

Sesión Regular

# **Exploración geofísica**

Organizadores:

Marco A. Pérez Flores

Claudia Arango Galván

EG-1

## TOMOGRAFÍA DE RESISTIVIDAD ELÉCTRICA PARA DETECCIÓN DE ZONAS ESTABLES EN EL CAMPUS IXTACZOQUITLÁN DE LA UNIVERSIDAD VERACRUZANA

Montiel Álvarez Aideliz Marimar<sup>1</sup>, Cifuentes Nava Gerardo<sup>2</sup>,  
Hernández Quintero Juan Esteban<sup>2</sup> y García Serrano Alejandro<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM

<sup>2</sup>Instituto de Geofísica, UNAM

<sup>3</sup>Facultad de Ingeniería, UNAM  
amma.4gby@gmail.com

El Instituto de Geofísica en colaboración con la Facultad de Ingeniería de la UNAM, a petición de las autoridades de la Universidad Veracruzana (UV), realizó un estudio en el terreno del Campus Ixtaczoquitlán mediante métodos geofísicos de exploración somera, con el objetivo de determinar los patrones del flujo de agua y la distribución de materiales geológicos para evaluar si es factible, o no, seguir construyendo en este lugar. El campus de la UV cuenta actualmente con tres edificios construidos sobre un terreno principalmente constituido de arcillas sobre yaciendo a una formación de caliza. Debido a que es una zona de alta precipitación y al comportamiento de las arcillas ante la presencia de agua, se han dado problemas estructurales en los tres edificios tales como fracturamiento, subsidencia y filtración. Se presenta el estudio de Tomografía de Resistividad Eléctrica 2D y 3D donde se llevó a cabo el levantamiento de 14 líneas paralelas separadas a 40 metros entre ellas, utilizando los arreglos Wenner - Schlumberger y Equatorial con separación eléctrica de 10 metros teniendo longitudes desde 110 hasta 470 metros, según lo permitieran los límites del terreno. Los resultados muestran la presencia de dos unidades geoelectricas, la superficial con resistividades bajas que atribuimos a las arcillas y debajo de ésta, otra capa con resistividades más altas atribuida a la Formación Orizaba que está constituida por calizas; se detectó en ambas capas zonas de resistividades más bajas en un rango tal que puede atribuirse a una concentración de agua así como una pequeña zona en la que la formación de calizas aflora.

EG-2

## EL USO DE LA TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA TRIDIMENSIONAL (TRE-3D) Y RADAR DE PENETRACIÓN TERRESTRE (GPR) EN LA EVALUACIÓN DEL SUBSUELO COMO APOYO EN LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES URBANAS

Hernández Quintero Juan Esteban<sup>1</sup>, Chávez Segura Rene Efraín<sup>1</sup> y Cifuentes Nava Gerardo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Geofísica, UNAM

<sup>2</sup>Instituto de Geofísica, UNAM, Campus Morelia  
estebanh@geofisica.unam.mx

Se presenta en este trabajo el ejemplo de un estudio Geofísico de Resistividad Eléctrica Tridimensional (TRE-3D) que el grupo de Exploración Geofísica ha concebido y probado desde hace algunos años; con el fin de avalar los resultados del estudio de geotecnia realizados en una área cercana al Bosque de Chapultepec; específicamente para la construcción de una estación de servicio. El efecto de oquedades y túneles asociados a minas antiguas y a la erosión por efecto del agua potable o de drenajes que se originan en tuberías subterráneas rotas, no permitía dar un panorama certero del subsuelo. Esto generó cierta incertidumbre en el diseño de la cimentación de esta construcción en particular. Esta metodología se eligió en función de su capacidad de resolución de fracturas, así como penetración en el subsuelo de una zona con estas características geológicas. Tres perfiles entre 20 y 30 metros de longitud, fueron suficientes para mediante la combinación de los cuadrípolos medidos, obtener varios cubos de resistividad. De manera paralela, se realizó un levantamiento de tres perfiles de Geo-Radar sobre los mismos perfiles de TRE, utilizando dos antenas; una de 270 MHz y otra de 70 MHz de frecuencia. Esto con el fin de comparar los resultados de un estudio previo, el cual reportaba profundidades promedio de las cavernas entre los 2.9 y los 11 metros. Aunque se han observado ciertos problemas en los distintos tipos de suelos de la Ciudad de México, el Geo-radar tuvo una respuesta electromagnética adecuada en las zonas someras no saturadas. La combinación adecuada de los métodos de GPR y de TRE-2D y -3D hizo posible la caracterización del subsuelo en el predio estudiado. Mediante las técnicas geofísicas empleadas, fue posible inferir los principales rasgos estructurales a profundidades de entre 6 y 7 metros; que pueden representar un riesgo para la construcción prevista en el área de estudio. Es importante hacer notar, que tanto las zonas que muestran materiales fuertemente saturados (baja resistividad), como los cuerpos altamente resistivos (cavidades) representan un riesgo para cualquier tipo de construcción que se desee edificar en este predio. Es importante tomar las medidas de remediación adecuadas (relleno de cavidades, colocación de una red de drenaje adecuada) para que el subsuelo del predio estudiado pueda soportar la infraestructura que requiere la estación de servicio planeada. Finalmente y para la adecuada comprobación del estudio, se realizaron excavaciones en donde se corroboró la existencia de las cavidades que pueden presentar un riesgo para la construcción del proyecto definitivo en esta área urbana de la ciudad de México.

EG-3

## BÚSQUEDA DE FALLAS UTILIZANDO SÍSMICA, GEORADAR Y RADÓN EN EL TECNOLÓGICO DE MEXICALI, B.C.

González Fernández Antonio<sup>1</sup>, Lázaro Mancilla Octavio<sup>2</sup>, Contreras Corvera Alma Angelina<sup>2</sup>, Stock Joann Miriam<sup>3</sup>, Ramírez Hernández Jorge<sup>2</sup>, Reyes López Jaime Alonso<sup>2</sup>, Carreón Díazconti Concepción<sup>2</sup> y López Dina L.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE, División de Ciencias de la Tierra

<sup>2</sup>Instituto de Ingeniería, UABC

<sup>3</sup>Caltech, Division of Geological and Planetary Sciences

<sup>4</sup>Ohio University, Department of Geological Sciences  
mindundi@cicese.mx

En el Tecnológico de Mexicali, B.C., se tienen reportes de la presencia de grietas en el terreno y daños estructurales que se produjeron como resultado del sismo de magnitud 7.2 del 22 de abril de 2010. También se conocen fallecimientos por cáncer de pulmón, que pudieran estar relacionados con la liberación de radón facilitada por la presencia de fallas. Para intentar localizar estas fallas, se llevaron a cabo un levantamiento de sísmica de reflexión multicanal, uno de georadar de offset común y mediciones de concentración de gas 222Radón sobre una línea al norte del campus que comunica los campos deportivos. Para el levantamiento sísmico se utilizó un sismómetro StrataVisor de Geometrics y un cable de registro terrestre de 24 geófonos. Los geófonos, espaciados 1 m, estaban instalados en placas de acero. Como fuente de energía se utilizó un marro de 3.6 kg, con tres impactos por punto de tiro, en configuración unilateral, con tiros espaciados 2 m y con offset inicial de 2 m. Se registraron 347 tiros. Se grabó 1 s a 2000 muestras por segundo y se obtuvieron reflejos hasta unos 0.3 s de tiempo doble de viaje. En la sección sísmica resultante se observan variaciones laterales, algunas debidas a cambios en la infraestructura superficial, al pasar de terracería a campos de deportes, pero se observan otros cambios laterales que se asocian a la presencia de fallas. Para el levantamiento de georadar se utilizó un radar RAMAC CU11 de Mala Geoscience con antenas transmisora y receptora de 100MHz separadas 1 m. La distancia entre mediciones fue de 0.25 m. Se registraron 2679 trazas sobre la línea de sísmica. La ventana de tiempo fue de 300 ns por cada disparo, con 310 muestras por traza y una frecuencia de muestreo de 1021 MHz, con aplado de 32. Los reflejos se obtuvieron hasta 60 ns de tiempo doble de viaje. Se pudo observar en los datos cambios laterales en las trazas, similares y casi coincidentes con la sísmica de reflexión. Para los datos de 222Radón en suelo se utilizó la técnica de espectrometría alfa del detector electrónico RAD7 de DurrIDGE Company, ya que monitorea de forma continua las concentraciones de 222Radón, convirtiendo la radiación alfa directamente en una señal eléctrica. Las mediciones se realizaron a una profundidad de 60 cm. Cada medición fue realizada en 31 lecturas de 5 minutos con una duración total de 3 horas, incluyendo la purga del RAD7 de 10 minutos y la corrida de tres ciclos de lectura de background, de cinco minutos cada una. La concentración promedio de gas 222Radón a ambos lados de la zona de falla muestra un cambio de un orden de magnitud lo cual nos indica que las mediciones realizadas dan indicio de la presencia de la misma. Adicionalmente se levantaron al sur otras estaciones de gas 222Radón y se obtuvieron valores mayores a 58 pCi/L lo cual indica que puede haber otras fallas o fracturas del terreno en el mismo campus.

EG-4

## CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA DE UN MONTÍCULO ARQUEOLÓGICO POR MEDIO DE MÉTODOS ELÉCTRICOS Y MAGNETOMÉTRICOS EN XALASCO, TLAXCALA.

Sequera Jimenez Francisco Javier<sup>1</sup>, Aguirre Díaz Juan Pablo<sup>1</sup>, García Serrano Alejandro<sup>1</sup>, Esteves Robles Sandra<sup>1</sup> y Argote Espino Denisse<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ingeniería, UNAM

<sup>2</sup>Instituto Nacional de Antropología e Historia, INAH  
frank016\_ccpr@hotmail.com

Este estudio fue realizado con el apoyo del Instituto Nacional de Antropología e Historia en el sitio arqueológico de Xalasco, en el municipio de Atlix, Tlaxcala. La finalidad era caracterizar un montículo y sus inmediaciones a través de levantamientos de prospección eléctrica y magnetométrica que permitan al INAH identificar zonas de interés proporcionadas por los resultados geofísicos del estudio. El sitio de Xalasco fue un asentamiento humano multiétnico durante el periodo Clásico mesoamericano entre el año 200 A.C. y 200 D.C., cuya ubicación geográfica le permitió aprovechar el flujo de materiales provenientes de Teotihuacán hacia el Golfo de México. El montículo caracterizado es una estructura de 60x60 metros con una altura de 4 metros, ubicada en el centro de un terreno en el que se siembra con tractor y arado, lo cual ocasiona que los materiales presentes en la zona sufran de un continuo deterioro y dispersión. El estudio Eléctrico comprendió tres líneas de tomografía eléctrica resistiva 2D y un arreglo de tomografía eléctrica resistiva 3D, colocados encima y alrededor del montículo; aquí el objetivo fue determinar el método de construcción de la estructura arqueológica. En el estudio de Magnetometría se realizó una malla conformada por 30 líneas de aproximadamente 250 metros de longitud y una separación de 10 metros entre líneas, en la parte central de la malla se localizaba el montículo, esto con el fin de obtener la firma de la anomalía magnética del montículo y localizar otras posibles zonas de interés en el sitio.

EG-5

## INVERSIÓN DE MEDICIONES DE SUSCEPTIBILIDAD MAGNÉTICA CON APLICACIÓN EN ARQUEOLOGÍA

Arellano Castro Rocío Fabiola<sup>1</sup>, Gómez Treviño Enrique<sup>1</sup>, Méndez Delgado Sóstenes<sup>2</sup> y Pérez Flores Marco Antonio<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE

<sup>2</sup>Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL  
rarellan@cicese.edu.mx

La interpretación de mediciones de susceptibilidad magnética (SM) que se realizan con equipos que emplean dos bobinas separadas puede presentar importantes retos a la imaginación si se realiza en forma cualitativa. Esto sucede principalmente cuando las anomalías en el subsuelo tienen dimensiones menores que la separación entre bobinas. En tales casos los mapas o imágenes bidimensionales de SM aparente pueden no parecerse a la distribución de la susceptibilidad en el subsuelo. Tanto el modo de dipolos magnéticos verticales (DMV) como el de dipolos magnéticos horizontales (DMH) producen anomalías complicadas de SM aparente que ameritan su interpretación cuantitativa en términos de la distribución de SM del subsuelo. En este trabajo consideramos una distribución superficial que puede variar horizontalmente pero no verticalmente. Las mediciones corresponden al equipo conocido como EM-38, el cual opera con dos separaciones de 0.5 y 1 m. El problema directo se plantea como una convolución bidimensional entre la sensibilidad espacial del instrumento y la distribución de SM en el subsuelo. Se suponen mediciones sobre una rejilla rectangular tanto de DMV como de DMH. En otra rejilla aparte se define la distribución de SM, la cual se recupera mediante programación cuadrática aplicando criterios de regularización. Se presentan ejemplos con datos sintéticos para validar el proceso de inversión así como aplicaciones a una zona arqueológica en Baja California.

EG-6

## MAPEO DE POLARIZACIÓN INDUCIDA PARA LA CARACTERIZACIÓN DE PROCESOS DE ATENUACIÓN NATURAL EN UN SITIO CONTAMINADO POR URANIO

Bücker Matthias<sup>1</sup>, Flores Orozco Adrián<sup>2</sup> y Williams Kenneth H.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Bonn, Alemania

<sup>2</sup>Viena Universidad de Tecnología, Austria

<sup>3</sup>Lawrence Berkeley National Laboratory, EE. UU.  
buecker.matthias@yahoo.de

Experimentos a escala de campo en el Integrated Field Research Challenge site (IFRC) en Rifle, Colorado (EE. UU.) manejado por el Departamento de Energía de los EE. UU. (DOE) han demostrado la posibilidad de inmovilizar la pluma de uranio en un acuífero somero estimulando microorganismos reductores de hierro por medio de inyecciones de carbono orgánico. Además, mediciones repetidas de polarización inducida (PI) durante los experimentos de inyección de carbono orgánico han revelado anomalías correlacionadas con cambios geoquímicos producidos por la actividad microbiana estimulada, tales como la precipitación de minerales (p.ej. FeS) y la acumulación de iones reactivos electroactivos (Fe(II)). El IFRC está localizado en una llanura de inundación del Río Colorado por lo que el acuífero presenta zonas con depósitos fluviales ricos en materia orgánica, en las que se espera la estimulación natural de los microorganismos. De tal manera que estas 'zonas naturalmente reducidas' (NRZ por sus siglas en inglés) también se caracterizarán por la inmovilización del uranio y la acumulación de biominerales capaces de generar respuestas anómalas en las mediciones de PI. En este trabajo aplicamos mediciones tomográficas de PI para delinear NRZ a escala de la llanura de inundación. Se presentan los resultados de 70 líneas independientes de PI en el dominio del tiempo distribuidas en un área total de aproximadamente 5 ha. La comparación con datos litológicos obtenidos a partir de pozos de exploración así como los resultados de los análisis realizados en muestras de suelo y agua subterránea demuestran la capacidad del método para caracterizar NRZ que son de gran importancia para predecir (modelar) el transporte y la atenuación de uranio.

