

Sesión regular

SISMOLOGÍA

Organizadores:
Miguel Santoyo
Marco Calo

SIS-1

DISPARO REMOTO DE SISMICIDAD EN LAS REGIONES DE LOS CAMPOS GEOTÉRMICOS DEL SALTON SEA Y COSO, SUR DE CALIFORNIA, DESPUÉS DE TELESISMOS GRANDES (MW>7.8)

Castro Escamilla Raul Ramon¹, Clayton Robert W.², Hauksson Egill² y Stock Joann Michael²¹ Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California, CICESE² California Institute of Technology
raul@cicese.mx

Analizamos un catálogo de sismos relocalizados en las regiones cercanas a los campos geotérmicos de Coso y Salton Sea, en el sur de California, para investigar posibles cambios en la tasa de sismicidad durante y después de telesismos grandes (Mw>7.8). Estudiamos la sismicidad de estas dos regiones usando ventanas de 30 días previos y posteriores a la ocurrencia de cinco grandes sismos: el de Denali, Alaska del 2002 (Mw7.9); el de Sumatra-Andaman del 2004 (Mw9.2); el de Chile del 2010 (Mw8.8); el de Tohoku-Oki, Japón del 2011 (Mw9.1); y el del norte de Sumatra del 2012 (Mw8.6). El sismo de Denali (Mw7.9) coincide con un incremento de la sismicidad en la región del Salton Sea cuando este evento remoto ocurrió, indicando que el disparo instantáneo de la sismicidad está posiblemente relacionado con el paso de las ondas superficiales en esta región. En la región del campo geotérmico Coso la tasa de sismicidad permaneció aproximadamente constante durante el periodo de 30 días de observación. La sismicidad después del sismo de Sumatra-Andaman del 2004 (Mw9.2) incrementó en las dos regiones 9 días después de este mega-evento. La sismicidad después del sismo de Chile del 2010 (Mw8.8) incrementó en ambas regiones aproximadamente 14 días después de la ocurrencia de este telesismo. La sismicidad en las regiones de Salton Sea y de Coso incrementaron 17 y 14 días, respectivamente, después del terremoto de Japón del 2011 (Mw9.1), lo que sugiere que el disparo retrasado de la sismicidad fue inducido después del paso de las ondas superficiales en ambas regiones. De manera similar el sismo del norte de Sumatra del 2012 (Mw8.6) disparó sismicidad 6 y 16 días después en las regiones de Salton Sea y Coso, respectivamente. Estas observaciones se pueden interpretar como evidencia de disparo dinámico retrasado inducido por sismos grandes y remotos. Encontramos que la magnitud máxima de los embajres sísmicos disparados incrementa con el tamaño (Mo/r) de los mega-sismos y que cuando el tamaño de estos incrementa, el tiempo de retraso también aumenta.

SIS-2

INJECTION TESTS AND INDUCED SEISMICITY - THE LESSON LEARNT AT THE SOULTZ-SOUS-FORÊTS GEOTHERMAL FIELD (FRANCE)

Calò Marco
Instituto de Geofísica, UNAM
calo@geofisica.unam.mx

Rocks that are targeted for geothermal exploitation are generally not porous and flow paths are located within natural fractures. When the initial permeability of the rock mass is too low for economic heat production, the boreholes have to be stimulated for connecting them to the surrounding environment and for enhancing the water transmissivity of the natural fracture network. Injection tests and high-pressure fluid circulations may induce microseismicity, which, if adequately recorded by a seismic network, gives insight on the reactivation of the fracture network. At the Enhanced Geothermal System of Soultz-sous-Forêts (France) three wells have been drilled down to about 5 km depth. At that depth, the wells are distant about 600m and injections tests were performed to increase the connectivity. In this work will be shown how injection tests had a different seismic response, although the short distance between the wells, reflecting a different behavior of the reservoir to the stimulations. Accurate event locations together with studies based on time dependent tomography suggest that the fracture pattern of the reservoir plays a fundamental role in the differences observed.

SIS-3

ESTUDIO DE MICROSISMICIDAD EN LA CALDERA LA REFORMA DEL COMPLEJO VOLCÁNICO LAS TRES VÍRGENES, B.C.S.

