

Sesión Especial

ESTUDIOS DE INDUCCIÓN ELECTROMAGNÉTICA EN LATINOAMÉRICA

Organizadores:

Claudia Arango Galván
José Manuel Romo Jones

SE08-1

A COMPARISON OF 2.5D AND 3D ANISOTROPIC CSEM INVERSION PERFORMANCE IN THE ULTRA-DEEPWATER GULF OF MEXICO

Roth Friedrich y Kanhalangsy Cam
Electromagnetic Geoservices, EMGS
 froth@emgs.com

We present an anisotropic inversion study demonstrating the capability of CSEM to image an oil accumulation beneath gas hydrates. The study also illustrates potential interpretation pitfalls when applying 2.5D inversion in a complex geologic setting characterized by 3D structure. 3D inversion on the other hand is shown to properly handle the 3D data effects.

The data analyzed in this study are from a large regional multi-client CSEM survey acquired in 2008 in Alaminos Canyon, covering part of the Perdido fold belt in the ultra-deepwater of the western Gulf of Mexico. The area has a functioning petroleum system confirmed by discoveries made in a number of wells: "Tiger", "Great White" and "Trident". The area is characterized by northeast-southwest trending folds, overlaid by anticline structural closures. A mobile salt canopy represented by autochthonous salt cores and shallow allochthonous salt layers add to the complexity of the geology.

We focus on three adjacent receiver lines in the vicinity of the "Tiger" well. The well encountered intervals of high resistivity in the Oligocene Frio sands due to gas hydrates and in the Eocene Wilcox formation where oil was discovered. Due to the known presence of gas hydrates, the three CSEM lines have been acquired with relatively dense in-line receiver spacing (0.5-1 km) and a high frequency periodic waveform (peak energy at 2.0 Hz). The amount of azimuth data is limited due to receiver number constraints common for 2008 vintage data.

Unconstrained anisotropic 2.5D inversion was run for each of the three receiver lines, which is a fast way to get a first impression of the subsurface resistivity distribution. The resulting resistivity sections confirm the Eocene Wilcox discovery beneath the gas hydrates, but also indicate resistive anomalies at the flanks of the anticline closure. Since there is potential for stratigraphic pinch-outs, these flank resistors were further analyzed to better understand their origin. A 3D "impact" modeling study was conducted to evaluate to which extent the 2D Earth assumption inherent in the 2.5D inversion is satisfied. This modeling study consisted of comparing synthetic data obtained by 2.5D and 3D modeling of a representative anticline structural model. The modeling showed that significant 3D effects can be expected from the anticline structure. Next, 2.5D inversion was performed on synthetic data obtained from 3D modeling of the structural model which included the gas hydrates and the hydrocarbon zone at the crest of the anticline. Interestingly, the 2.5D inversion resulted in flank resistors similar to the ones observed in the 2.5D inversion of the real data. Hence it is likely that these resistors are mostly 2.5D inversion artifacts. When running unconstrained anisotropic 3D inversion using in-line and azimuth data from all three receiver lines, the flank resistors are much less apparent, whereas the high resistivity due to gas hydrates and the oil discovery was reconstructed in accordance with the well data. The 3D inversion further indicates that the "Tiger" discovery extends to the north of the well. These examples illustrate the benefit of 3D acquisition and inversion over 2D approaches.

SE08-2

COMPARACIÓN DE INVERSIÓN TIPO OCCAM Y GAUSS-NEWTON EN 2D, UTILIZANDO DOS TIPOS DE FUNCIONES DE RESPUESTA MAGNETOTELÚRICA

Salas Ariza Jessica Jazmin y Romo Jones José Manuel
División de Ciencias de la Tierra, CICESE
 jsalas@cicese.mx, jesgood@hotmail.com

Se realizaron dos perfiles magnetotelúricos que cortan transversalmente a la cuenca Purísima localizada en Baja California Sur, México. El perfil Norte cuenta con 12 sondeos y el Sur con 14, en ambos casos están separados aproximadamente cada 5 Km. Se utilizó una banda de frecuencias entre 0.001 y 100 Hz. Las altas frecuencias para caracterizar las rocas sedimentarias que rellenan la cuenca y las bajas frecuencias para obtener información de la conductividad de la corteza.