EG-7

## FUENTES ENFOCADAS EN LA POLARIZACIÓN INDUCIDA Y RESISTIVIDAD ELÉCTRICA APLICADAS EN LA LOCALIZACIÓN DE ACUMULACIÓN DE METALES, EN UNA PARCELA DE CULTIVO EN EL VALLE DEL MEZQUITAL

López Aide y Tejero Andrade Andrés  
Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM  
aideelg@gmail.com

Los datos obtenidos mediante resistividad y polarización inducida (PI) en los levantamientos geoelectrónicos dependen de las características intrínsecas del medio y también son afectados por las fuentes de ruido como son los acoplamientos electromagnéticos (EM), telúricos y contaminación de canales. Hasta ahora se han propuesto diferentes maneras de disminuir el ruido en las lecturas y mejorar la interpretación, desde modelos matemáticos de ruido basados en datos de campo, ajustes en la forma de onda de la corriente en modelos de inversión, cambios sobre los arreglos electrónicos en campo, cambios de materiales en los electrodos

así como también el uso de dos fuentes enfocadas. En el uso de dos fuentes enfocadas se ha logrado disminuir el ruido telúrico, el acoplamiento EM y la contaminación de canales considerando solamente en la segunda diferencia de potencial la disminución de este ruido, dejándose sin resolver la disminución del ruido en la primera diferencia de potencial, la cual funge como normalización. Se proponen dos nuevos parámetros tanto resistivos como de PI, basados en las segundas diferencias con el empleo de dos fuentes enfocadas por simultaneidad. La corriente se enfoca verticalmente al punto de atribución asignado. Con lo anterior se realizó un programa de modelación con dos semiespacios separados por una frontera vertical, el cual arrojó pseudosecciones de resistividad y cargabilidad enfocadas aparentes que delimitan muy bien la frontera sin necesidad de invertir. La metodología propuesta se evaluó en un sitio agrícola regado con agua residual en el municipio de Tlahuelilpan estado de Hidalgo, México, con los cuales se interpretaron anomalías y se obtuvieron muestras de suelo para su posterior análisis de contenido de metales, humedad y textura con los cuales fueron correlacionadas. A manera de comparación, se obtuvieron las secciones invertidas tradicionalmente con los datos de fuentes independientes. Las pseudosecciones de los nuevos parámetros enfocados presentaron mejor definición de fronteras horizontales (localización y profundidad del tepetate), así como la localización de zonas con metales (6 de 8 metales), con respuestas típicas de la industria minera: bajas resistividades y altas cargabilidades.

EG-8

## INVERSIÓN CONJUNTA DE VARIOS SONDEOS ELECTROMAGNÉTICOS TRANSITORIOS A UN SEMIESPACIO ESTRATIFICADO CON POLARIZACIÓN INDUCIDA

Bonilla Gutiérrez Yohana y Flores Luna Carlos

CICESE

ybonilla@cicese.edu.mx

Una de las configuraciones más simples para hacer un sondeo electromagnético transitorio (TDEM) es ubicando la bobina receptora en el centro de la espira transmisora. Sin embargo, también se pueden realizar varios sondeos situando el receptor en diferentes puntos no-centrales, dentro y/o fuera de la espira. Lo anterior tiene como objetivo tener un mapeo más detallado de la estructura eléctrica del subsuelo y además, tener más datos para constreñir mejor los modelos calculados. En este trabajo se presentan la implementación y resultados de la inversión conjunta de sondeos TDEM a medios homogéneos o estratificados, donde la resistividad de cada medio es dispersiva, es decir, cuando los datos están afectados por Polarización Inducida. Para definir la dependencia de la resistividad con la frecuencia se usa el modelo Cole-Cole. El término inversión conjunta se refiere a varios sondeos realizados con una sola espira transmisora fija o a sondeos realizados en un mismo punto con varias espiras transmisoras. Se muestran resultados de inversiones conjuntas de datos de sondeos TDEM levantados sobre el yacimiento de pórfido de cobre de El Arco, Baja California. Se usaron 12 espiras rectangulares contiguas de 300m por 150m, midiendo en la mayoría de los casos 7 sondeos por cada espira. Si en esta zona el subsuelo fuera realmente 1D (homogéneo o en capas), la inversión conjunta de datos en cualquiera de las dos modalidades (Transmisor fijo o Receptor fijo) daría el mismo modelo estratificado. Sin embargo, si la distribución de los parámetros eléctricos es 3D, los modelos invertidos en las dos modalidades, mostrarán diferencias. Se muestran resultados que sugieren que la distribución real de los parámetros es 3D.

EG-9

## MODELADO DIRECTO 3D DEL TENSOR GRAVIMÉTRICO EN COMPUTOPARALELO IMPLEMENTADO EN GPU, A TRAVÉS DE CUDA

Colchado Casas Juan Carlos, Nava Flores Mauricio y Huante Arana Francisco Enrique

Facultad de Ingeniería, UNAM

jucacolchado@yahoo.com.mx

El modelado geofísico 3D tiene como fin calcular la respuesta de un campo físico terrestre de interés a partir de un modelo representativo del subsuelo, lo cual puede ser útil en el proceso iterativo de interpretación asistida de datos adquiridos o en la inversión de dichos datos. En este trabajo se presenta un método para realizar el cálculo directo del tensor gravimétrico en uno o varios puntos de observación, partiendo de las expresiones que permiten calcular el potencial gravitacional de cuerpos con distribución de densidades volumétricas arbitrarias. El método propuesto para realizar el modelado 3D de un medio con geometría compleja, se basa en la discretización del medio en prismas elementales, proponiéndose uno o más puntos de observación. Este método requiere un alto costo computacional debido a que el efecto gravitacional de cada uno de los prismas, dado por seis diferentes componentes del tensor gravimétrico, debe ser calculado en todos y cada uno de los puntos de observación, lo cual resulta en un elevado número de operaciones y tiempo de ejecución al implementarse en forma secuencial. Para superar esta gran limitación, se propone el uso de librerías de programación en paralelo, específicamente el uso de procesadores gráficos (GPU) por la gran cantidad de núcleos disponibles, a través de programas en memoria gráfica (CUDA). El método de cómputo paralelo propuesto fue comparado con

respecto a su ejecución secuencial con resultados favorables, lo cual conlleva a la recomendación del uso de cómputo de alto rendimiento en problemas con altos costes computacionales.

EG-10

### INVERSIÓN DEL TENSOR GRAVIMÉTRICO POR RECRISTALIZACIÓN SIMULADA

Nava Flores Mauricio<sup>1</sup>, Ortiz Alemán José Carlos<sup>2</sup>, Colchado Casas Juan Carlos<sup>1</sup> y Huante Arana Francisco Enrique<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM

<sup>2</sup>Instituto Mexicano del Petróleo, IMP  
mauricio.nava@gmail.com

Se presenta un algoritmo de inversión 3D simultánea de las componentes independientes del tensor de gradiometría gravimétrica por un método heurístico tipo recristalización simulada, optimizado a través de paralelización parcial, aceleración del cálculo directo y aumento de la eficiencia del criterio de Metrópolis en cada reducción de temperatura. El algoritmo diseñado se aplica a modelos de distribución de densidades 3D sin límite de complejidad, discretizados a través de ensambles de múltiples prismas regulares. Fue comparado con un algoritmo similar aplicado únicamente a la componente vertical de la gravedad, en modelos sintéticos con el fin de cuantificar su rendimiento, analizar sus limitaciones y diseñar su implementación con restricciones, obteniéndose resultados satisfactorios. Finalmente se aplicó el algoritmo de inversión diseñado a datos correspondientes al domo salino Vinton ubicado en Louisiana, E. U. A. Los resultados son coherentes con otros estudios recientes y demuestran la efectividad del algoritmo de inversión propuesto.

EG-11

### GRAVIMETRÍA EN LA REGIÓN DE MILPA ALTA, DISTRITO FEDERAL PARA DELIMITAR UNA FALLA ACTIVA W-E

Rubi Eric<sup>1,2</sup>, Salazar Peña Leobardo<sup>3</sup>, Lozada Antonio<sup>3</sup> y Barrios Adriana<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Instituto Politécnico Nacional

<sup>2</sup>Servicio Geológico Mexicano

<sup>3</sup>Instituto Politécnico Nacional, IPN  
eralpha\_89@hotmail.com

Con la instalación y ampliación de las redes sismológicas en el área de la Cuenca de México, es posible registrar la actividad sísmica dentro y en torno del Distrito Federal. Los sismos presentados en la Cuenca de México se cuantifican en magnitudes de 2.0 a 3.5, con profundidades variables que van de 2 a 15 km. Sus mecanismos focales son de variada solución. Una zona particular que ha manifestado actividad sísmica local es la zona de Milpa Alta, ubicada al Sur de la Cuenca de México. Desde el año 2000 se han presentado eventos sísmicos de magnitud que oscilan entre 2.5 y 3.5 con profundidades entre 5.0 y 6.5 km. Para estos sismos se dispone con la información de las coordenadas del epicentro, la profundidad, la magnitud y el mecanismo focal de cinco eventos principales. Estos parámetros se retomaron y graficaron para analizar su distribución y basados con su mecanismo focal, se planeó un perfilado gravimétrico para delimitar la falla existente en la zona. El punto de partida para planear los perfiles gravimétricos fue el análisis de la solución del mecanismo focal dominante en los cinco eventos de Milpa Alta. La falla en la zona predomina con un rumbo W-E y es de carácter normal con componente lateral izquierdo. Basándose en esto, se planearon dos perfiles gravimétricos con dirección predominante N-S, uno ubicado en la parte Oeste y el otro ubicado en la parte Este de la zona de sismicidad. Los perfiles gravimétricos se obtuvieron con un gravímetro con resolución en microgales y estaciones espaciadas entre 1 y 2 km. Los perfiles tuvieron cada uno una longitud aproximada de 18 km y cortaron la prolongación del plano de falla al Oeste y al Este. Los datos se redujeron para obtener la anomalía de Bouguer. En la modelación de los datos gravimétricos para obtener un modelo interior, se utilizó el mecanismo focal de la falla para proponer un modelo inicial. Se dedujo la existencia de una falla normal local y profunda de no muy grandes proporciones en su longitud de falla para pensar en un sismo futuro de mayor magnitud. Debido a la existencia de un volcán cercano en la zona, se deberá continuar monitoreando para registrar indicios de actividad volcánica, si pudiera existir en algún momento. Para tal efecto, y alternando la adquisición gravimétrica, se inició con el registro sísmico en la zona empleando una estación temporal.

EG-12

### ESTUDIO GRAVIMÉTRICO DEL VADO DEL RÍO EN HERMOSILLO, SONORA, PARA EVALUAR RIESGOS GEOLÓGICOS

Miranda Ramos José Fernando y Martínez Retama Silvia

Universidad de Sonora, UNISON

ing.fernando\_miranda@hotmail.com

El objetivo de este estudio es evaluar el riesgo geológico a lo largo del Vado del Río, en Hermosillo, Sonora, ocasionado por la posible existencia de fallas geológicas y cavidades subterráneas, atribuidas a procesos cársticos que se han desarrollado. El área de estudio está situada sobre una planicie de sedimentos de aluvión del Cuaternario, conformada principalmente por gravas, arenas, limos y arcillas. En la

parte este del área, afloran calizas recristalizadas y mármoles masivos, donde se ha ubicado la entrada a la mayor manifestación de los procesos cársticos, la cual es denominada la "Cueva de Santa Martha", ubicada en el "Cerro de la Cementera". El estudio consistió en un levantamiento gravimétrico a lo largo de 7 perfiles separados 630 m aproximadamente, con orientación N-S transversales al Vado del Río. Se registraron 108 estaciones con un espaciamiento de 300 m, cubriendo una superficie de 35 km<sup>2</sup>. Para obtener el modelo de elevación digital, se realizó un levantamiento topográfico, el cual se complementó con el uso de datos vectoriales escala 1:20,000. Para determinar la densidad de los sedimentos, se tomaron muestras de campo mediante la ejecución de sondeos por deriva, elevación, Bouguer, latitud y corrección topográfica. Posteriormente se usó el software WinGlink para obtener mapas de Anomalía de Bouguer, regional y residual. La configuración del residual muestra un comportamiento suave con dos mínimos, uno ubicado en el extremo poniente y el otro en el extremo oriente, que corresponden al Bvd. Quiroga y a la entrada a la presa Abelardo L. Rodríguez respectivamente. También se observan tres máximos correlacionados con afloramientos de calizas con distintos grados de metamorfismo. Los perfiles modelados muestran el comportamiento de una cuenca, la cual interpretamos como el vado del río formado por dos planos de falla que forman al graben del lecho del Río Sonora. Para explorar la posible existencia de cavernas, se realizó un estudio de microgravimetría en un área cercana a la "Cueva de Santa Martha". El área comprende una malla de 300 m<sup>2</sup>, con estaciones espaciadas cada metro. El levantamiento topográfico se realizó con un equipo de estación total Leica TS02, la cual cuenta con una precisión en medición de prismas de 1.5 mm ± 2 ppm. Se presentan los resultados preliminares de este último estudio.

EG-13

### EXPLORACIÓN GRAVIMÉTRICA Y SISMOLÓGICA EN LAS GRUTAS DE XOXAFI, EL PALMAR, SANTIAGO DE ANAYA, HIDALGO.

Lozada Antonio, Salazar Peña Leobardo, Barrios Adriana,

Rodríguez Vega Pablo Barush y González López Martina

Instituto Politécnico Nacional, IPN

antogeofi@hotmail.com

Las Grutas de Xoxafi es un destino geoturístico que se ubicada en el municipio de Santiago de Anaya en el Estado de Hidalgo. Como principal atractivo turístico tenemos recorridos guiados por expertos a lo largo de las grutas, además de otras actividades. El presente trabajo pretende caracterizar las grutas mediante el método gravimétrico de exploración, esto para poder ubicar las oquedades ya conocidas por los guías, y en caso de existir extensiones desconocidas, dar a conocer a la empresa administradora la información sobre la potencial ubicación de los espacios de interés para su aprovechamiento como actividad turística. Para ello se diseñó un levantamiento gravimétrico en forma de rejilla de alta resolución con dimensiones que variaron entre 10 y 12 metros. Además se hizo un levantamiento topográfico y altimétrico de las grutas. Los datos gravimétricos, después de haberlos corregido por deriva del instrumento y altura, fueron comparados con el levantamiento topográfico para determinar las anomalías gravimétricas que se relacionaban con la presencia de oquedades. El método de sísmica de reflexión vertical de onda P fue utilizado para delimitar en profundidad al cuerpo de caliza susceptible a erosionarse por carsticidad. Las observaciones de reflexión se distribuyeron dentro y fuera de la zona de calizas que delimita a las grutas. Además, para interpretar los datos sismológicos se empleó modelado sísmico computacional. El análisis de los datos sísmicos en conjunto resultó que el cuerpo de caliza que contiene a las grutas, suprayace a la formación Tarango de conglomerados y areniscas continentales. En la interpretación de datos gravimétricos una fase fundamental fue el análisis del mapa de anomalías gravimétricas. A partir de este análisis, se caracterizó la imagen gravimétrica de la gruta identificando las cámaras y túneles conocidos y aquellas no descubiertas o recorridas aún. A partir de los resultados sismológicos, las dimensiones de la gruta quedan delimitadas por el cuerpo de caliza aislado, descartando la idea de que la gruta pueda tener extensiones mayores conectando con otros cuerpos de caliza de la región.

EG-14

### AEROMAGNETOMETRÍA DE LA CARTA EL PAPANOTE H12A-13 EN EL NOROESTE DE SONORA, MÉXICO: RELACIONES CON LA GEOLOGÍA REGIONAL Y LOS YACIMIENTOS MINERALES

Martínez Retama Silvia, Pérez-Segura Efrén y Vega-Granillo Ricardo

Universidad de Sonora, UNISON

smartinez@ciencias.uson.mx

El objetivo de este estudio es obtener una caracterización geofísica- geológica de las anomalías magnéticas relacionadas con intrusiones aflorantes o enterradas y su posible relación con yacimientos minerales. Para ello, se procesaron datos aeromagnéticos de campo total de la carta El Papanote. El mapa de reducción al polo y residual muestran dos anomalías principales alargadas, dipolares de gran amplitud, la primera con dirección NE-SW ubicada en la porción NW de

la carta, y la segunda corresponde a un cinturón de estructuras con orientación NW-SE ubicadas al SW de la carta, cerca del extremo oriente del volcán "El Elegante". Las estructuras anteriores no han sido cartografiadas en superficie, sin embargo, las anomalías magnéticas muy definidas, indican su existencia debajo de sedimentos cuaternarios. La geología de la carta sólo se conoce de manera parcial. Las unidades aflorantes, principalmente en la Sierra de Los Tanques, son rocas ígneas y metamórficas del Paleoproterozoico; granitoides del Pérmico-Triásico; rocas volcánicas y volcanosedimentarias del Jurásico y rocas volcánicas terciarias. En la parte Oeste de la carta se manifiesta una anomalía asociada al campo volcánico El Pinacate. Se estima que un 50 % de la carta está cubierta por sedimentos cuaternarios, de donde el interés de la interpretación geofísica. La anomalía magnética profunda orientada NW-SE sigue la misma dirección de la Sierra San Francisco (SSF) ubicada al sur, sobre la carta Los Norteños H12A-2. Esta sierra se compone de rocas metamórficas del Paleoproterozoico y de granitoides del Cretácico superior. En la misma sierra existen además numerosas manifestaciones minerales de tipo Oro Orogénico. La anomalía puede interpretarse de 2 maneras: 1. Como la prolongación hacia el NW de una geoforma compuesta por un ambiente geológico a profundidad parecido al de la SSF, pero buzando al NW o con un grado mayor de erosión en esa dirección, o bien; 2. Como la prolongación de la SSF hacia el NW desplazada por una falla normal orientada N60E, siguiendo burdamente el arroyo Palo Fierro. En cualquiera de las 2 interpretaciones el objetivo de la anomalía magnética evidencia un lógico interés por yacimientos de Oro Orogénico sepultados en la zona de la anomalía.