Pérez Jhon Leandro, Gómez-Arias Efraín, Ávila Barrientos Lenin,
González Fernández Antonio y Acosta Chang José Guadalupe
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California, CICESE
jlonper@cicese.edu.mx

El Centro Mexicano de Innovación en Energía Geotérmica (CeMIE-Geo) actualmente viene impulsando diversos estudios de exploración con el fin de localizar de manera temprana nuevos yacimientos o áreas con potencial geotérmico. En la caldera La Reforma ubicada en el Complejo Volcánico Las Tres Vírgenes (CVLTV), hasta la fecha no se habían realizado estudios de microsismicidad. Por lo tanto, este trabajo presenta los resultados preliminares del primer estudio de este tipo realizado en la zona, con el principal objetivo de verificar la ocurrencia

de microsismicidad y determinar si existe una posible relación entre la actividad sísmica registrada con un posible escenario geotérmico. Para el desarrollo de esta investigación, se realizaron dos campañas de instalación de redes sísmicas temporales en la zona de estudio. La primera entre septiembre y octubre de 2015 conformada por 5 estaciones, con la cual se pudo verificar la presencia de microsismicidad en la caldera; y la segunda entre abril y mayo de 2016 con 10 estaciones sísmicas y con la cual se amplió la cobertura. Los equipos usados fueron sensores SARA (SS20), digitalizador de 24 bits (SL06) y antena GPS para fijar el tiempo de los registros. De los datos procesados hasta el momento se han obtenido 37 eventos, con un rango de magnitudes entre 0.8 y 2.9 Mc y profundidades de 1 hasta 12 km (teniendo en cuenta las incertidumbres de error). La mayoría de eventos no sobre pasan los 7 km de profundidad, lo que podría indicar la posible presencia de la cima de la fuente de calor aún en proceso de enfriamiento (o posiblemente ya solidificado con remanente de calor). Estos resultados podrían tener un comportamiento similar a los obtenidos y reportados en los volcanes de Las Tres Vírgenes, donde en trabajos anteriores han inferido a partir de la distribución de las profundidades focales de microsismos, la presencia de una posible fuente de calor que alimenta el campo geotérmico entre 7 y 8 km de profundidad.

SIS-4

SIMULACIÓN DE LA GEOMETRÍA DE FRACTURAMIENTO CON EL MÉTODO DE CAMINATAS ALEATORIAS

Almaguer Treviño Julia, Soto Villalobos Roberto,
Aguiar Madera Carlos Gilberto y Alva Niño Efraín
Facultad de Ciencias de la Tierra, UAHL
julia_almaguer@hotmail.com

El fracturamiento hidráulico es una técnica para estimular la producción de pozos petroleros. Consiste en inyectar un fluido al pozo a una tasa y presión que supere la capacidad mecánica de la formación. El objetivo principal es la creación de fracturas creando una mayor productividad en un yacimiento ya que facilita el flujo de fluidos hacia al pozo. La geometría de las fracturas, juega un papel muy importante para un funcionamiento óptimo de la producción en pozos. Por otra parte, el método de las caminatas aleatorias es un proceso estocástico que consiste en generar una trayectoria no definida. Este proceso aleatorio depende de la posición de la partícula en un instante previo y alguna variable aleatoria que determina su dirección y longitud final. En el presente trabajo se muestra un modelo matemático capaz de generar la simulación de la geometría de una red de fracturas hidráulicas en un pozo usando algunos modelos para el diseño de fracturas encontrados en la literatura. Complementario a esto, se realizaron experimentos sencillos de laboratorio para poder evaluar el modelo de fracturas generado por computadora, obteniéndose una buena correspondencia entre la teoría y la realidad.

SIS-5

LOCALIZACIÓN PRELIMINAR DE LA SISMICIDAD EN EL BLOQUE DE JALISCO PARA EL PERIODO JUNIO-DICIEMBRE DE 2015

Marín Mesa Tatiana¹, Zamora Camacho Araceli¹, Gutiérrez Peña Quiriat¹, Núñez Cornú Francisco Javier¹ y Espíndola Juan Manuel²
¹ Universidad de Guadalajara, UDG
² Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM
tata11mm@gmail.com