Para construir modelos geoelectrónicos en 2D se utilizan las funciones de respuesta tradicionales TE-TM así como también las funciones de respuesta serie paralelo (SE-PA), las cuales resultan de una transformación del tensor de impedancia. Los modelos geoelectrónicos se obtuvieron con dos distintos métodos de inversión: Gauss-Newton y tipo Occam. Ambos se basan en una solución regularizada del problema inverso que busca modelos suaves. Para cada perfil se obtuvo un modelo somero (0-10 km) y uno profundo (0-50 km). En este trabajo se compara el desempeño de ambos tipos de inversión con ambos tipos de funciones de respuesta.

Los resultados obtenidos muestran en los perfiles una zona conductora (<10 Ohm-m) en los primeros kilómetros (0-5 km) asociada con la cuenca sedimentaria. En el perfil Norte el conductor se observa a una profundidad que varía de 2 a 3 km y es consistente en todos los modelos. En el perfil Sur este conductor también se observa, sin embargo en la parte central

del perfil parece profundizarse hasta los 5 km. Subyaciendo al conductor se observan resistividades intermedias que varían en cada modelo. Estos resultados muestran que la cuenca Purísima tiene una profundidad entre 2 y 3 km.

Los modelos obtenidos para la corteza presentan mayor variación en la distribución de la conductividad a profundidad en general se presenta resistividades intermedias (8-70 Ohm-m) hacia el oeste y hacia el este se presenta un incremento de la resistividades (>100 Ohm-m).

En los dos tipos de inversión se observa que el parámetro de regularización no es comparable entre las funciones de respuesta (Curva de rugosidad contra desajuste). Por lo que la comparación se realizó en función a la rugosidad de cada modelo.

SE08-3

ESTUDIO CON TDEM EN EL VOLCÁN SIERRA NEGRA PARA LA PROSPECCIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS

Arango Galván Claudia¹, Valencia Romero Anibal
 Ulises², Cifuentes Nava Gerardo³ y Equipo HAWC

¹Departamento de Geomagnetismo y Exploración, Instituto de Geofísica, UNAM

²Facultad de Ingeniería, UNAM

³Instituto de Geofísica, UNAM

claudiar@geofisica.unam.mx

En la cima del Volcán Sierra Negra (Puebla) se encuentra ubicado el Gran Telescopio Milimétrico (GTM) cuya función es la de detectar rayos cósmicos. Esta obra, ha sido permitido el desarrollo de proyectos asociados entre los que se encuentra el HAWC (High Altitude Water Cherenkov) cuyo objetivo es instalar un observatorio de rayos gamma de ultra alta energía para estudiar el Universo en sus manifestaciones más violentas. Para tal efecto es necesario instalar detectores tipo Cherenkov los cuales requieren de grandes volúmenes de agua para poder ser funcionales. Dadas las características de la zona donde serán instalados los detectores y los volúmenes de agua requeridos, resulta más práctico ubicar una fuente de abastecimiento de agua local. Así, el desarrollo de este estudio está enfocado en la caracterización del subsuelo para la ubicación de la fuente de abastecimiento con mayor potencial de explotación. Se realizó un perfil de siete sondeos paralelo a la cañada principal localizada entre los volcanes Sierra Negra y Pico de Orizaba. Los resultados mostraron que efectivamente existe un nivel de baja resistividad que potencialmente podría convertirse en una fuente de agua para los detectores, sin embargo, extraer el recurso a la profundidad a la que se ubica dicho horizonte podría resultar un reto dadas las altitudes a las que se tendría que bombear el agua extraída.