EG-15

## ESTRUCTURA LITOSFÉRICA EN LA ZONA CENTRAL Y ORIENTAL DE LA ESPAÑOLA

Núñez Escribano Diana y Córdoba Barba Diego  
Universidad Complutense de Madrid, España  
dianane@fis.ucm.es

Durante la última década se han llevado a cabo varias investigaciones geofísicas mar-tierra en el borde NE de la Placa Caribe con el objetivo de estudiar la estructura de la litosfera en esa zona. En 2005 y 2009, en el marco de los proyectos GEOPRICO-DO (2005) CARIBENORTE (2009) se adquirió una extensa base de datos de sísmica de gran ángulo, batimetría y campos potenciales (gravedad y magnetismo) en esa región. Estudios recientes basados en el análisis y la interpretación de datos de ambos proyectos en La Española, han permitido obtener un modelo litosférico para la zona Central y Oriental de dicha isla. Los resultados que aquí se presentan corresponden a la interpretación de datos de tres perfiles sísmicos profundos, dos de ellos con orientación N-S, de 350 y 450 km de longitud, cruzando La Española desde la Plataforma de Las Bahamas hasta el Surco de los Muertos, y otro de 450 km de longitud, en dirección E-W, desde el flanco W del Paso de Mona hasta la frontera entre la República Dominicana y Haití. Los modelos corticales obtenidos revelan diferencias estructurales significativas en la corteza y manto superior entre las zonas N-S y E-W, donde la discontinuidad de Mohorovicic alcanza una profundidad de 28 km en la zona central y 24 km en la zona más oriental. Al sur de la isla, esa discontinuidad es más superficial, con profundidades de 16 a 21 km. En el norte, la Placa de Norteamérica buza con ángulos entre 60 y 90 hacia el S. Mientras que en el sur, la Placa Caribe tiene un buzamiento hacia el N entre 12° y 18°. Este buzamiento se encuentra afectado por la colisión entre la Cresta de Beata, el Surco de los Muertos y la propia isla. El registro, por la red de 340 estaciones sísmicas de corto período desplegadas para el proyecto CARIBENORTE, de varios terremotos ocurridos durante el período de adquisición de datos, así como de tres disparos en tierra de 1000 kg de explosivo, especialmente diseñados para este proyecto y de los disparos de aire comprimido realizados en el mar, en el extremo oriental de la isla por el Buque de Investigación Oceanográfica HESPERIDES, ha permitido obtener detalles sobre la estructura fina de la corteza y manto superior y la determinación de un ángulo de buzamiento para la Placa de Norteamérica, en la parte oriental de la isla, de 17°, donde alcanza profundidades de 120 km.

EG-16

## ANÁLISIS DE DATOS AEROMAGNÉTICOS Y GRAVIMÉTRICOS DEL SECTOR SEPTENTRIONAL DEL ARCO ALISITOS: IMPLICACIONES TECTÓNICAS.

Fragoso Anaid y Espinosa Cardaña Juan Manuel  
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE  
anaid.fi@gmail.com

La región septentrional del arco Alisitos presenta zonas de sutura antigua distantes ~100 km entre sí, que registran eventos de colisión de tipo convergente, Cabalgadura Principal Mártir en el sector oriental y Falla Agua Blanca Vieja en el sector norte. Con el objetivo de dilucidar la interrelación estructural entre estas dos zonas de sutura, se realizó un análisis de datos aeromagnéticos así como el levantamiento de un perfil gravimétrico con una longitud de 84 km entre ambas suturas. A partir del análisis de lineamientos de máximos de Gradiente Horizontal del mapa de anomalía pseudogravimétrica y de las soluciones de la Deconvolución de Euler de perfiles magnéticos y gravimétricos, se infiere una correlación espacial entre la Cabalgadura Principal Mártir y la Falla Agua Blanca Vieja. También, se infiere que la Falla Santo Tomás es un ramal de la Falla Agua Blanca Vieja sugiriendo la extensión de esta sutura hacia el Pacífico. La extrapolación de

ambas suturas y estructuras asociadas conforman una zona de falla regional con dirección noroeste-sureste a lo largo del contacto entre el Arco Alisitos con el cratón de Norteamérica y el arco Santiago Peak. Del modelado bidimensional gravimétrico-magnético y flexural del perfil entre las zonas de sutura, se deduce un régimen tectónico de "piel gruesa", donde la cabalgadura Principal Mártir acomoda deformación suave dúctil-frágil y el levantamiento diferencial debido a la carga que ejerce el borde occidental de la Sierra San Pedro Mártir. La sierra es soportada por una raíz intracortical aparentemente producida por deformación dúctil de la corteza inferior ocasionando que el límite corteza media-superior se flexione sin alterar al Moho. La presencia de la raíz intracortical explicaría la intensa anomalía gravimétrica negativa (~ -110 mGal) que caracteriza al sector oriental del Batolito Peninsular, no obstante su adelgazamiento cortical (~30 km) documentado por funciones receptor (receiver functions) de telesismos registrados en la región.

EG-17

## IMAGEN DE RESISTIVIDAD DEL SISTEMA FALLA SAN ANDRÉS, CERCANO A LA GEOTÉRMICA DE CERRO PRIETO.

Pérez Flores Marco Antonio<sup>1</sup>, Herrera Barrientos Fernando<sup>2</sup>,  
Gómez Treviño Enrique<sup>2</sup> y Romo Jones José Manuel<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE  
<sup>2</sup>CICESE  
mperez@cicese.mx

En 1978 y 1979 el Laboratorio Lawrence de Berkeley en colaboración con la Comisión Federal de Electricidad (CFE), tomó 411 sondeos eléctricos verticales de amplio rango, a lo largo de 20 líneas distribuidas alrededor de la geotérmica de Cerro Prieto. Esta información fue procesada e interpretada con la tecnología de aquellos tiempos. En la actualidad, rescatamos dicha información, la interpretamos usando inversión constreñida en 3D. El modelo 3D de resistividad obtenido muestra una capa delgada y conductora, sobre una capa más resistiva con espesor variable (-600 m) asociado con los depósitos aluviales del Río Colorado. Por debajo de 1000 m, se revelan unos alineamientos claramente relacionados con las fallas Cerro Prieto e Imperial (nombres locales para la Falla San Andrés), las cuales son las principales fallas de Rift del Valle de Mexicali. Ambas fallas se manifiestan como zonas conductoras con forma lineal y angosta a un lado del Rift del Valle de Mexicali, el cual muestra una estructura conductora más compleja. En la actualidad, la falla de San Andrés señala la zona de contacto entre la placa de Norte América y la del Pacífico. En el pasado, ocurrió la subducción de la placa Farallón por debajo de la placa de Norte América. La placa de Farallón se consumió y el efecto de subducción se detuvo (Aragón-Arreola y Martín-Barajas, 2007). Después, ocurrió la separación de la península de Baja California hace 12 Ma, formando un proto-golfo. Este movimiento continúa hasta hoy y su pasado está grabado en forma de líneas de inversión magnética en el piso marino de los diferentes centros de dispersión a lo largo del Golfo, formando cuencas tipo pull-apart. La separación de la Baja California comenzó al Sur. De esta manera, el Centro de Dispersión que está en el Valle de Mexicali vendría a ser, el que está más al norte, el más joven y el que está sobre tierra firme. La geotérmica de Cerro Prieto está asentada sobre este Centro de Dispersión. Dicho Centro está sepultado por varios kilómetros de sedimentos de origen pluvial (Río Colorado), pero también de la erosión de la sierra aledañas (Cucapás, El Mayor, etc). Con una profundidad de hasta 2 km, pudimos observar con los métodos eléctricos, las zonas más conductoras dentro de los sedimentos y se definen perfectamente dos fallas y el Centro de Dispersión. Así como la forma de una cuenca al Sur.

EG-18

## TECTÓNICA EN UN SECTOR DE SW DEL DELTA DEL RIO COLORADO, A PARTIR DE SÍSMICA DE REFLEXIÓN

Vega Saucedo Graciela Anahel y González Escobar Mario  
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE  
gvega@cicese.edu.mx

El procesamiento e interpretación de datos de sísmica de reflexión, apoyados con información geofísica adicional, permitió interpretar la estructura geológica de un sector SW del delta del Río Colorado, hasta ahora poco estudiado. Este estudio cubre una sección de la zona de deformación de la falla transformante Cerro Prieto, que es la frontera activa entre las placas tectónicas del Pacífico y Norteamérica. El presente trabajo fue posible gracias a la información de sísmica de reflexión propiedad de Petróleos Mexicanos. Los objetivos fueron el procesamiento, interpretación e identificación de las principales fallas y de los límites de secuencias estratigráficas. Los resultados muestran una gran densidad de fallas en la zona de falla Cerro Prieto, en donde la mayoría están sepultadas debajo de los sedimentos del delta del Río Colorado en la parte suroeste, debido a que todas las estructuras principales que cortan el delta, se encuentran sepultadas bajo varios km de sedimentos. Una de las principales estructuras observadas y ya conocida es la falla Cerro Prieto. Su interpretación al SE coincide con el trazo ya reportado en la literatura. En la zona de falla Cerro Prieto se identificaron las fallas mayores: Santa Clara 1, 2, y Pangas Viejas todas estas desconocidas hasta ahora y localizadas al oeste de la falla Cerro Prieto. La zona de deformación en el límite de placas tiene un ancho de 23 km entre las fallas Cerro Prieto al este y Pangas Viejas al oeste. La orientación de las fallas contenidas en ésta zona es N-NE. El basamento acústico indica que las cuencas

en el delta del Río Colorado tienen profundidades aproximadamente mayores de 4000 m. La ubicación del depocentro al SE de la zona de estudio denominado cuenca Montague, coincide con trabajos previos y se encuentra delimitado por las fallas Pangas Viejas al oeste y Santa Clara 01 al este. Finalmente, la región estudiada presentó la mayor actividad sísmica (réplicas) y subsidencia co-sísmica y pos-sísmica debida al sismo del 4 de abril de 2010 (Mw 7.2). Antes de éste evento la actividad sísmica era muy escasa y no se sabía de estructuras en la zona. En éste trabajo se demuestra la existencia de al menos seis fallas principales que hasta ahora eran desconocidas y representan un gran interés para el conocimiento del marco estructural de la región

EG-19

## SÍSMICA DE GRAN ÁNGULO EN EL NORESTE DEL VALLE DE MEXICALI, BAJA CALIFORNIA

González Fernández Antonio<sup>1</sup>, Lázaro Mancilla Octavio<sup>2</sup>, Hole John A.<sup>3</sup>, Stock Joann Miriam<sup>4</sup>, Fuis Gary S<sup>5</sup> y Rymer Michael J.<sup>5</sup>  
<sup>1</sup>Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE  
<sup>2</sup>Instituto de Ingeniería, UABC  
<sup>3</sup>Virginia Tech, Department of Geosciences  
<sup>4</sup>Caltech, Division of Geological and Planetary Sciences  
<sup>5</sup>United States Geological Survey  
 mindundi@cicese.mx

En marzo de 2011 se llevó a cabo un estudio de sísmica profunda de gran ángulo en la región del Mar de Salton, Valle Imperial y norte del Valle de Mexicali, el experimento denominado Salton Seismic Imaging Project (SSIP). En este experimento se efectuaron registros de un total de 33329 kg de explosivos en 126 puntos de tiro. Se emplearon 2781 sismógrafos en 4235 puntos de registro. En el presente trabajo se muestran los resultados de la interpretación de la parte sur de la línea sísmica 1, la cual inicia al sur del Mar de Salton, cruza a territorio de México al este de Mexicali, Baja California, y finaliza en San Luis Río Colorado, Sonora. En esta línea se interpretaron los datos obtenidos a partir del registro de 3 puntos de tiro. El propósito de este trabajo es establecer un modelo de la distribución de las velocidades de propagación de ondas P en el noreste del Valle de Mexicali y compararlo con otros modelos existentes, publicados por otros autores, en particular con modelos de la región del Mar de Salton, una línea de sísmica de gran ángulo San Luis Río Colorado-Laguna Salada y con varios modelos 1D de velocidades utilizados para localizaciones epicentrales, en especial con el modelo que utiliza la Red Sísmica del Noroeste de México (RESNOM). Nuestros resultados, obtenidos a partir del modelado directo de los datos sísmicos mediante trazado de rayos y cálculo de sismogramas sintéticos, indican una distribución de velocidades de propagación de ondas P con fuertes gradientes verticales y sin una estructura en capas definidas, evidenciado por los cambios suaves en las pendientes de los primeros arribos en las secciones sísmicas y por la falta de ondas reflejadas, a excepción de ciertas llegadas que pueden corresponder a la transición corteza-manto.

EG-20

## PERFILES SÍSMICOS DE ALTA RESOLUCIÓN, BATIMETRÍA MULTIHAZ Y REGISTROS MAGNÉTICOS EN LA CUENCA DE GUAYMAS, GOLFO DE CALIFORNIA.

Ponce Núñez Francisco<sup>1</sup>, Mortera Gutiérrez Carlos Angel Q.<sup>2</sup>, Bandy William<sup>2</sup> y Figueroa-Albornoz Leonardo<sup>3</sup>  
<sup>1</sup>Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM  
<sup>2</sup>Instituto de Geofísica, UNAM  
<sup>3</sup>KM Mexico  
 fponce@cmarl.unam.mx

La Cuenca de Guaymas es una de las cuencas formadas por el proceso de ruptura que dio origen al Golfo de California 12 Mya y continúa hasta el presente. El espesor de los sedimentos en esta cuenca (> 1 km) cubren la morfología típica de una cordillera mesoocéanica, dejando dos valles axiales como única huella. En 2010, abordo del B/O El Puma, se realizaron levantamientos de ecosondeo multihaz, perfilador acústico del subsuelo y magnetómetro marino de precisión de protón, a lo largo de 18 perfiles que cruzaban los valles axiales. En la carta batimétrica de alta resolución (30 m) y la imagen acústica de retrodispersión del lecho marino obtenidas, se puede observar que la superficie de la región sur de la cuenca es mas rugosa que las regiones central y norte, pero en ésta última se aprecian evidencias de flujos de turbidez y montículos. Los perfiles sísmicos de alta resolución de la porción somera (~100 m) de la cubierta sedimentaria muestran blanqueamientos y puntos billantes, anomalías asociadas a la presencia de gas. Este gas se cree está relacionado con el emplazamiento de intrusivos en sedimento, que es rico en materia orgánica. El mapa de anomalías magnéticas reducidas al polo, muestra una anomalía positiva, que consideramos como axial, que concuerda con el valle axial norte, pero no lo hace con el valle axial sur. Adicionalmente, en la región de traslape de ambos valles, esta anomalía axial se dispersa.