La interacción de las placas tectónicas en el occidente de México ha generado terremotos históricos que causaron gran impacto sobre el desarrollo de las actividades de la región. El Bloque Jalisco el cual es una porción de la corteza continental de México, limita al occidente con la Trinchería Mesoamericana (TMA) donde ocurre la subducción de las placas de Rivera y Cocos bajo la placa norteamericana, al oriente y norte colinda con los rifts de Colima y Tepic-Zacoalco respectivamente; mientras que el límite NW es una zona difusa asociada con la zona de fractura Tamayo (Rutz-López et al 2004). Sobre el Bloque de Jalisco se encuentra instalada la Red Sísmica y Acelerométrica de Jalisco (RESAJ), que contó con 17 estaciones registrando en tiempo continuo con sensores de periodo corto Lenartz, digitalizadores Quanterra y acelerómetros, donde se escogieron eventos que tuvieran los arribos P y S Muy claros en al menos tres estaciones. La localización se realizó con Hypo71PC utilizando el modelo de velocidades de Núñez-Cornú et al, 1998 donde se determinaron aproximadamente 500 epicentros en un rango de profundidad de 0-40 Km cuyos residuales son menores a 0.5.

SIS-6

GUADALAJARA, MEXICO, EARTHQUAKE SEQUENCE OF DECEMBER 2015 AND MAY 2016: SOURCE, Q, AND GROUND MOTIONS

Singh Shri K.¹, Pérez-Campos Xyoli¹, Arroyo Danny², Iglesias Arturo³, Espindola Víctor Hugo³, Ramírez Leonardo³ y Pérez Citlali³

¹Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México

²Departamento de Materiales, Universidad Autónoma Metropolitana

³Instituto de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México
krishnameex@yahoo.com

We analyze an earthquake sequence which occurred 24 km NNW from the Cathedral of Guadalajara. The activity began on 15 December 2015 with an Mw4.1 earthquake and resumed, again, on 11 May 2016 when the largest earthquake of the sequence, Mw4.8, occurred. The earthquakes were recorded by two accelerographs in the city and by broadband seismographs at larger distances. The source region of the sequence is located in the north of the broad junction formed by NW-SE trending Tepic-Zacoalco rift, N-S trending Colima rift, and E-W trending Chapala rift. The focal mechanism of the largest event is characterized by: strike = 21°, dip = 49°, rake = -86°, with horizontal tensional axis trending 110°. This mechanism is not consistent with NE-SW direction of motion measured on fault strike by Barrier et al. (1990) ~ 35 km WNW of Guadalajara. It also differs from the mechanism reported in a previous study for a seismic sequence in the Zacoalco rift about 60 km south of Guadalajara. Similarity of waveforms at the accelerographic stations suggests that the mechanism of other events in the sequence were similar and the events were located in a small volume, probably 1 to 2 km in radius. From the analysis of the recordings of the 11 May shock along the Trans Mexican Volcanic Belt, from Ceberuco volcano to the west and Popocatepetl volcano to the east, we estimate the attenuation parameter Q as 141* $f^{0.63}$. The earthquake of 11 May was felt very strongly in the city and produced peak ground acceleration (PGA) reaching 80 cm/s². Based on the recordings at the accelerographic stations, we estimate peak ground motion parameters for scenario earthquakes of Mw = 6.0 using random vibration theory (RVT) and empirical Green's function (EGF) techniques. From RVT simulations, the expected PGA, peak ground velocity (PGV), and peak ground displacement (PGD) at the accelerographic stations from an Mw6.0 earthquake in the source region of the sequence are 195 cm/s², 10 cm/s, and 3 cm, respectively. The predictions from the EGF technique are somewhat higher but still within a factor of two of the RVT predictions. Such a scenario earthquake is not far fetched; a relatively large earthquake is reported on 11 February 1875 near the town of San Cristobal de la Barranca, about 40 km NNW of Guadalajara.

SIS-7

SISMICIDAD EN EL VALLE DE MÉXICO DEL 2013 AL 2015

Ramírez Ruíz Jesús Elihu¹, Bello Segura Delia Iresine² y Quintanar Robles Luis²

¹Instituto Politécnico Nacional

²Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México
jelihu.ramirez@gmail.com