SE08-4

PERFIL MAGNETOTELÚRICO A TRAVÉS DE UNA ZONA DE DEFORMACIÓN ACTIVA EN EL NORTE DE BAJA CALIFORNIA

Cortés Arroyo Olaf Josafat y Romo Jones José Manuel
División de Ciencias de la Tierra, CICESE
 ocortes@cicese.mx

El norte de la Península de Baja California es una zona de deformación activa que evoluciona a través de un sistema de fallas que permiten el movimiento entre los distintos bloques que componen la corteza en esta región. El estudio de las propiedades físicas de la corteza es necesario para comprender la evolución y los mecanismos que producen la deformación activa en la zona. La conductividad eléctrica es una propiedad importante de las rocas de la corteza, porque puede dar información sobre la presencia de fluidos, la permeabilidad y la constitución mineral de las mismas. Para estudiar la distribución de la conductividad eléctrica se realizó un perfil de 42 estaciones magnetotelúricas a través de algunas de las estructuras activas más importantes de la región. Los resultados muestran un cuerpo conductor (~10 Ohm-m) a 20 km de profundidad por debajo de la Sierra Juárez, con extensiones del mismo cuerpo que emergen hacia profundidades más someras, y que puede ser interpretado como rocas prebatolíticas con la posible presencia de fluidos y minerales conductores, como la serpentinita. En la zona de Laguna Salada el modelo de resistividad concuerda con un modelo estructural de medio graben, relleno de sedimentos que presentan resistividades bajas (~1 m) y una zona conductora (~1 m) más profunda en el centro de la cuenca, posiblemente asociada con un basamento metamórfico. En el borde oriental de la cuenca se observa una zona conductora casi horizontal asociada a la falla de bajo ángulo Cañada David. Para el valle de Mexicali, en la zona de la cuenca Cerro Prieto, nuestro modelo indica que la profundidad de la zona conductora (menor a 10 m) asociada a la cuenca sedimentaria aumenta hacia el este.

SE08-5

ESTUDIO MAGNETOTELÚRICO EN EL NEVADO DE RUIZ, COLOMBIA: ESQUISTOS GRAFITOSOS VS. CONDUCTOR HIDROTHERMAL

Arzate Flores Jorge Arturo¹, Almager Joselyn¹ y Méndez Ricardo²¹Centro de Geociencias, UNAM²Departamento de Vulcanología, INGEOMINAS, Colombia
arzatej@geociencias.unam.mx

Se llevó a cabo un levantamiento Magnetotelúrico de banda ancha (BMT) en el Nevado de Ruiz que comprendió la medición de 100 sondeos en un rango de frecuencia entre los 1000 y 0.001 Hz aproximadamente, enfocado al estudio del contexto geológico-estructural del sistema hidrotermal-magmático, en una zona con potencial geotérmico en el flanco noroccidental del volcán. En la zona existe información diversa que sugiere un alto potencial hidrotermal, como la persistente actividad volcánica presente, alteración hidrotermal de alta temperatura observada en xenolitos (CHEC, 1983), anomalía térmica reflejada en un gradiente anómalo (alrededor de 130 °C/km), una área de descarga con la mayor concentración de fuentes termales del entorno del volcán, y la zonación hidrotermal vertical identificada en el pozo Nereidas (Monsalve et al., 1997) entre otros. Sin embargo la estratigrafía de este pozo experimental, que alcanza los 1650 m de profundidad, indica la existencia de una unidad basal de esquistos grafitosos del Complejo Cajamarca que subyace a la zona más importante de alteración termal en el sitio. La presencia de esta unidad eléctricamente conductora, y que de acuerdo a la cartografía geológica se extiende de manera amplia en la zona de estudio, induce ambigüedad en la interpretación de la anomalía hidrotermal e impone criterios específicos para definir las zonas más propicias para la perforación de pozos potencialmente productores de fluidos hidrotermales.