EG-21

## EL PROYECTO TSUJAL: NUEVAS INVESTIGACIONES GEOFÍSICAS SOBRE LA PLACA DE RIVERA Y EL BLOQUE DE JALISCO.

Córdoba Barba Diego<sup>1</sup>, Núñez Cornú Francisco Javier<sup>2</sup>, Dañoibeitia Juanjo<sup>3</sup>, Bartolomé Rafael<sup>1</sup>, Bandy William<sup>4</sup>, Escudero Ayala Christian René<sup>2</sup>, Lago Comeselle Alejandra<sup>3</sup>, Espíndola Castro Juan Manuel<sup>1</sup>, Prada Manel<sup>1</sup>, Núñez Escribano Diana<sup>5</sup>, Zamora Camacho Araceli<sup>6</sup>, Gómez Hernández Adán<sup>2</sup>, Ortiz Modesto<sup>6</sup> y Tsujal Grupo de Trabajo<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Universidad Complutense de Madrid, España  
<sup>2</sup>Centro de Sismología y Vulcanología de Occidente, Universidad de Guadalajara  
<sup>3</sup>Instituto de Ciencias del Mar, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, España  
<sup>4</sup>Instituto de Geofísica, UNAM  
<sup>5</sup>Departamento de Geofísica y Meteorología, Universidad Complutense de Madrid, España  
<sup>6</sup>Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE  
 dcordoba@fis.ucm.es

Durante la primavera y verano de 2014 se ha llevado a cabo la primera campaña geofísica del proyecto titulado "Caracterización del Peligro sísmico y tsunamigénico asociado con la estructura cortical del contacto Placa Rivera-Bloque de Jalisco (TSUJAL)". Este proyecto es el resultado de una amplia colaboración científica entre investigadores de instituciones de México y España y tiene por objetivo principal el estudio de la estructura de la Litosfera en las zonas de convergencia de las placas de Rivera y Norteamérica y del Bloque de Jalisco, así como la identificación de estructuras submarinas que puedan ser fuentes tsunamigénicas. La primera fase del proyecto tuvo lugar en febrero y marzo de 2014. Para ello, se utilizó la infraestructura de sísmica marina del CSIC-UTM, realizándose 5,200 km de sísmica multicanal y fondeando 16 OBS en 32 posiciones de registro en la zona marítima de Jalisco y Nayarit. Además, se adquirieron datos de batimetría (sonda multihaz) y campos potenciales (gravedad y magnetismo). En tierra, se desplegó una red portátil de 100 estaciones sísmicas de corto periodo, en 240 posiciones de registro, a lo largo de 5 líneas sísmicas de 200-300 km de longitud que funcionaron en combinación con la Red Sismológica del estado de Jalisco (SisVOC). Adicionalmente, se instalaron 8 estaciones sísmicas en las Islas Marias y en la Isla Isabel. Esos equipos registraron, en modo continuo, los disparos de aire comprimido generados desde el mar por un grupo de cañones de 5,800 c.i., a razón de un disparo cada 120 s. El buque inglés RRS James Cook, que participó en este proyecto en régimen de intercambio entre buques españoles y británicos, se encargó de la realización de los perfiles de sísmica multicanal (MCS) y del fondeo de 16 OBS. Para ello, se usó un streamer de 6 km de longitud y un sistema de cañones de aire comprimido de gran capacidad. Además de la mencionada infraestructura, participó el Buque de la Armada Mexicana ARM Holzinger y el buque de investigación mexicano El Puma de la UNAM. La segunda fase del proyecto, se llevó a cabo en junio de 2014. Se instalaron 100 estaciones sísmicas de corto periodo a lo largo de un perfil sísmico, desde la Caldera de la Primavera en la Cd. de Guadalajara hasta Barra de Navidad en la Costa de Jalisco, cubriendo una distancia de 200 km. Esos equipos registraron tres explosiones subterráneas de 1000 kg de explosivo realizadas especialmente para este proyecto, en los extremos norte y sur y en la parte central del perfil. Los nuevos datos adquiridos en el proyecto TSUJAL proporcionan un muestreo denso de las placas estudiadas y aportan imágenes nuevas sobre la deformación cortical a lo largo y a través de la zona de subducción, las dimensiones del prisma de acreción, sobre la zona de contacto entre la placa de Rivera y la Placa de Norteamérica y sobre la transición entre la corteza oceánica y la corteza continental.

EG-22

## LA CAMPAÑA MARINA TSUJAL: CARACTERIZACIÓN DE LA CORTEZA DE LA PLACA DE RIVERA-BLOQUE DE JALISCO Y SUS IMPLICACIONES EN EL RIESGO SÍSMICO Y TSUNAMIGÉNICO

Bartolomé Rafael<sup>1</sup>, Dañoibeitia Juanjo<sup>2</sup>, Córdoba Barba Diego<sup>3</sup>, Núñez Cornú Francisco Javier<sup>4</sup>, Comeselle Alejandra L.<sup>2</sup>, Estrada Ferran<sup>1</sup>, Prada Manel<sup>1</sup>, Bandy William<sup>5</sup> y Tsujal Grupo de Trabajo<sup>6</sup>  
<sup>1</sup>Instituto de Ciencias del Mar, CSIC  
<sup>2</sup>Centro Mediterráneo de Investigaciones Marinas y Ambientales, ICM-CSIC, España  
<sup>3</sup>Facultad de Ciencias Físicas, Universidad Complutense de Madrid, España  
<sup>4</sup>Centro de Sismología y Vulcanología de Occidente, Universidad de Guadalajara  
<sup>5</sup>Instituto de Geofísica, UNAM  
<sup>6</sup>J. L. Alonso, A. Castellón, C. Escudero-Ayala, D. Escribano, J.M. Espíndola, M. Farrán, A. Gómez, Q. J. Gutiérrez, J. Y. López, M. Ortiz, H. Perea, J. I. Pinzón, F. Ponce, S. Valle, A. Zamora  
 rafael@cmima.csic.es

Durante la primavera de 2014, un equipo de científicos mexicanos y españoles exploró el margen occidental de México en el marco del proyecto TSUJAL. Los dos objetivos principales del proyecto son caracterizar la naturaleza y estructura de la litosfera y la identificación de fuentes potenciales desencadenantes de terremotos y tsunamis, en el contacto entre la placa de Rivera-Bloque de Jalisco con la Placa Norteamericana. Con este propósito fueron adquiridos un conjunto de datos geofísicos marinos a bordo del buque inglés RSS James Cook con el apoyo del buque de la marina mexicana ARM Holzinger. Este trabajo está centrado en la parte sur de la campaña TSUJAL, donde hemos adquirido más de 800 km de datos de sísmica multicanal (MCS) divididos en 7 perfiles, desde el dominio oceánico de la placa de Rivera hasta la plataforma continental. Estos perfiles se han registrado

con un streamer de hidrófonos de 6 kilómetros de longitud usando una fuente sísmica de cañones de aire cuya capacidad varía desde los 5800 c.i. a 3540 c.i., y aplicando el protocolo internacional medioambiental de protección de especies marinas JNCC. Además, se ha registrado un perfil de sísmica de gran ángulo de más de 190 km de longitud utilizando 16 OBS desplegados perpendicularmente a la costa de Manzanillo. De forma simultánea a los datos sísmicos se han adquirido datos de campos potenciales (gravedad y magnetismo), batimetría multihaz y sonda paramétrica. Las imágenes obtenidas tras un procesado preliminar de los datos de MCS revelan la estructura de la corteza en los distintos dominios del margen mexicano. En la parte oceánica, se observa el contacto entre las placas de Rivera y NA como una fuerte reflexión a 6 s de tiempo doble (TWTT en inglés), en concreto en el perfil TS01 paralelo a la costa, al sur de Manzanillo. Este contacto también se identifica en un perfil perpendicular, TS02, a lo largo de un tramo de más de 100 km de longitud que cruza la zona transformante de Rivera, que es el límite entre la placa de Cocos y la placa de Rivera. Hacia el norte, frente a la costa de Pto. Vallarta, los datos MCS revelan reflexiones de gran amplitud en torno al 7-8,5 s TWTT, a unos 2.5 a 3.5 s TWTT bajo el lecho marino, que visiblemente definen el plano de subducción (perfil TS06b). Estas reflexiones fuertes que nosotros interpretamos como la discontinuidad de Moho definen la curvatura inicial de la subducción de la placa de Rivera. Otro claro patrón observado, a lo largo del margen continental, en el primer segundo TWTT en los registros de MCS, es un reflector simulando el fondo marino (BSR) especialmente de gran amplitud frente a Pto. Vallarta. La integración de toda esta información geofísica permitirá obtener una visión más completa de la litosfera, y una vez estudiadas las estructuras susceptibles de generar sismos y/o tsunamis (fallas y deslizamientos fundamentalmente) serán de gran valor para la evaluación de la peligrosidad en el oeste Mexicano.

EG-23

### ESTRUCTURA CORTICAL DEL EXTREMO NORORIENTAL DE LA PLACA DE RIVERA, REGION DE NAYARIT-ISLAS MARIAS, ESCENARIOS E IMPLICACIONES TECTONICAS. PROYECTO TSUJAL

Dañobeitia Juanjo<sup>1</sup>, Bartolomé Rafael<sup>1</sup>, Córdoba Barba Diego<sup>2</sup>, Núñez Cornú Francisco Javier<sup>3</sup>, Bandy William<sup>4</sup>, Prada Manuel<sup>1</sup>, Cameselle Alejandra L.<sup>1</sup>, Núñez Escibano Diana<sup>2</sup>, Espindola Castro Juan Manuel<sup>1</sup>, Estrada Ferran<sup>1</sup>, Zamora Camacho Araceli<sup>1</sup>, Gómez Hernández Adán<sup>1</sup>, Ortiz Modesto<sup>1</sup>, Castellon Arturo<sup>1</sup>, Alonso José Luis<sup>5</sup> y Tsujal Grupo de Trabajo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro Mediterráneo de Investigaciones Marinas y Ambientales, ICM-CSIC, España

<sup>2</sup>Facultad de Ciencias Físicas, Universidad Complutense de Madrid, España

<sup>3</sup>Centro de Sismología y Vulcanología de Occidente, Universidad de Guadalajara

<sup>4</sup>Instituto de Geofísica, UNAM

<sup>5</sup>CICESE

<sup>6</sup>Centro Mediterráneo de Investigaciones Marinas y Ambientales, UTM-CSIC, España  
jdanobeitia@cmima.csic.es

El marco del proyecto "Caracterización del Peligro sísmico y tsunamigénico asociado con la estructura cortical del contacto Placa Rivera-Bloque de Jalisco (TSUJAL)", se presenta un primer análisis de los datos geofísicos marinos adquiridos a bordo del RRS James Cook, en la región de Nayarit circundando las Islas Tres Marias, entre Febrero y Marzo del 2014. Se presenta el análisis de los datos registrados por 16 OBS's fondeados en 4 perfiles de sísmica de gran ángulo, utilizando una fuente de energía de 6800 pulgadas cúbicas al objeto de muestrear la Moho. Los perfiles muestrean los márgenes de las islas Marias, distinguiendo un perfil de más de 200 km y dirección NNO-SSE paralelo al flanco occidental de las Islas Marias, y tres ortogonales a las islas. Estos tres perfiles perpendiculares muestrean el margen, de Norte a Sur, con una longitud de registro de 100 km al Norte de María Madre, poco más de 50 km, entre las islas de María Magdalena y María Cleofás, y 100 km de longitud al sur de María Cleofás. También se examinan los registros de una serie de perfiles de sísmica multicanal coincidentes con la refracción, si bien con una fuente de 3.540 pulgadas cúbicas, y registrados con un "streamer" digital de 6,0 km de longitud. Simultáneamente, se registraron datos de sondas multihaz y paramétrica, así como datos de campos potenciales. Un primer análisis de los datos adquiridos muestra una corteza anómalamente engrosada en el flanco occidental de las Islas Marias, como indican las tardías llegadas de las ondas PmP cuyas distancias críticas aparentes son superiores a los 30-35 km, si bien es cierto que la inclinación de la subducción de la placa oceánica del Pacífico es moderada, sobre 7°, favorece algo este efecto, aunque también es posible la existencia de fragmentos de una corteza remanente, en cualquier caso habrá que acreditar posteriormente mediante la inversión de datos. Por otra parte, las imágenes proporcionadas por la sonda paramétrica muestran numerosos depósitos de sedimentos que infieren procesos de remoción o deslizamientos de masas indicativos de tectónica activa reciente y posiblemente generados por terremotos de magnitud media, como los reportados en las Islas Marias. Este conjunto de datos geofísicos, no solo proporcionará valiosa información para la caracterización sismogénica y peligrosidad asociada de la Placa de Rivera- Bloque de Jalisco, sino que contribuirá con nuevos datos que permitan descifrar la compleja interacción entre la acreción de la dorsal del Pacífico Oriental, la Cresta de Magdalena, y la apertura del Golfo de California en el difuso extremo nororiental de la fosa mesoamericana.

EG-24

### IMÁGENES SÍSMICAS DE LA CORTEZA EN EL PERFIL SÍSMICO D-E (TS04-PROYECTO TSUJAL): RESULTADOS DE UN ESTUDIO COMBINADO SÍSMICA DE REFLEXIÓN/SÍSMICA DE GRAN ÁNGULO.

López Ortiz Jesualdo Yair<sup>1</sup>, Núñez Escibano Diana<sup>2</sup>, Bartolomé Rafael<sup>3</sup>, Córdoba Barba Diego<sup>2</sup>, Núñez Cornú Francisco Javier<sup>1</sup>, Dañobeitia Juanjo<sup>2</sup>, Zamora Camacho Araceli<sup>1</sup>, Escudero Ayala Christian René<sup>1</sup> y Tsujal Grupo de Trabajo<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Centro de Sismología y Vulcanología de Occidente, Universidad de Guadalajara

<sup>2</sup>Universidad Complutense de Madrid, España

<sup>3</sup>ICM-CSIC, Barcelona, España

<sup>4</sup>UCM, SisVoc, ICM-CSIC, UNAM, UTM-CSIC, CICESE, CMIMA-CSIC

lopez.sisvoc@gmail.com

Como parte del proyecto TSUJAL (Caracterización del peligro sísmico y tsunamigénico asociado con la estructura cortical del contacto Placa Rivera-Bloque de Jalisco) en febrero de 2014 se llevó a cabo un estudio geofísico del margen continental oeste de Jalisco, en el que se aplicaron métodos de sísmica de reflexión, sísmica de gran ángulo, batimetría y campos potenciales (gravedad y magnetismo). En tierra se instalaron 8 estaciones sísmicas de componente vertical y frecuencia propia de 4.5Hz, del tipo TEXAN 125A (REFTEK) que cubrieron un intervalo de 20 km desde la localidad de Pérula hasta Nacastillo (Jalisco). Esos equipos registraron, en modo continuo, los disparos de aire comprimido realizados desde el RRS James Cook a lo largo del perfil de sísmica multicanal D-E (TS04) de 140 km de longitud, siguiendo una dirección SW-NE, perpendicular a la línea de costa. La zona estudiada corresponde a una línea mar-tierra, limitada en el mar por las coordenadas (18° 54' N, 105° 59' W) (19° 26' N, 105° 7' W). En este trabajo se presentan imágenes sísmicas de la corteza en a lo largo de un perfil sísmico profundo mar-tierra, de 140 km de longitud que aporta información cortical novedosa del extremo S de la Placa de Rivera, del prisma de acreción continental y de los primeros kilómetros de la zona continental del Bloque de Jalisco.

EG-25

### TOMOGRAFÍA DE INTERFEROMETRÍA SÍSMICA PARA LA OBTENCIÓN DE MODELOS DE ESTRUCTURA 3D DE VELOCIDAD DE ONDA S

Cárdenas-Soto Martín  
Facultad de Ingeniería, UNAM  
martinc@unam.mx

En este estudio presento resultados de tomografías de tiempo de viaje obtenidos en diferentes arreglos de 72 geófonos verticales de 4.5 Hz. Determino los correlogramas del registro continuo de una hora de ruido sísmico para ventanas de tiempo de 1 s, e invierto los tiempos de viaje de los máximos de la función de correlación para frecuencias entre 4 y 12 Hz. Presento resultados con diferentes técnicas de pre-procesamiento de datos en diferentes geometrías y zonas de estudio. Para aquellos sitios donde la velocidad de los materiales presenta variaciones laterales importantes, es posible estimar la presencia de discontinuidades. La aplicación de este método hace posible estudiar la estructura del subsuelo bajo estructuras civiles donde no es posible aplicar técnicas invasivas o destructivas.

