bucles del emisor y del receptor en modo central (bucles cuyo centro es el mismo), en modo coincidente (mismo bucle) y en modo "offset" (bucles cuyo centro no es el mismo), igualmente se puede utilizar como transmisor un cable largo puesto a tierra.

Los valores de un sondeo TDEM se representan en forma de curvas de variación de la resistividad aparente en función del tiempo, y su interpretación se lleva a cabo de forma análoga a los de los SEV's. Pseudos secciones de conductividad y secciones 2D de resistividad pueden ser compiladas para la caracterización y definición geométrica de la secuencia electro estratigráfica.

Las principales ventajas del TDEM son:

- una gran sensibilidad a los terrenos conductores,
- un excelente poder de resolución vertical (elemento importante en ambiente geológico con variaciones de resistividad verticales como las estratificaciones en ambiente sedimentario/aluvial),
- una buena detección de las anomalías de baja resistividad en un terreno conductor, y,
- una ejecución práctica debida a la ausencia de contacto con el suelo y, por lo tanto, rápida en un terreno despejado.

Las aplicaciones del método TDEM es función de las características del instrumento y pueden variar desde aplicaciones superficiales (NanoTem) a profundas (Long Offset Transient Domain).

NANO TEM (hasta 50m de profundidad)

- Estudios ambientales
- Geotecnia – Ingeniería civil
- Near Surface Geophysics

TDEM (aplicaciones comunes hasta un 1000 m de profundidad)

- Investigaciones geológicas
- Hidrología
- Exploración minera
- Exploración geotérmica

LO TEM (aplicaciones profundas hasta 5-10 km de profundidad)

- Exploración geológica
- Exploración geotérmica profunda (cámaras magmáticas, zonas de subducción,...)
- Exploración petrolera profunda en áreas complejas en tierra y off shore.

El método TDEM tiene varias ventajas sobre los métodos EM en el dominio de frecuencias y sobre los métodos eléctricos galvánicos. Entre estas podemos destacar:

Respecto al FDEM

- Usar más frecuencias (respecto al FDEM) y por lo tanto proveer mayor resolución vertical.
- Capacidad de un mayor poder de penetración.
- Mayor resolución en definición de estructuras estratificadas. El efecto negativo con respecto a los métodos FDEM es la menor resolución lateral.

Respecto a los métodos Magneto telúricos

- La fuente controlada de la señal y la buena relación señal/ruido (conjuntamente a los métodos de “stacking”) del TDEM permiten la investigación en áreas ruidosas en termino de espectro EM.
- El método TDEM es seguramente mas indicado en ambientes sedimentarios y aluviales con estratificación sub horizontal. Los métodos MT (CSMT/AMT/CSAMT) son mas sensibles a variaciones laterales de cuerpos sub verticales.
- El método TDEM es mas sensibles a caracterizar variaciones de resistividad reducidas (típica de las secuencias en ambientes aluviales).

Respecto a los métodos eléctricos (corriente continua)

- La disminución de las influencias laterales y la relativa insensibilidad al ruido geológico.
- No necesita contactos electródicos y la posibilidad de sondear a través de recubrimientos resistivos (donde no penetraría corriente usada por los métodos eléctricos).
- Mayores profundidades de investigación con relativo menor esfuerzos logístico.
- Mayor rapidez y productividad en la adquisición.

La utilización de los sondeos TDEM es ya común en hidrogeología, de hecho esta técnica está reemplazando rápidamente los SEV.

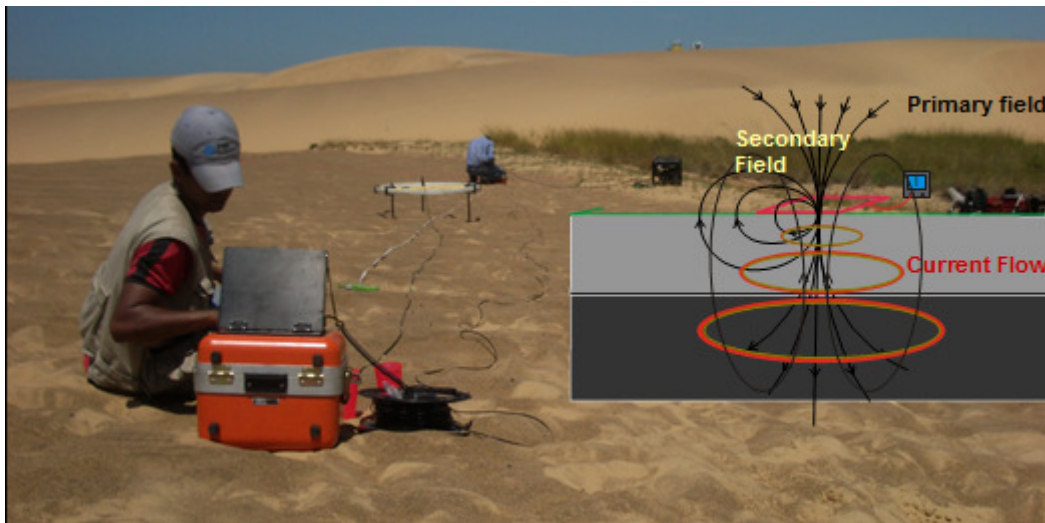
La importancia del método es complementar a los SEV. Los datos de ambos métodos pueden ser combinados e integrados perfectamente.