SE08-6

ESTUDIO DEL LÍMITE ENTRE LOS TERRENOS OAXACA Y JUÁREZ A PARTIR DE DATOS MAGNETOTELÚRICOS

Campos Enriquez Oscar¹, Corbo Camargo Fernando²,
Arzate Flores Jorge Arturo³ y Arango Galván Claudia¹¹Instituto de Geofísica, UNAM²Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM³Centro de Geociencias, UNAM

ocampos@tonatiuh.igeofcu.unam.mx

Se llevó al cabo un estudio magnetotelúrico consistente en 30 sondeos de espectro amplio en las inmediaciones de los denominados Valles Centrales, al norte y sur de la ciudad de Oaxaca (Oaxaca, México), con la finalidad de conocer la estructura que limita los terrenos Oaxaca y Juárez en la zona. Así también, se estudió la continuidad del rasgo estructural más importante del área, la falla Oaxaca, cuya dirección predominantemente es NS. Dicha información fue corroborada a partir del análisis dimensional y direccional de los datos magnetotelúricos, que sugirieron una complejidad estructural predominantemente bidimensional con distorsión galvánica con una alineación preferencial de la estructura geoelectrica NS. Otro hallazgo importante es el hecho de que al sur de la ciudad de Oaxaca, el límite de los terrenos mencionados queda controlado hacia el este por la falla Donají, y no por la falla Oaxaca, que continua hacia el sur.

SE08-7

CÁLCULO DE LA ORIENTACIÓN DE OBJETOS ALARGADOS UTILIZANDO DATOS DE GEORADAR

Vilella y Mendoza Almendra y Romo Jones José Manuel

División de Ciencias de la Tierra, CICESE

avilella@cicese.mx

Cuando una onda polarizada en cierta dirección incide sobre un objetivo, la onda esparcida puede tener contribuciones de polarizaciones en otras direcciones. Las propiedades del objetivo puede ser completamente descritas por una matriz de dispersión S de 2×2 . En el caso de georadar podemos medir las componentes de la matriz de dispersión tomando los datos con cuatro configuraciones de antenas distintas.

La orientación de objetos alargados puede estimarse rotando la matriz de dispersión hasta encontrar el ángulo que minimiza la anti-diagonal. En este trabajo presentamos resultados de esta estimación utilizando datos sintéticos producidos por un modelo numérico que simula una placa delgada con distintas orientaciones, además se presentan resultados con datos reales obtenidos sobre un acueducto subterráneo.

SE08-8 CARTEL

SONDEOS ELÉCTRICOS VERTICALES (SEV) Y AUDIOMAGNETOTELÚRICOS DE FUENTE CONTROLADA (CSAMT) EN LA EXPLORACIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA EN ZONAS ÁRIDAS, VILLA HIDALGO, S.L.P., MÉXICO

Figuera Martínez Mariana, Ramos Leal José Alfredo y López Loera Héctor

División de Geociencias Aplicadas, IPICYT

mariana.fmtz@gmail.com

El valle de Villa Hidalgo se localiza 35 km al Noroeste de la ciudad de San Luis Potosí, y es una zona que carece de información tanto hidrogeológica como geofísica del subsuelo, por lo que se realizó este estudio con el objetivo de determinar las estructuras presentes en el subsuelo partiendo de las propiedades físicas y de ahí determinar sus posibilidades acuíferas.

Se realizaron 16 sondeos eléctricos verticales (SEV) y 12 sondeos audiomagnetotelúricos de fuente controlada (CSAMT) empleando un equipo SYSCAL R2 (con un arreglo Schlumberger) y un Stratagem Geometrics (de 3 bandas que van de 10Hz a 92KHz), para poder determinar la resistividad de las estructuras presentes en el subsuelo. Los CSAMT fueron corregidos por corrimiento estático, así como por inducción electromagnética. Se calibraron los sondeos en un pozo el cual se conocía su columna geológica.

Con dichos sondeos se elaboraron cinco secciones dentro del valle; dos de ellas dirección S - N y tres más en dirección W - E, donde se determinaron seis paquetes geoelectricos empleando los SEV y CSAMT, haciendo una correlación entre los dos tipos de sondeos, para después realizar una interpretación geológica, apoyada en geología superficial.

Con base en los métodos geofísicos empleados y conociendo las propiedades físicas de las rocas se realizó un mapa de unidades hidrogeológicas favorables.

Con dicho estudio se pudo determinar que las rocas más favorables para contener humedad son aquellas que presentan resistividades bajas (entre 20 y 200 $\Omega \cdot m$) en este caso asociadas a rocas calizas fracturadas y conglomerados; siendo las primeras las de mayor potencial debido a que los espesores son mayores y tienen una mayor distribución dentro del valle.