EG-26

### VELOCITY AND ATTENUATION ANISOTROPY OF SEISMIC WAVES IN SHALE PLAYS: ORTHORHOMBIC MODEL

Chichinina Tatiana  
Instituto Mexicano del Petróleo, IMP  
tichqvoa@yahoo.com

Today oil and gas production from unconventional reservoirs such as shales strongly is developed in Mexico. Stress-induced anisotropy is vital factor in identifying prospective frackable areas for oil/ gas production in shales. Prediction and controlling the growth of hydraulic fractures is strongly affected by natural vertical microfractures due to in-situ horizontal stresses. It is important to find the most suitable areas for hydraulic fracturing. To accomplish this task, I present here effective-medium models for fractured medium, namely for shales, taking into account attenuation anisotropy linked to velocity anisotropy. Then I give an example of solving an inverse problem using proposed anisotropic models. Chichinina et al. (2006, 2009a,b, 2013) and Carcione (2012a,b, 2013) have developed a mathematical formalism for introduction attenuation in transversely-isotropic (TI) medium and orthorhombic (ORT) medium. We deal with Linear-Slip models developed for fractured media by Schoenberg (1980), which we have updated to the case of Inelastic media (the LSI models). I present several effective-medium anisotropic models (the VTI (with vertical axis of symmetry), the HTI (with horizontal axis of symmetry) and the ORT). The most adequate model for shale rocks in-situ (at the depth of 2 km or 3 km) is the ORT model; this model combines anisotropy originated due to alignment of horizontal clay particles in shale rock, on the one hand, and vertical micro-fractures from in-situ horizontal stresses, on the other hand. Complex-valued stiffness matrix for the LSI medium includes two

pairs of complex-valued normal and tangential weaknesses, characterizing two systems of fractures in shale rock, and also Lamé constants  $\lambda$  and  $\mu$  of host rock; there are in total 10 fractured medium parameters for the ORT model. I give an example of inversion for these ten fractured-medium parameters from synthetic data of VSP-type. The synthetic data is generated basing on analysis of published experimental (ultrasonic) data on velocity and attenuation in shale rocks. Finally the conclusion is drawn that true results can be achieved only in the case of using orthorhombic model and not transversely-isotropic (HTI) one. References: Chichinina T., et al., 2006, QVOA analysis: P-wave attenuation anisotropy for fracture characterization: Geophysics, 71. Chichinina T. et al., 2009a, Attenuation anisotropy in the linear-slip model: Interpretation of physical modeling data: Geophysics, 74. Chichinina T. et al., 2009b, Anisotropy of seismic attenuation in fractured media: theory and ultrasonic experiment: Transport in Porous Media, 79. Chichinina T. et al., 2013, Fracture-induced Q-anisotropy: inversion for fracture parameters: 83rd Annual International Meeting, SEG, Expanded Abstracts. Carcione J.M., et al., 2012a, Fracture-induced anisotropic attenuation: Rock Mechanics and Rock Engineering, 45. Carcione J.M., et al., 2012b, Numerical experiments of fracture-induced velocity and attenuation anisotropy: Geophysical Journal International, 191. Carcione, J.M. et al., 2013, Angular and frequency-dependent wave velocity and attenuation in fractured porous media: Pure and Applied Geophysics. Schoenberg, M., 1980, Elastic wave behaviour across linear slip interfaces: Journal of the Acoustical Society of Am

EG-27

### APLICACIONES DE LA MIGRACIÓN RTM ADJUNTA A LA RECONSTRUCCIÓN DE IMÁGENES SUBSALINAS EN EL GOLFO DE MÉXICO

Ortiz Alemán José Carlos<sup>1</sup>, Martín Roland<sup>2</sup>, García Reyes Jose Luis<sup>3</sup> y Dan Natalia<sup>4</sup><sup>1</sup>Instituto Mexicano del Petróleo, IMP<sup>2</sup>Universidad de Toulousse<sup>3</sup>Instituto de Geofísica, UNAM<sup>4</sup>Facultad de Ingeniería, UNAM

jcortiz@imp.mx

Se presenta un algoritmo de migración RTM adjunta y su aplicación a la visualización subsalina en el Golfo de México. Se discute la formulación del método y la optimización numérica que permite disparar simultáneamente todas las fuentes sísmicas, sin producir una interferencia significativa para el proceso de interpretación. El algoritmo RTM se aplica en un flujo de trabajo iterativo para visualizar un medio geológico con presencia de tectonismo salino y arcilloso, en un ambiente de aguas profundas. El algoritmo RTM incluye fronteras absorbentes de tipo CPML, que contribuyen a un mejor desempeño del método para la construcción de imágenes subsalinas. Se introducen técnicas de reconocimiento de patrones para la interpretación semiautomática de las imágenes resultantes en cada iteración.

EG-28

### NUEVAS TECNOLOGÍA EN ADQUISICIÓN DE DATOS DE WALKAWAY VSP Y CÁLCULO DE ANISOTROPÍA PARA MEJORAR LA INTERPRETACIÓN ESTRUCTURAL DEL ÁREA. MÉXICO

Rodríguez Sergio Filippo<sup>1</sup>, Reyes Javier<sup>2</sup>, Barrientos Carlos<sup>1</sup> y Peralta Sergio<sup>1</sup><sup>1</sup>Schlumberger<sup>2</sup>Petróleos Mexicanos, PEMEX  
sspadavecchia@slb.com

El presente trabajo describe la metodología del estudio de factibilidad, adquisición y procesamiento de datos de Walkaway VSP, y el uso que se le debe dar a la data anisotropía ofreciendo una posibilidad única para disminuir las incertidumbres de los modelos estructurales de la zona, resumiéndose en un alto impacto económico en este tipo de proyectos. Los registros de Walkaway VSP son similares a Offset VSP en cuanto a que la fuente se encuentra desplazada con respecto a la incidencia vertical. Aunque la geometría de adquisición esta levemente invertida de manera que el arreglo de receptores de pozo se mantienen en una profundidad, mientras que la fuente se aparta del mismo o se desplaza con un rango de desplazamientos. El rango de desplazamientos adquiridos en un Walkaway VSP es particularmente útil para el estudio de los efectos de las ondas S, de la variación AVO y de la anisotropía, en especial cuando el arreglo de receptores se encuentra cerca de un reflector de interés. Esta metodología incorpora las nuevas tecnológicas en el mercado desde lo equipos usados para la adquisición hasta la integración y entrega de resultados de forma práctica para la interpretación estructural del cliente. El caso a discutir corresponde a la metodología usada actualmente en los pozos que deben ser aterrizados de forma segura y económicamente viables en aguas someras, profundas y ultra-profundas en México

EG-29

### MICROSÍSMICA: MONITOREO DE FRACTURAMIENTO HIDRÁULICO EN YACIMIENTOS NO CONVENCIONALES.

Aldecoa Abraham y Peralta Sergio

Schlumberger

aavellan@slb.com

Conforme al paso de los años cada vez está siendo más complicado la extracción de hidrocarburos en los yacimientos, de ahí el reto que se tiene en la industria petrolera hoy en día es la explotación de yacimientos no convencionales, de manera que se siguen buscando técnicas que faciliten la exploración y producción de estos campos. La técnica de Microsísmica en sus inicios fue utilizada para el área de minería, dadas las necesidades subsecuentes tomo auge en el área petrolera enfocada casi en su totalidad para el monitoreo de fracturamiento hidráulico o comúnmente llamado HFM (por sus siglas en ingles). El monitoreo de fracturamiento hidráulico mediante Microsísmica nos permite escuchar eventos de baja magnitud que van en un rango de -1.5 a -3.0, producidos durante y después el proceso de fracturamiento de la formación. Estos eventos son almacenados y en algunas ocasiones analizados en tiempo real lo cual te permite tener un comportamiento de cómo se está desarrollando la fractura por medio de la actividad sísmica, una vez conformados ciertos puntos identificados se puede ir delineando dicha fractura por medio de la longitud, dirección, y espesor principalmente. En el caso de que se tengan más fracturas en un solo pozo, dicho monitoreo puede ir apoyando a la toma de decisiones para los parámetros de inyección y lograr un diseño más óptimo de la fractura a como se planeó en un inicio. En este trabajo se muestra el ¿Qué?, ¿Cómo? Y ¿Por qué? La necesidad de un estudio de Microsísmica aplicado a un caso real, comenzando con un estudio de factibilidad de la fractura hasta la parte de interpretación de la misma.

EG-30

### SÍSMICA DURANTE LA PERFORACIÓN PARA PREDICCIÓN DE RIESGOS GEOLÓGICOS: AGUAS ULTRA PROFUNDAS.

Aldecoa Abraham y Vega Manuel

Schlumberger

aavellan@slb.com

La planeación y el modelo de perforación ya sea zonas de exploración o campos de desarrollo dependen directamente de información a priori de campos vecinos o de la interpretación sísmica que se tenga. Es importante destacar que el equipo que interviene en las decisiones para generar dicho modelo antes de iniciar la perforación y durante la misma maneja una incertidumbre grande, de manera que mitigar los riesgos geológicos es una tarea difícil. Sísmica durante la perforación tiene una amplia gama de aplicaciones que nos permitirán reducir esa incertidumbre tales como: ubicación de la barrena en la sección sísmica durante la perforación, predicción de objetivos por debajo de la barrena, ajustar la trayectoria del pozo en tiempo real, identificación de cuerpos salinos en tiempo real y proporcionar datos para mejorar los modelos de presión de poro y densidad de lodo. En esta ocasión, mostraremos un ejemplo realizado en el golfo de México con el fin de predecir riesgos geológicos por debajo de la barrena, así como la optimización de la ubicación de tubería de revestimiento en la base de un cuerpo salino de gran espesor reduciendo el margen de error que se tenía en el modelo anterior. Utilizar nuevas tecnologías nos permite reducir los riesgos durante la perforación siendo una oportunidad para aumentar la seguridad y reducir costos de operación.

EG-31

### ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE LAS ROCAS EN MUESTRAS DE NÚCLEOS DE LA FORMACIÓN CUALNARI DEL CAMPO VITRA MEDIANTE IMÁGENES 2D Y 3D DE RESONANCIA MAGNÉTICA NUCLEAR PULSADA RMNP

Jaimes Gerardo y Vergara Rosana

Petróleos de Venezuela, PDVSA

jaimesgt@pdvsa.com

El campo Vitra se encuentra ubicado al sureste del Estado Apure y forma parte de Cuenca Central de Venezuela, fuente importante de reservorios hidrocarbúferos. La característica principal de estos yacimientos es que son naturalmente fracturados, corroborada su presencia en la descripción del núcleo Vit 3X y Vit 4X y a los resultados de las pruebas de presión a que fueron sometidas que señalan su dualidad en las porosidades, primaria secundaria por fracturamiento. La presencia de fracturas tiene incidencia en la cadena de valor petrolero desde la etapa de Exploración hasta la fase de Producción y Recuperación secundaria. En Exploración, su manifestación afecta los resultados de las reservas petroleras ya que en su expresión matemática se necesitan conocer las variables de porosidad y espesor neto. Discretizar estas zonas se sincera los resultados de las reservas. En lo referente a Producción, la presencia de fracturas, interfieren en aumentar u obstaculizar la producción. Estar consciente de esto, permitirán mejorar las técnicas de explotación y de recuperación que impulse la producción diaria. La Resonancia Magnética por Imágenes (RMI) se encuentra muy desarrollada en los diagnósticos



de la medicina, como tecnología de punta en la obtención de imágenes de alta resolución, a diferencia de la Tomografía computarizada y Rayos X. Sin embargo, en la industria petrolera los avances de la resonancia magnética son casi nulos. Actualmente tiene su mayor uso en los estudios de caracterización de yacimiento, obteniéndose mediante corridas de registros en pozo. Los resultados se presentan en una sola dimensión, lo que trae limitaciones en el hardware y su información es una sola dirección. En este trabajo, se aplicarán las técnicas en laboratorio con resultados de imágenes en 2 y 3 dimensiones, lo cual permitirá caracterizar de una forma perfecta la volumetría de la roca, expresando su volumen total de su porosidad efectiva primaria y secundaria con la identificación en la distribución de fluidos presentes en el medio poroso. Se obtuvieron imágenes de alta resolución utilizando las técnicas de multi slice y multi eco (MSME), que permitirán visualizar perfectamente los planos de fracturas y su efectividad en rutas de transmisibilidad para el movimiento de los fluidos. Estas muestras se correlacionaron con el registro de resonancia magnética corrido en el pozo y se complementó con el análisis de la Roseta del azimut de ovalización detectando la dirección preferencial de los esfuerzos horizontales máximos y mínimos in situ, que permitieron dar una dirección aparente de las fracturas. De igual manera se pudo obtener las propiedades mecánicas intrínsecas de la roca, tales como: Módulo de Young o el Coeficiente de Poisson, que son constantes elásticas que condicionan el fracturamiento de la roca mediante el análisis inverso y la obtención del círculo de Mohr. Los ensayos se realizaron en el espectrómetro Avance III HD de 500 Mhz, 12 Tesla de campo construido por la empresa Bruker, instalados en la ciudad de Karlsruhe, Alemania.

EG-32

### APLICACIONES ESPECIALIZADAS DE SISMICA DE POZO

Peralta Sergio  
Schlumberger  
sortega2@slb.com

El método geofísico de perfilaje sísmico vertical (VSP, Vertical Seismic Profile por sus siglas en inglés) ha sido una herramienta muy útil en el área de exploración y producción. Tradicionalmente ha sido aplicado con fines de obtener la relación tiempo- profundidad, generación de sismogramas sintéticos y su calibración del corredor apilado con la sísmica de superficie. Sin embargo en este trabajo se describe una metodología más especializada dentro de la sísmica de pozo que se enfoca a la generación de imágenes sísmicas 2D de alta resolución.

EG-33 CARTEL

### TOMOGRAFÍA DE RESISTIVIDAD ELÉCTRICA PARA LA DETECCIÓN DE UN TUBO DE LAVA EN EL MPO. DE COACATZINTLA, EDO. DE VERACRUZ, MÉXICO

Placencia Gómez Luis Antonio<sup>1</sup>, Bücker Matthias<sup>2,3</sup>, Flores Orozco Adrián<sup>4</sup>, Rodríguez Elizarrarás Sergio<sup>5</sup> y Morales Barrera Wendy Vanesa<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ingeniería, UNAM

<sup>2</sup>Departamento de Geodinámica y Geofísica, Universidad de Bonn, Alemania

<sup>3</sup>Departamento de Geofísica, Viena Universidad de Tecnología, Austria

<sup>4</sup>Viena Universidad de Tecnología, Austria

<sup>5</sup>Instituto de Geología, UNAM

luis\_aplacencia@yahoo.com.mx

El Cinturón Volcánico Transmexicano presenta una gran cantidad de manifestaciones superficiales, siendo los conos de escoria los más abundantes. Alrededor de la ciudad de Xalapa, Veracruz existe el "Grupo Volcánico Monogenético de Xalapa", con más de 50 volcanes, pertenecientes al periodo Cuaternario Tardío, que generaron una serie de derrames de lava entre 1.0 y 2.0 Ma. El sitio de estudio se localiza a aproximadamente 15 Km al noreste de la ciudad de Xalapa, donde se observan tubos de lava, los cuales se formaron durante la solidificación de una colada lava, y se caracterizan por tener un canal cavernoso alargado. La caracterización de éstas estructuras, en lo que se refiere a su geometría (profundidad y espesor) y composición es de suma importancia para poder mitigar el riesgo de hundimientos que puedan afectar viviendas y carreteras. Los métodos geofísicos de Tomografía de Resistividad Eléctrica (ERT por sus siglas en inglés) son ampliamente empleados para detectar cambios litológicos. Debido a los contrastes de resistividad esperados, también han demostrado ser muy eficientes para detectar cavidades en el subsuelo. En éste estudio presentamos resultados de Tomografía Eléctrica realizados para comprobar la fiabilidad del método en la detección de un tubo de lava conocido, que se espera tenga aproximadamente 50 m de longitud por 10 m de altura en su parte más alta. Los datos se tomaron a lo largo de un perfil perpendicular a la orientación del tubo de lava, La longitud total de 250 m se cubrió con 42 electrodos colocados con una separación de 5 m. Se usaron secuencias de Dipolo-Dipolo y de Gradiente Múltiple, para investigar la resolución de ambos arreglos geométricos. La ventaja de usar el arreglo Dipolo-Dipolo posibilita la estimación del error de medición con base de las diferencias entre mediciones normales y recíprocas, con los electrodos de inyección y potencial intercambiados con respecto a la medición normal. La desventaja de este arreglo es su relación señal/ruido reducida. El arreglo Gradiente Múltiple ofrece características parecidas con respecto a la resolución de estructuras en el subsuelo y una relación señal/ruido mucho mayor. Sin embargo, la toma de lecturas recíprocas para estimar el error de medición no es practicable. La inversión de los datos medidos se realizó con un algoritmo que permitió estudiar diferentes parámetros de regularización para poder

evaluar su efecto en las imágenes finales. Las imágenes de resistividad muestran una anomalía resistiva, que se puede interpretar como una cavidad relacionada con el tubo de lava. Las dimensiones del tubo de lava son acordes con información que se tiene del sitio y no se observan diferencias entre los resultados obtenidos tras la inversión de mediciones con protocolos Dipolo-Dipolo o Gradiente Múltiple. Mucho más importante es que las imágenes de resistividad muestran una segunda anomalía de mayores dimensiones, que podría estar relacionada con una cavidad mayor, a un costado del tubo de lava conocido.