### Equipo Disponible en TRX

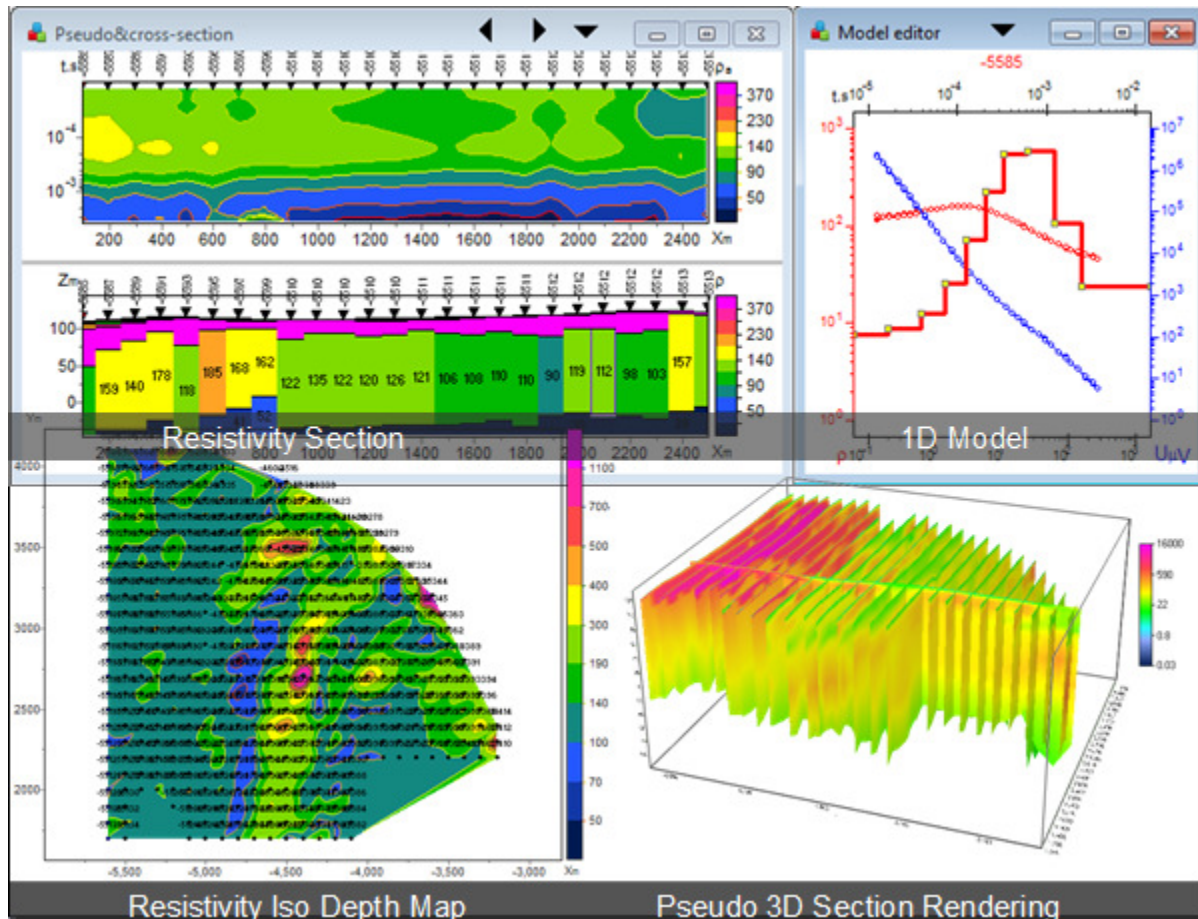
- TDEM. equipo marca **GEONICS** modelo **PROTEM-TEM57 MK2**.

### Software

- IX1D TDEM, ZondTEM, EMIGMA-7.8



TDEM Adquisición Datos



TDEM Procesamiento Datos