Se delimitó un acuífero a una profundidad de 300 metros en la zona sur del valle, 350 en la parte central y 100 al norte del valle, los espesores varían de 200 hasta 500 metros (del centro hacia el norte del valle).

Los CSAMT ayudaron a una mejor interpretación de los SEV, ya que se pudo interpretar a mayores profundidades y optimizar recursos, ya que en algunas zonas se puede realizar sólo uno de los métodos.

SE08-9 CARTEL

DELIMITACIÓN DE ESTRUCTURAS PROFUNDAS EN EL SUR DE LA CUENCA DE MÉXICO CON DATOS MAGNETOTELÚRICOS Y GRAVIMÉTRICOS

Valencia Romero Anibal Ulises¹ y Pita de la Paz Carlos²¹Facultad de Ingeniería, UNAM²Geotem Ingeniería, S.A. de C.V.

uliboo@hotmai.com

Se llevó al cabo un estudio para determinar la presencia de estructuras geológicas profundas en el sur de la Cuenca de México, el cual consistió en 8 sondeos magnetotelúricos y 91 estaciones gravimétricas. Los datos se correlacionaron con el corte litológico Tulyehualco-1, realizado por PEMEX en 1986. El modelo geoelectrico obtenido a partir de los datos magnetotelúricos muestran una capa de baja resistividad de alrededor de 2000 m de espesor, correlacionable con la intercalación de materiales volcánicos y lacustres que se encontraron en dicho corte; por debajo de los 2000 m los datos muestran mayor complejidad estructural encontrándose evidencia de un alineamiento norte-sur de dimensiones considerables, que podría asociarse con la falla Mixhuca. A partir de los datos gravimétricos pudo obtenerse un modelo el cual confirma la información obtenida de la prospección magnetotelúrica.

SE08-10 CARTEL

MODELADO 1D DE MÉTODOS ELECTROMAGNÉTICOS DE FUENTE CONTROLADA USANDO UN DIPOLO ELÉCTRICO HORIZONTAL COMO FUENTE

Cámara Beauregard Gelder Éneo, Méndez Delgado Sóstenes, Chapa Guerrero José Rosbel y Garza Rocha Daniel

Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL

gelder_camara@hotmail.com

En los últimos años se ha desarrollado la tecnología de los métodos electromagnéticos de fuente controlada (CSEM, por sus siglas en inglés) para su aplicación en la exploración de hidrocarburos en el mar en zonas de aguas profundas. La finalidad de la aplicación de esta tecnología es reducir el riesgo

de exploración al complementar la información sísmica. La medición de la resistividad de las formaciones y su correcta interpretación e integración con la información geológica-geofísica existente en el área de estudio, permitiría predecir el tipo de fluido que satura la roca antes de perforar, reduciendo sustancialmente los riesgos de perforar pozos improductivos de hidrocarburos.

En la actualidad, se utilizan básicamente dos técnicas en la exploración de hidrocarburos con CSEM en ambiente marino: a) dipolo eléctrico horizontal y b) dipolo eléctrico vertical. Durante una exploración con CSEM usando un dipolo eléctrico horizontal, una fuente es remolcada a una distancia de 20 a 40 metros por encima de los receptores EM colocados en el fondo marino, desplegados a lo largo del área de estudio. La fuente genera corrientes eléctricas que se propagan en el agua y el subsuelo. La presencia de sedimentos rellenos de hidrocarburos provoca que el campo electromagnético sea esparcido, y parte del campo disperso, se propague de nuevo al fondo del mar, donde los receptores equipados con sensores eléctricos y magnéticos registran las señales.

En este trabajo se mostrarán los resultados de modelar estructuras unidimensionales utilizando el software OCCAM1DCSEM de Scripps Institution of Oceanography de la Universidad de San Diego, California. Los modelos incluyen una capa conductora simulando el agua de mar y una capa resistiva inmersa en un semi-espacio. En las pruebas se varían el espesor y la resistividad de la capa menos conductora.