EG-34 CARTEL

### LOS MÉTODOS DE TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA CAPACITIVA Y GALVÁNICA COMO APOYO EN LA RESOLUCIÓN DE UN PROBLEMA DE CONTAMINACIÓN DEL MANTO ACUIFERO ASOCIADO A UN PROCESO DE REFINACIÓN ELECTROLÍTICA

Martínez Lorenzo Luz Elva<sup>1</sup> y Hernández Quintero Juan Esteban<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Geofísica, UNAM

<sup>2</sup>Departamento de Geomagnetismo y Exploración, Instituto de Geofísica, UNAM  
luelm@hotmail.com

Es bien conocido que todas las etapas que incluye un proceso minero (con excepción de la prospección), generan problemas ambientales de alto impacto. En todas las etapas se generan aguas residuales y residuos peligrosos. Sin embargo, una de las etapas que más contaminación producen es la fundición/refinación. La refinación-electrolítica es el último proceso metalúrgico al que es sometido el cobre procedente de materias primas sulfuradas y, por tanto, reviste características especiales de calidad. La electro-refinación es utilizada para producir cátodos de cobre de alta calidad a partir de ánodos que contienen una variedad de impurezas. En el proceso se presenta un fenómeno químico llamado electrolisis. La electrolisis consiste en hacer pasar una corriente-eléctrica por una solución de ácido sulfúrico diluido en agua. Los métodos geoquímicos son actualmente la mejor herramienta para estudiar, describir y resolver problemas de esta índole. La aplicación de los métodos geofísicos en esta problemática ha sido escasa, dada su naturaleza. En este trabajo se demuestra que mediante una adecuada selección y combinación de metodologías, es posible que estos métodos (en particular la Tomografía Eléctrica) aporten información de calidad para la resolución de algunos problemas de contaminación. En una zona al noroeste de la ciudad de México se llevo a cabo un estudio geofísico de exploración con fines ambientales; el objetivo principal fue determinar la existencia y la ubicación de zonas de alta conductividad en el subsuelo, dentro de las instalaciones de una planta de cobre-electrolítico. Para prevenir y controlar los efectos generados por el manejo de este mineral, debido a los impactos significativos que los residuos provenientes de los procesos utilizados en este tipo de plantas, podrían tener sobre el medio ambiente. Se implementó la Tomografía de Resistividad Eléctrica 2D, en dos modalidades, la primera se caracteriza por el contacto galvánico y la segunda por ser capacitiva, para medir la respuesta resistiva del subsuelo en un medio saturado de cobre, la profundidad y la dirección de flujo del contaminante. Los levantamientos de Resistividad capacitiva se realizaron mediante el resistímetro Ohm-Mapper de Geometrics, y el resistímetro marca IRIS, modelo Syscal-Pro-Switch 48 canales para la Resistividad galvánica. En este proyecto se realizaron 6 perfiles de Resistividad Capacitiva y 4 perfiles de Resistividad Galvánica, con un arreglo geométrico dipolo-dipolo en ambos casos. Los datos fueron procesados con el programa de inversión Earthmager2D. La combinación eficiente de las dos técnicas, permitió aprovechar la buena resolución de la Tomografía Eléctrica Capacitiva en los primeros 5m de profundidad, para reconocer lozas, tuberías y otras características del subsuelo; mientras que la Tomografía Eléctrica Galvánica aportó una mejor imagen a profundidades que alcanzaron los 20 metros, para localizar a grandes rasgos los horizontes principales así como su continuidad lateral. Mediante esta combinación de la información, se logró mostrar zonas donde se concentran las anomalías de baja resistividad (efecto "dique"); logrando así establecer un patrón de flujo en este sistema hidráulico subterráneo y la distribución en el subsuelo de las zonas con mayores niveles de contaminación.

EG-35 CARTEL

### MEDICIONES DE RESISTIVIDAD EN LABORATORIO, SIMULANDO UNA ZONA ARQUEOLÓGICA

Aguirre López Mario Alberto, Méndez Delgado Sóstenes, Regalado Rodríguez Samuel Alejandro, Durán Sandoval Miguel Ángel y Soto-Villalobos Roberto  
Universidad Autónoma de Nuevo León, UANL  
mariao1906@gmail.com

El modelado de estructuras del subsuelo se puede realizar a través de varias vías, entre las cuales están: la simulación numérica, si conocemos las ecuaciones que gobiernan el fenómeno; o el modelado físico a escala de laboratorio o campo. En este trabajo se presentan mediciones de resistividad eléctrica realizadas a escala de laboratorio, simulando una zona arqueológica. Para ello se utilizó el método de dipolo-dipolo, con separaciones inter-electrónicas de 6.0 cm y valores de n de 1 a 7. Se efectuaron mediciones a lo largo de 5 perfiles con una longitud máxima de 72 cm. Para simular la zona arqueológica, se fabricó una construcción de cemento con incrustaciones de piedra caliza. La zona consiste en dos "habitaciones", una

cuadrada de 21x21 cm y otra rectangular de 15x9 cm; las "habitaciones" están unidas por un "pasillo" de cemento y en otra por una hilera de piedra caliza. Se presentan los resultados de las observaciones, así como la interpretación de los resultados.

## EG-36 CARTEL

### INTERPRETACIÓN DE TOMOGRAFÍA DE RESISTIVIDAD ELÉCTRICA 2D MEDIANTE LA APLICACIÓN DE FILTROS PROMEDIOS MOVIL Y MEDIANA

Esteves Robles Sandra, Aguirre Díaz Juan Pablo y Tejero Andrade Andrés  
Facultad de Ingeniería, UNAM  
vanyjun@hotmail.com

La Tomografía de Resistividad Eléctrica (TRE) es un método en la prospección eléctrica de corriente continua que sirve para el cálculo de la distribución de la propiedad de resistividad en el subsuelo y obtener una imagen geoelectrica que muestre la distribución de la resistividad verdadera del subsuelo. Al realizar una Tomografía de Resistividad Eléctrica 2D, existen diversos factores que distorsionan las lecturas que son tomadas, uno de estos factores de distorsión es el ruido, que puede clasificarse en dos tipos: sistemáticos (polarización de electrodos, resistencia de contacto, corrientes telúricas, etc.) y aleatorios. El ruido aleatorio o ruido blanco que se encuentra presente en el medio y es una señal en dos tiempos que no guarda correlación estadística entre sí. Los equipos de última generación para prospección eléctrica permiten la ejecución de lectura de datos con varios canales simultáneamente, lo que permite abrir nuevas posibilidades en el análisis del ruido durante la toma de datos. En este trabajo, se estudia la aplicación de los filtros promedios móviles y mediana disminuir el efecto del ruido aleatorio bajo la condición de que los errores sistemáticos no cambian. La interpretación y aplicación de ambos filtros a datos de tomografía de resistividad eléctrica 2D se presentan en este trabajo.

## EG-37 CARTEL

### ENFOQUE TEÓRICO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA PROFUNDIDAD DE PENETRACIÓN DE SUSCEPTIBILÍMETROS

Esparza Francisco<sup>1</sup>, Méndez Delgado Sóstenes<sup>2</sup> y Gómez Treviño Enrique<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>CICESE  
<sup>2</sup>UANL, FCT  
fesparz@cicese.mx

Se presenta un enfoque matemático para analizar las mediciones in-situ de susceptibilidad magnética basada en contribuciones elementales de diferentes profundidades del suelo. Nuestro análisis conduce a una relación integral compacta que relaciona las mediciones con el perfil de susceptibilidad magnética dentro del suelo, de tal manera que lo primero es un promedio pesado de lo segundo. El grado de penetración de un instrumentado dado es cuantificado por la función de peso del instrumento. Nuestros resultados para instrumentos conocidos concuerdan con resultados experimentales de otros investigadores. Presentamos resultados de tres instrumentos que han sido estudiados con anterioridad en la literatura.

## EG-38 CARTEL

### ANÁLISIS Y PROCESAMIENTO DE MALLAS DE GRADIOMETRÍA GRAVIMÉTRICA

Huante Arana Francisco Enrique<sup>1</sup>, Nava Flores Mauricio<sup>1</sup>,  
Colchado Casas Juan Carlos<sup>1</sup> y Ortiz Alemán José Carlos<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM  
<sup>2</sup>Instituto Mexicano del Petróleo, IMP  
judge\_pacoi\_dread@hotmail.com

En este trabajo se hace un estudio detallado del tensor de gradiometría gravimétrica y del procesamiento de datos requerido para esta técnica de prospección. Se define al tensor de gradiometría gravimétrica como el gradiente del vector de gravedad desarrollándose el análisis de sus invariantes. Se desarrolla el procesamiento de datos del tensor de gradiometría gravimétrica, que se divide en dos principales secciones: la primera para la delimitación de fuentes someras y de bordes, y la segunda para la interpretación semiautomática de anomalías. Se plantea una secuencia general de procesamiento de mapas de datos de gradiometría gravimétrica para datos reales, la cual inicia con la entrada de datos de las seis componentes del tensor de gradiometría gravimétrica y termina con la obtención de mapas de cada uno de los procesos analizados. Todos estos procesos son ejemplificados con datos sintéticos y finalmente son aplicados a datos reales adquiridos en el Domo Vinton, Louisiana. Los algoritmos utilizados resultaron satisfactorios, pues los resultados coincidieron con estudios anteriores de otros trabajos basados en la geología de la zona, estudios de prospección sísmica, registros de pozo y gravimetría convencional.

## EG-39 CARTEL

### MODELADO GRAVIMÉTRICO APLICANDO TÉCNICAS DE OPTIMIZACIÓN Y PROGRAMACIÓN LINEAL

Sánchez Galindo Alfredo  
Instituto Politécnico Nacional, IPN  
geofisaplicada@gmail.com

La interpretación cuantitativa de las anomalías de Bouguer asociadas a variaciones en la intensidad de campo gravitacional como respuesta a distribuciones de masa o contrastes de densidad en el subsuelo, registradas mediante el método gravimétrico, consiste en la localización en profundidad, determinación de la forma y estructura de densidad de los cuerpos geológicos que sirven de fuente potencial. El modelado gravimétrico que se involucra con el llamado problema directo e inverso, se considera en este trabajo como punto de partida para la interpretación cuantitativa de dichas anomalías, particularmente la determinación de un rango óptimo de densidades, mediante la aplicación de programación lineal y procesos de optimización. Se han publicado numerosos trabajos que abordan el modelado gravimétrico, algunas veces conocido como modelado directo de fuentes 2D y 3D, mencionando por ejemplo el trabajo clásico de Manik Talwani, Worzel y Landisman publicado en el año 1959 para el cálculo de anomalías producidas por fuentes bidimensionales, trabajo que toma como base la publicación de Hubbert en 1948, donde se origina la expresión conocida como integral de línea que permite el cálculo del efecto gravitacional para una fuente 2D. Por otra parte, como consecuencia de la ambigüedad inherente en el problema inverso gravimétrico, ambigüedad que conduce a un conjunto infinito de soluciones y a la imposibilidad de determinar unívocamente aspectos sobre la distribución de densidad o profundidad de enterramiento de la fuente potencial a partir de su efecto gravitacional, a menos que se impongan restricciones o constreñimientos adicionales en la estructura de densidad, esto argumentado por Skeels en 1947 y retomado por Smith en 1961, en este trabajo se utilizan herramientas propias de las programación lineal para optimizar una magnitud escalar que permita el ajuste de la respuesta del modelo con las anomalías registradas permitiendo reducir el número de soluciones admisibles, obteniendo una solución probable la cual está definida en un rango definido y no necesariamente fuera del mismo. Se describen metodologías de programación para problemas inversos lineales, tomando en cuenta la no unicidad (Sabatier 1977) de la solución, los límites de algunos parámetros o soluciones particulares tal como lo describe la teoría de cuerpos ideales propuesta por Parker en 1974 y que son considerados en el modelado gravimétrico. Estas rutinas utilizan algoritmos para la programación lineal tal como el algoritmo SIMPLEX técnica que es ampliamente descrita por los trabajos de Dantzig (1963), Golstein and Youdine (1973) y Simonnard (1962). Resultado de estos esfuerzos por localizar en el conjunto infinito de soluciones al problema inverso, propiedades comunes a todas ellas Huestis y Ander generan un programa en Fortran en 1983 denominado IDB2, para el cálculo de límites extremos en la interpretación de datos de gravedad considerando una aproximación bidimensional y el IDB para problemas tridimensionales, previo a este trabajo Cuet y Bayer en 1980 publican un programa para llevar a cabo un número determinado de optimizaciones lineales para datos de gravedad y magnéticos.

## EG-40 CARTEL

### ALGORITMO NUEVO PARA SISTEMAS MULTICANALES EMPLEADOS EN LA BÚSQUEDA DE AGUA EN CUERPOS CELESTES.

López Rodríguez Flor  
Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM  
florlopezr@yahoo.com.mx

Investigadores se han interesado por años en encontrar agua en cuerpos celestes como la Luna o Marte. Sin embargo, se han usado métodos destructivos e invasivos en su ambiente y de esta manera han violado el acuerdo llamado "Agreement Governing the Activities of States on the Moon and Other Celestial Bodies" (1979). Es por esta razón que proponemos el uso de GPR para encontrar agua y otros recursos naturales. Este método es no invasivo y ecológico, para no dañar el ambiente a investigar. Además, ya que actualmente hay una tendencia cada vez mayor a emplear equipos multicanales, nuestro algoritmo nuevo propone un análisis multivariable. Con respecto a nuestro método, el radar puede colocarse sobre un vehículo como un rover o una plataforma en órbita. Su rango de operación deberá ser de por lo menos entre 50 y 200 Hz. Las señales de GPR (o de cualquier otro tipo de señal temporal) serán analizadas posteriormente por medio de la transformada de wavelet, las firmas espectrales de las cavidades subterráneas del cuerpo celeste (en donde corra el agua de forma líquida) podrán determinarse.

## EG-41 CARTEL

### ESTUDIO GEOLÓGICO-GRAVIMÉTRICO EN LA ZONA DE CHICONCUAC, MORELOS

Rodríguez Vega Pablo Baruch, Mauvois Guitteaud Anatole Roger, Hernández Oscoy Ariadna, Galaviz Alonzo Alberto, Lozada Antonio, González López Martina y Romero Pérez Blanca Iris  
*Instituto Politécnico Nacional, ESIA Ticoman, Ciencias de la Tierra*  
 baruchin\_v2@hotmail.com

La zona de estudio se encuentra al poniente del Municipio de Cuautla, Morelos, geológicamente se caracteriza por la presencia de conglomerados y calizas. Mostrando evidencias de un reacomodo sub-horizontal de caliza-conglomerado y la existencia de caliza triturada, dejando entre ver un posible cabalgamiento regional descifrando los caracteres estructurales esenciales impresos en las rocas terciarias, debajo de los derrames y volcanes del Mioceno Superior. En esta zona se aplicó gravimetría con el objetivo de obtener los modelos del subsuelo para indagar la disposición de caliza con el conglomerado. Estas medidas se realizaron estableciendo estaciones separadas por 1000-1500 m. Los perfiles gravimétricos cortan los contactos geológicos caliza-conglomerado. En la graficación de datos gravimétricos es posible observar un comportamiento lineal de las lecturas de gravedad conforme aumenta la altitud sobre las calizas. Con lo anterior se establecieron patrones de variación de la gravedad con la altitud. Lo anterior permitió completar los perfiles gravimétricos de forma interpolada y extrapolada sobre los perfiles. Los datos fueron corregidos por deriva instrumental y se redujeron para obtener la anomalía de Bouguer y con esto modelar los datos para obtener un modelo del interior en la zona. En la obtención del modelo se toman en cuenta la carta geológica y los datos adquiridos en los recorridos geológicos. Los modelos obtenidos comprueban la existencia de la cabalgadura de caliza sugerida en la zona.

## EG-42 CARTEL

### MÉTODOS POTENCIALES, APLICADOS A LA CARACTERIZACIÓN DEL VOLCÁN TIPO MAAR. CASO LA JOYUELA, S.L.P

Galván Jesús, Torres Gaytan David Ernesto y López Loera Héctor  
*Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, IPICYT*  
 jesus.galvan@ipicyt.edu.mx

Se presentan los estudios preliminares para caracterizar la estructura volcánica tipo maar "La Joyuela", ubicada en el campo volcánico Ventura. Ubicado al norte de la ciudad de San Luis Potosí en el municipio de Villa Hidalgo. Se calcula la edad de la Joyuela de alrededor 1.4 millones de años con el método K/Ar (Aranda-Gómez 1996). El maar la Joyuela tiene una forma de herradura con un diámetro mayor a 1500 metros y una profundidad de 100 m desde la cima hasta la base del terreno con un anillo formado de piro-clastos que lo cubre hasta desaparecer en zona Sur-Oeste (Pablo Dávila, 2003). El basamento pre-volcánico se infiere de rocas sedimentarias del Mesozoico de las Formación Cuesta del Cura y Peña. La caracterización con métodos potenciales como la Magnetometría, nos permiten estudiar la intensidad de magnetización de las rocas que se encuentra presente en las rocas y así poder construir modelos estructurales. Por su parte la gravimetría nos permite determinar las densidades de los distintos tipos de rocas y así poder construir un modelo estructural en conjunto con la magnetometría. Para el caso de la Joyuela se tiene caracterizado la estructura con 7 secciones NE-SW con una separación de 250 m entre líneas y mediciones entre estaciones cada 50 m y 25m. Además se elaboraron 7 secciones dentro del cráter con dirección NW-SE y espaciado entre estación cada 25m. La adquisición de la información se elaboro con tres magnetómetros dos Geometrics G-856 y un GEM GSM-19. Se utilizo un Geometrics G-856 como estación base tomado medidas cada 3 minutos para realizar la corrección diaria. La configuración del campo magnético muestra una anomalía dipolar asociada con la estructura volcánica de tipo maar. Se encontraron 3 dominios magnéticos principales el primero de ellos se asocia a los basaltos que rodean a la estructura, el segundo dominio se relaciona a las calizas que rodean a la estructura y el tercer dominio se liga con el material de relleno así como a los piroclastos. Con las secciones internas se pudo observar una anomalía discretizada al centro del cráter que posiblemente se familiarice con la diatrema del volcán. El trabajo se complementara con los siguientes métodos; Gravimétricos, Eléctricos y Electromagnéticos. Se tiene programado campañas de campo para detallar el área que comprende la estructura interna con los métodos antes mencionados. Con la finalidad de localizar y delimitar la geometría de la diatrema, para la construcción de un modelo teórico conceptual para la estructura volcánica tipo maar.

## EG-43 CARTEL

### MAGNETOMETRÍA AÉREA Y GRAVIMETRÍA SATELITAL APLICADAS A LA CARACTERIZACIÓN REGIONAL DE VOLCANES TIPO MAAR – CASO LA JOYUELA, SAN LUIS POTOSÍ, MÉXICO.

Torres Gaytan David Ernesto, Galván Jesús y López Loera Héctor  
*Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, IPICYT*  
 david.torres@ipicyt.edu.mx

El complejo volcánico Ventura de tipo intraplaca se encuentra emplazado sobre calizas del cuaternario entre la sierra de Álvarez y la sierra Del Coro. El basamento pre-volcánico se supone de rocas sedimentarias del mesozoico, de las formaciones Cuesta del Cura y La Peña. Este complejo presenta una serie de estructuras volcánicas de origen magmático e hidromagmático como La Joyuela y la Joya Honda, además en el área de estudio se encuentran diversos derrames de basaltos. En este estudio se presentan los resultados preliminares de una investigación geofísica, que tiene como base un estudio aeromagnético, realizado por el Servicio Geológico Mexicano en 1995. La información aeromagnética se procesó aplicándose algunos algoritmos matemáticos como lo son, el Campo de Referencia Geomagnético Internacional (IGRF), los algoritmos matemáticos de Baranov, (Reducción al Polo), Henderson y Ziets, (Continuaciones Analíticas y Derivadas) y el de Nabighian, (Señal Analítica) entre otros. La información Gravimétrica Satelital se tomó de International Gravimetric Bureau (BGI). Proporcionándonos; la anomalía de Bouguer Completa y la anomalía de Aire Libre, con la interpretación de anomalías gravimétricas nos permitió hacer una estimación de la forma y profundidad de la estructura a definir en el volcán de tipo Maar llamado La Joyuela. Existen dos anomalías gravimétricas principales: Aire Libre y Bouguer, la primera nos muestra la topografía del terreno, mientras que la de Bouguer representa los materiales medios de interés para un área determinada reflejando el contraste de las densidades de las rocas en el subsuelo. Los resultados iniciales de la magnetometría aérea nos muestran cinco dominios aeromagnéticos (DAM) los cuales se correlacionan con la geología del lugar. Con el proceso de la primera derivada en la componente en z se muestran los lineamientos asociados a fallas y fracturas. Con gravedad la anomalía de Bouguer se redujo a la anomalía residual de Bouguer separando el campo residual del regional por medio de polinomios de 1 y 2 orden, mostrándonos formas más locales y someras. Otras de las operaciones matemáticas hechas al campo gravimétrico son los procesos de derivadas y señal analítica, las cuales nos muestran contrastes laterales de densidades entre bloques verticales de las rocas. Con la inversión conjunta se obtuvo un modelo teórico conceptual del área de estudio La Joyuela.

## EG-44 CARTEL

### MODELO ESTRUCTURAL DEL GRABEN DE ACAMBAY A PARTIR DE SONDEOS MAGNETOTELÚRICOS (BMT Y LMT), GRAVIMÉTRICOS Y AEROMAGNÉTICOS

Maldonado Rafael Félix<sup>1</sup>, Arzate Flores Jorge Arturo<sup>1</sup>, Arango Galván Claudia<sup>2</sup>, Lacan Pierre<sup>1</sup>, Zúñiga Dávila-Madrid Francisco Ramón<sup>1</sup>, Pacheco Jesús<sup>3</sup>, Romero Gonzalo<sup>4</sup> y Arzate Andrés<sup>5</sup>  
<sup>1</sup>Centro de Geociencias, UNAM  
<sup>2</sup>Instituto de Geofísica, UNAM  
<sup>3</sup>Universidad Autónoma de Aguascalientes, UAA  
<sup>4</sup>Université Joseph Fourier  
<sup>5</sup>Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM  
 rfmaldonado@geociencias.unam.mx

El graben de Acambay se encuentra situado en la zona central del cinturón volcánico transmexicano. Esta estructura tiene una orientación EW, limitada al sur por las fallas Pastores y Venta de Bravo y al norte por las fallas de Acambay-Tixmadeje y Epitacio Huerta. Su extensión aproximada es de unos 80 km por 15 km de ancho y contiene varios aparatos volcánicos activos además de que la zona comprendida por el graben ha sufrido actividad sísmica reciente por lo que la comprensión de su estructura es de suma importancia. Para este propósito se llevó a cabo un estudio geofísico en varias etapas que comprende un levantamiento magnetotelúrico de banda ancha (BMT) combinado con sondeos de período largo (LMT), un levantamiento gravimétrico a lo largo de dos perfiles que cortan perpendicularmente el graben, y el procesamiento y análisis de las cartas aeromagnéticas digitales del SGM de la zona. En el presente trabajo se discuten los modelos obtenidos de la combinación de éstos métodos, cuyos resultados preliminares sugieren máximos espesores de rellenos sedimentarios de más de 3 km y un basamento más somero en el sector norte del graben. Se espera que los modelos estructurales obtenidos también arrojen información relevante relacionada con el sistema geotermal asociado al volcán Temascalcingo.

## EG-45 CARTEL

### ESTRUCTURA CORTICAL SOMERA DE LA FAJA VOLCÁNICA TRANSMEXICANA (SECTOR CENTRO-ORIENTAL). RELACIONES CON EL TERRENO GUERRERO Y LA SIERRA MADRE ORIENTAL (DOMINIO CONTINENTAL) A PARTIR DE DATOS GRAVIMÉTRICOS

Ramón Márquez Víctor Manuel<sup>1</sup> y Campos Enríquez Jose Oscar<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM

<sup>2</sup>Instituto de Geofísica, UNAM

vic\_vmmr@hotmail.com

Basados en la interpretación de 9 perfiles gravimétricos regionales, con orientación NE-SW y longitudes entre 160 y 340 km, se estableció la estructura cortical somera de la Faja Volcánica Transmexicana, en las partes oriental de su sector central y, en la parte occidental de su sector oriental. Al occidente, el área de estudio está limitada por una línea NE-SW que pasa por las calderas de Los Azufre y Amealco y el semi-graben de Aljibes. Al oriente está limitada por una línea NE-SW que pasa por el volcán Zempoala, al occidente del volcán Telapón, y al occidente de la caldera de Acoculco. Este cubrimiento permite analizar, de oeste a este, la estructura cortical somera de la Faja Volcánica Transmexicana. En general, se establecen las relaciones de la Faja Volcánica Transmexicana con la parte nor-oriental del Terreno Guerrero, así como con el denominado Dominio Continental (Sierra Madre Oriental). En particular se establece la estructura de los Valles de Toluca y de México. De acuerdo a los resultados, entre la parte nor-oriental del Terreno Guerrero, y la parte sur-occidental de la Sierra Madre Oriental, se establece la existencia de una gran depresión que varía de 25 a 100 km de ancho (tipo semi-graben), rellena por productos volcánicos del Cenozoico. Sólo en las porciones correspondientes a los Valles de Toluca y de México, esta depresión tienen una expresión geomorfológica clara. El graben de Acambay se encuentra ubicado sobre el límite norte de esta gran depresión. La caldera de los Azufres y el campo volcánico de Zitácuaro se encuentran sobre un bloque cortical levantado que limita al sur de dicha depresión. Se infiere que el límite oriental del Terreno Guerrero se continua por debajo de la Faja Volcánica Transmexicana hacia el límite sur de la gran depresión. Por otro lado se infiere el contacto entre el Complejo Acatlán y el micro-continente Oaxaquia, que pasa a través de la Sierra de Las Cruces al sur, y se prolonga hacia al norte justo en el límite norte del Graben de Acambay.

## EG-46 CARTEL

### MODELACIÓN INVERSA 3D DE LA ANOMALÍA RESIDUAL ISOSTÁTICA DE LA CUENCA BARINAS ESTE

García Abdeslem Juan<sup>1</sup>, Regalado Jimmy<sup>2</sup> y Cerquone Hugo<sup>3</sup>

<sup>1</sup>CICESE

<sup>2</sup>Petróleos de Venezuela, PDVSA  
jgarcia@cicese.mx

Como parte integral de la estrategia de exploración de la Gerencia de Geofísica de PDVSA en el occidente de Venezuela, realizamos la modelación inversa 3D de la anomalía residual isostática de la Cuenca Barinas Este. Calculamos la anomalía de Bouguer completa utilizando datos de topografía de la SRTM a una distancia de 100 km, asignando una densidad de 2 g/cm<sup>3</sup> a los sedimentos que cubren las tierras bajas (< 500 m SNM) del occidente de Venezuela, y 2.67 g/cm<sup>3</sup> para los Andes de Venezuela y para la Cordillera de la Costa. Restando a la anomalía de Bouguer calculada un efecto regional, estimado a partir de un modelo isostático de tipo regional, obtuvimos una anomalía residual isostática. Esta anomalía fue modelada utilizando un algoritmo de inversión lineal, para inferir el contraste en densidad del subsuelo en una región de 80 x 80 km. El problema inverso incluye 5670 datos de gravedad distribuidos regularmente en una malla con nodos espaciados 1-km. La geometría del modelo es un cuboide de 4320 prismas, distribuidos en 15 estratos entre 0 y 12 km de profundidad. Cada estrato incluye 288 prismas de 5 x 5 km en extensión horizontal. En el modelo a priorial estrato más somero se le asignó un contraste en densidad de -0.67 g/m<sup>3</sup> en estratos más profundos se asignó un contraste en densidad que disminuye linealmente con la profundidad. La anomalía de gravedad observada fue explicada con un desajuste que varía entre -0.5 y 1.7 mGal. En el modelo obtenido se interpreta que la superficie cuyo contraste en densidad es cero corresponde al basamento económico, al cual sobreyacen secuencias sedimentarias poco deformadas que alcanzan un espesor entre 2.5 y 3 km. La tendencia a profundidad en la densidad del modelo es consistente con el registro de densidad de un pozo, sugiriendo que el modelo describe razonablemente la densidad del subsuelo.

## EG-47 CARTEL

### EVIDENCIAS BASADAS EN SÍSMICA DE REFLEXIÓN DE UN SECTOR DE TECTÓNICA INACTIVA EN EL NORTE DEL GOLFO DE CALIFORNIA.

Montoya Valenzuela Jose Adalberto<sup>1</sup>, González Escobar Mario<sup>2</sup>, Gallardo Mata Clemente German<sup>2</sup>, Pacheco Romero Martin<sup>2</sup> y Arregui Ojeda Sergio<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE

<sup>2</sup>CICESE

jmontoya@cicese.edu.mx

El Golfo de California constituye un segmento del límite de las placas Pacífico y Norte América, relacionado a un proceso tectónico de rift oceánico, el cual permitió la separación de la Península de Baja California, dando origen al Golfo de California. En la parte norte del Golfo se localizan una serie de cuencas sedimentarias, las cuales están divididas en dos grupos tectónicos: activas e inactivas. Las cuencas activas se localizan al oeste y son: Wagner; Consag; Delfín Superior e Inferior, mientras que las inactivas se encuentran al este siendo: Adair; Tepoca y Tiburón. Dentro de las cuencas inactivas, no se conoce con detalle sus características tectónicas estratigráficas, esto debido en gran parte a la gran cantidad de sedimentos depositados, a una nula actividad sísmica y a los pocos estudios realizados. De los pocos trabajos realizados, algunos han sido con base en información de perfiles sísmicos de reflexión que fueron colectados por Petróleos Mexicanos (PEMEX), y se considera que falta por trabajar aproximadamente un 50 % de la información. La propuesta en este proyecto es la de realizar el proceso e interpretación de las líneas sísmicas de reflexión que se tienen en el sector este de la región más al norte del Golfo de California en frente de las costas de Puerto Peñasco, en donde está presente parte de la zona tectónicamente inactiva y que no ha sido utilizada en trabajos previos, la zona de estudio cubre un área de ~1,200.00 Km cuadrados y se encuentra entre la Cuenca Wagner al oeste y la Cuenca Adair al este. Los datos para la realización de este proyecto fueron suministrados por Petróleos Mexicanos (PEMEX), y pertenecen al prospecto San Felipe-Tiburón en el Golfo de California, se presentan resultados a partir del procesamiento e interpretación de datos sísmicos de reflexión marinos 2D multicanal, con el objetivo de obtener un mapa estructural de mayor detalle que ayude a incrementar el conocimiento de la evolución tectónica del Golfo en el sector más al norte del golfo de California en el sector inactivo tectónicamente.

## EG-48 CARTEL

### EVIDENCIAS ESTRUCTURALES Y SISMOESTRATIGRÁFICAS EN LA PARTE CENTRAL DE LA PLATAFORMA MAGDALENA, MARGEN OCCIDENTAL DE BAJA CALIFORNIA A PARTIR DE SÍSMICA DE REFLEXIÓN

Salazar Cardenas Rosa Margarita, González Escobar Mario, Gallardo Mata Clemente German, Pacheco Romero Martin y Arregui Ojeda Sergio

Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE

rsalazar@cicese.edu.mx

Localizada a lo largo del margen occidental de Baja California Sur, la plataforma Magdalena es considerada como una cuenca antearco, siendo ésta el resultado de los procesos de convergencia de la subducción de la placa de Farallón debajo de la Norteamericana. Las cuencas antearco se localizan entre el prisma de acreción y el arco volcánico, el relleno de estas cuencas se dispone por la erosión del arco volcánico cercano que provee de sedimentos volcanoclásticos y arcósicos. El prisma de acreción también puede ser fuente de sedimentos y servir de barrera para represar los sedimentos en la cuenca de antearco y puede haber aporte de sedimentos derivados del complejo de subducción que puede contener ofiolitas. Mucho de lo existente en la literatura es bajo suposiciones y el detalle de las características de la cuenca es poco conocido. A través de un convenio de cooperación entre PEMEX-CICESE del prospecto exploratorio "Bahía Magdalena" se ha tenido acceso a datos de estudios geofísicos del subsuelo realizados por dicha empresa en esa región. Se presentan resultado a partir del proceso e interpretación de las líneas sísmica de reflexión 2D. Dentro de estos resultados se muestran tres principales horizontes sísmicos y la falla San Lorenzo que han sido reportados en la literatura de Brother et all, 2012.

## EG-49 CARTEL

### MAPA ESTRUCTURAL Y TECTÓNICO EN EL NOROESTE DE MÉXICO, A PARTIR DE SÍSMICA DE REFLEXIÓN

Gallardo Mata Clemente German, González Escobar Mario, Martín

Barajas Arturo, Arregui Ojeda Sergio y Pacheco Romero Martin

<sup>1</sup>CICESE

gegallar@cicese.edu.mx

A finales de los 70's y principios de los 80's, Petróleos Mexicanos (PEMEX) implemento un programa de exploración intensa en el noroeste de México; durante el cual se recolectaron datos sísmicos de reflexión multicanal 2D terrestres y marinos. Desde el 2005 hasta la actualidad, esta información sísmica ha sido procesada e interpretada como parte de un convenio de cooperación entre PEMEX Exploración y el CICESE. El área de estudio se localiza entre la frontera de las placas del

Pacífico-Norteamérica, al norte del Golfo de California, Valle de Mexicali, desierto de Altar (Sonora). Se presenta el resultado de los perfiles sísmicos trabajados hasta la actualidad producto de la colaboración del grupo de trabajo que participa en este proyecto. La finalidad de este trabajo es realizar un mapa estructural base donde se incorpore toda la información que se obtenga de las secciones sísmicas y la que en un futuro se pueda cosechar, con el objetivo principal de conocer la ubicación de las estructuras geológicas (fallas) que representen riesgo sísmico. Actualmente, se puede interpretar fallas activas conocidas con sismicidad asociada, así como estructuras pasivas sepultadas por sedimentos.

#### EG-50 CARTEL

### DEFORMATION OF THE CONTINENTAL SLOPE OFF MANZANILLO MEXICO DUE TO SEAMOUNT SUBDUCTION

Bandy William<sup>1</sup>, Castillo Maldonado Mariana<sup>2</sup> y Mortera Gutiérrez Carlos Angel Q.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM

<sup>2</sup>UNAM

bandy@geofisica.unam.mx

The west coast of Mexico presents a complex pattern of deformation related to the convergence and subduction of the Rivera plate beneath the Jalisco Block/North American plate. Previous single beam bathymetric data have evidenced a large bathymetric high at 104.6218oW, 18.7123oN, in the continental slope region off Manzanillo, Mexico. One school of thought held that this high was the offshore extension of the onshore Manzanillo horst, although the two features are offset in a right-lateral sense. Alternatively, given the presence of a large positive magnetic anomaly near the bathymetric high, the high could also be caused by the collision and subsequent subduction of a large seamount. Given that the offset between the two structures was the main evidence for proposing the existence of a forearc sliver in the offshore area of the Jalisco margin, resolving the nature of this bathymetric high is quite important in our attempts to understand the plate kinematics and tectonics of this region. Thus, to better define the deformation pattern associated with the bathymetric high, multibeam bathymetric data (obtained using the Kongsberg EM300 multibeam system), subbottom profiles (obtained using the Kongsberg TOPAS18 system), and total field magnetic data (obtained using the Geometrics G877 marine proton precession magnetometer) were collected in the continental slope region between Manzanillo, Colima, and Chamela, Jalisco, during several cruises of UNAM's research vessel the B.O. EL PUMA. The morphology and structural deformation patterns obtained in this study indicate very clearly that a large seamount is in the process of subducting beneath the continental slope off Manzanillo. The results also indicate that not only has the seamount uplifted the slope but has resulted in slumping of the area of the slope landward of the seamount. Given these results the proposal of the existence of an independent forearc sliver in the offshore area of the southern Jalisco block needs to be reevaluated. (Funding provided by DGAPA grants IN115513, IN108110 and IN104707 and CONACyT grant 50235).

#### EG-51 CARTEL

### MODELADO ESTÁTICO DE PROPIEDADES PETROFÍSICAS

Osorio Erick y Plata Sanchez Leonardo Javier

Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, IPN

ing.eosorio@outlook.com

La descripción de la distribución de porosidad en un yacimiento es un aspecto muy importante en ingeniería de yacimientos. Tiene un impacto directo en las decisiones económicas que se realizan sobre los proyectos de exploración y producción. Una técnica desarrollada para aplicar métodos estadísticos a los problemas de las Ciencias de la Tierra es la geoestadística. Ésta se encarga de estudiar la continuidad espacial de los atributos de un yacimiento, con la finalidad de proporcionar caracterizaciones heterogéneas de los yacimientos a través de diversos métodos de estimación. Con la información obtenida de la evaluación petrofísica se realiza una lito-correlación de los pozos y una correlación de zona de interés (plays). Crear un modelo tridimensional (3-D) utilizando técnicas geoestadísticas de variografía, estimación y simulación de cada una de las propiedades petrofísicas obtenidas en la evaluación de los pozos para observar el tamaño de la zona de interés. Con este trabajo se propone una metodología para el modelado estático de un yacimiento a partir de los registros geofísicos de pozos. Cabe mencionar que se utilizaron softwares especializados como el Techlog, Petrel y el SGeMS. El primero para la evaluación petrofísica, el segundo para la correlación con información sísmica y el tercero para la parte de geoestadística. Con todo lo anterior se obtiene un cubo de cada propiedad petrofísica. Los resultados en conjunto contribuyen para realizar la cuantificación de la reserva del yacimiento

#### EG-52 CARTEL

### EVALUACIÓN PETROFÍSICA BÁSICA ASISTIDA DE UN POZO DE UN CAMPO NATURALMENTE FRACTURADO

Osorio Erick y Juárez Téllez Francisco Javier

Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, IPN

ing.eosorio@outlook.com

La Petrofísica se encarga de caracterizar las propiedades físicas y texturales de las rocas, especialmente la distribución de los poros, que sirven como depósitos para las acumulaciones de hidrocarburos, y que permiten considerarlas como posibles prospectos para la explotación. También caracteriza los fluidos contenidos en ellas, mediante la integración del entorno geológico, perfiles de pozos, análisis de muestras de roca y sus fluidos e historias de producción. El objetivo del trabajo es presentar un flujo de trabajo para la evaluación petrofísica general de un pozo de un campo naturalmente fracturado, se cuenta con información de registros geofísicos de pozos convencionales de agujero descubierto. Las curvas de resistividad, densidad, neutrón, sónico y rayos gamma nos servirán para calcular las propiedades petrofísicas de porosidad, saturación de agua, mineralogía y permeabilidad. Y se realizará una comparación entre los modelos de saturación de agua de Archie, Simandoux y Doble Agua El software utilizado para este trabajo es el Techlog para la visualización, procesamiento e interpretación de los registros de pozos.

#### EG-53 CARTEL

### CORRELACIÓN DE POZOS CON REGISTROS GEOFÍSICOS DE POZOS DE UN YACIMIENTO NATURALMENTE FRACTURADO

Osorio Erick y Acatitlán Bautista Magdalena

Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, IPN

ing.eosorio@outlook.com

En una unidad de roca es importante tomar en cuenta sus propiedades petrofísicas como son: tipos de porosidad, de permeabilidad, así como sus propiedades litológicas como la temperatura y presión a la que se encuentra sometida la roca. Uno de los métodos geofísicos indirectos para la obtención de estas características litológicas y las propiedades petrofísicas son los registros geofísicos de pozo. Las mediciones de estos registros no solo dependen de la porosidad, sino que también dependen de la litología de la formación, los fluidos presentes en el espacio poroso, y, en algunos casos, la geometría del medio poroso. Mediante la caracterización petrofísica de un yacimiento, se busca calcular con mayor precisión las reservas de hidrocarburos para evaluar la factibilidad económica de un proyecto. En cuanto a los parámetros necesarios para llevar a cabo dicha evaluación se encuentran la porosidad, la permeabilidad, la saturación de fluidos (agua e hidrocarburos –petróleo y/o gas), el volumen de arcillosidad, el espesor del yacimiento y su área, la mineralogía de la formación, la movilidad del petróleo y la distribución del tamaño de los granos. Adicionalmente, se tienen que considerar la geometría del yacimiento, la temperatura, presión y litología, los cuales representan las características más importantes en la evaluación, planeación y producción del yacimiento. En este trabajo se presenta una evaluación de un yacimiento naturalmente fracturado con 4 pozos y se hará una correlación de los pozos y su calibración con núcleos

#### EG-54 CARTEL

### SISTEMA PARA EL REGISTRO DIGITAL DE SEÑALES MAGNETO-TELÚRICAS CON BOBINAS DE INDUCCIÓN BF4

Brasseea Ochoa Jesús María y Romo Jones José Manuel

Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE

jbrasseea@cicese.mx

Presentamos el diseño, la construcción y prueba de un sistema de registro digital de señales de 6 canales con 24 bits de resolución y muestreo de 15 Hz, con el que estamos registrando las variaciones de los campos eléctricos y magnéticos inducidos en la Tierra, en la región del Campo Geotérmico de Cerro Prieto, Mexicali, Baja California. Las señales de las dos componentes horizontales del campo geoelectrónico se obtienen con dipolos de 25 m de longitud, formados con electrodos impolarizables. Las señales de las dos componentes horizontales del campo geomagnético se obtienen con bobinas de inducción BF4 con respuesta en frecuencia de 0.001 Hz a 1 KHz. Estas señales son filtradas Pasa-Banda con frecuencias de corte inferior de 0.014 Hz y superior de 7.45 Hz antes de su registro. El sistema de registro se pone en operación por medio de programa desarrollado para laptop, que permite el monitoreo gráfico en pantalla de las señales a registrar, el cambio de escala de cada uno de los canales, la sincronización con GPS, el establecimiento del tiempo de inicio del registros de datos, entre otras cosas. El sistema de registro portátil tiene capacidad de almacenamiento en memoria USB de 8GB, se alimenta con baterías de 12 Volts del tipo automotriz, consume menos de 4 Watts que permite operación continua por varias semanas.

## EG-55 CARTEL

**PROCESAMIENTO E INTERPRETACION DE DATOS DE TAMIZ Y RADIOMETRIA DEL CONO MONOMAGNÉTICO “EL ZAPOTECAS”, UBICADO EN LA ZONA DE SAN GREGORIO ZACAPEHPAN - CHOLULA, EN EL ESTADO DE PUEBLA.**

Rojas Cardenas Jesus Alberto, San Miguel Gutierrez Juan Carlos y Coconi Morales Enrique  
*Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, IPN*  
 albert\_5367@hotmail.com

El propósito de este trabajo, es el obtener las características de tamaño de grano y propiedades radioactivas del cono monomagnético “El Zapoteca”. La ubicación del cono volcánico-monomagnético se encuentra cerca de la zona rural de San Gregorio Zacapechpan- Cholula en el estado de Puebla y comprende una extensión de 5.75 Km<sup>2</sup> aproximadamente. Tomando en cuenta la información preliminar del cono volcánico previo, cartas topográfica, geológica y geológica - minera de Huejotzingo y Puebla; se determinó el área de estudio con sus respectivas características, se planteó una distribución de puntos en dicha área a cada 150m, donde se realizó la toma de muestra de cada uno de ellos. La adquisición de las muestras se llevó a cabo a través de la distribución de 5 líneas con un orientación Norte-Sur, con el objetivo de tomar en cada punto una porción de un kilogramo de material, al igual una muestra de algún afloramiento cercano al punto; para ser procesado. En la fase de procesamiento e interpretación, con las muestras adquiridas en campo, se realizó el tamizado a diez diferentes diámetros (Di), con el propósito de obtener el peso resultante en cada uno (Di); para el cual primeramente se llevó un control de calidad tomando en cuenta la cantidad de material introducido al conjunto de tamices, al inicio y al final, para obtener un margen de error pequeño. Así mismo a las muestras de afloramientos, se le realizaron mediciones radiométricas calibrando el aparato con el material que se adquirió en campo de cada punto respectivamente. Se realizaron mapas de los datos resultantes del laboratorio, como los fueron los de abundancia de material (por tamaño), de presencia de los tamaños de cada phi con respecto al peso procesado y de radioactividad total. Los cuales se realizaron con el método de interpolación de Krigging. En la fase de análisis e interpretación de los mapas configurados con los datos de laboratorio resultantes, se realizó una correlacionaron con la geología y topografía de la zona. En donde se obtuvieron como resultados unas anomalías que corresponden a un cambio en la composición de los materiales, que se relaciona con varios eventos geológicos y tamaños de granos del mismo; en algunas de las partes de la geometría del cono. En conclusión los mapas de contorno de características del tamaño de grano junto con los niveles de radioactividad, se asocia una anomalía que se presenta en el cráter del cono tanto en los mapas mencionados como en campo, este tiene una abundancia de diferentes tamaños de granos, por el cual la distribución del grano puede estar asociado geológicamente al intemperismo que se dio en la punta del cerro y en la terraza superior, los cuales por efecto de carga a la parte del cráter.

## EG-56 CARTEL

**RADON-RELATED MECHANISM OF GENERATION OF GEOMAGNETIC ANOMALIES. VOLCANO POPOCATEPETL AREA CASE STUDY, MEXICO**

Kotsarenko Anatoliy<sup>1</sup>, Grimalsky Volodymyr<sup>2</sup>, Yutsis Vsevolod<sup>3</sup> y Koshova Svitlana<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>UNACAR

<sup>2</sup>Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, UAEM

<sup>3</sup>Applied Geosciences Department, Potosino Institute of Scientific Research and Technology  
 kotsarenko@gmail.com

Mechanism of the geomagnetic noise generation due to ionization caused by intensive radon emanation is investigated within the classic electrode effect, i.e. without the turbulence and taking into account only light ions. Inducted magnetic fields are of the order of values 10-3 – 10-1 nT. They are not high, but there exists a possibility to increase them up till 1 – 10 nT, if the electric field is  $E_0 > 1$  kV/m, which can be observed in the mountains.