Los sismos con epicentro en la región Occidental del Cinturón Volcánico Trans Mexicano (CVTM), donde se encuentra la cuenca del Valle de México, en general son sismos de magnitud baja en comparación a los ocurridos en las zonas donde interactúan placas tales como: Cocos-Norte Americana y Pacífico-Norte Americana, por mencionar algunos ejemplos. El monitoreo y estudio de los sismos en la zona del Valle de México es de gran importancia por el potencial daño que pueden ocasionar en la Ciudad de México y su zona Metropolitana, así como al interés por el estudio científico de la zona debido a la complejidad de su suelo. Trabajos anteriores al presente estudiaron la sismicidad de dicha región con la Red de Banda Ancha del SSN utilizando las estaciones más cercanas al Valle de México ya que éste carecía de ellas. Desde el 2010 se actualiza la red de banda ancha del valle México instalando 30 estaciones, 14 en el Estado de México y 16 en el DF, las cuales permiten monitorear de manera local los sismos originados dentro de la cuenca del Valle de México. El presente trabajo hace uso de esta red para analizar la sismicidad con mayor detalle, para ello se actualizó el catálogo del Valle de México desde el 2013 y además se realizó un análisis espectral de esta sismicidad para encontrar parámetros como el momento sísmico, caída de esfuerzo y frecuencia de esquina.

SIS-8

DETERMINACIÓN DE PERIODOS DE RECURRENCIA PARA SISMOS EN EL ESTADO DE MICHOACÁN MEDIANTE LA RELACIÓN G-R Y LA XFT

Magaña García Nancy¹, Figueroa-Soto Ángel¹, Zúñiga Ramón², González Campos Rafael³ y Garduño Monroy Víctor Hugo³

¹Instituto de Investigación en Ciencias de la Tierra, INICIT

²Centro de Geociencias, Universidad Nacional Autónoma de México

³Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas, UMSNH
nucita_88@hotmail.com

El estado de Michoacán es uno de los estados con mayor ocurrencia de sismos en México. Esta alta actividad sísmica se debe principalmente al contacto de las placas

tectónicas en la costa del pacífico y a la existencia de fallas activas en el interior del estado como lo representa el sistema de fallas Morelia-Acambay. Es importante determinar la peligrosidad sísmica bajo la cual viven las poblaciones de Michoacán y para esto se necesita una combinación de estudios sísmicos, paleosismológicos y geológicos que sirven para la buena planificación y desarrollo de complejos urbanos con el fin de mitigar desastres en presencia de sismos destructivos. Por medio de la sismología estadística, es posible caracterizar el grado de actividad sísmica así como estimar los periodos de recurrencia para sismos. La serie de tiempo interevento para la sismicidad es considerada una herramienta muy importante para determinar cambios en el régimen de esfuerzos y para caracterizar patrones de sismicidad. En este trabajo, se compiló un catálogo de sismicidad homogéneo en tiempo y magnitud para el estado de Michoacán, obtenido de agencias nacionales y mundiales (SSN, CMT, etc) y partiendo del catálogo sísmico homogeneizado por F. R. Zúñiga y los publicados por Martínez-López y Mendoza (2015). A partir del análisis de los diferentes mecanismos focales reportados en la literatura y de estudios geológicos, se complementó la regionalización sísmica del estado de Michoacán partiendo de la presentada por Vázquez-Rosas (2013) y se determinaron los periodos de recurrencia para sismos dentro de las cuatro diferentes regiones sismotectónicas. Además se determinaron periodos estables para el valor b de la relación de Gutenberg-Richter utilizando las técnicas de Máxima Curvatura y EMR (Entire Magnitude Range Method), lo que nos permitió determinar periodos de recurrencia preliminares para la zona de subducción de 2.2 años para sismos de magnitud 5, para la zona B1 de 6 años para sismos de magnitud 4, para la zona B2 de 12 años para sismos de magnitud 4. Se está haciendo un análisis con EMR y se compararán dichos periodos de recurrencia con paleosismología. Además habiendo hecho un análisis de la serie de magnitud usando la Transformada Extendida de Fourier (XFT) usando el parámetro de potencia para determinar patrones de recurrencia, se pudo constatar la coherencia de los datos, es decir, a mayor magnitud, mayor potencia en la serie y viceversa. Actualmente se está trabajando en la determinación de patrones en las series de tiempo interevento con el fin de correlacionar los periodos de recurrencia obtenidos con la relación Gutenberg-Richter.

SIS-9

INCERTIDUMBRES DE MUESTREO EN LA ESTIMACIÓN AKI-UTSU DEL VALOR B DE G-R Y EL USO DE LA VEROSIMILITUD EN LA APLICACIÓN DE LAS ESTIMACIONES

Nava Pichardo Fidencio Alejandro¹, Torres Carreón Ivonne², Ávila Barrientos Lenin³, Zúñiga Ramón³ y Márquez Ramírez Víctor Hugo⁴

¹Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California, CICESE

²Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, BUAP

³Centro de Geociencias, UNAM

⁴SISVOC, Universidad de Guadalajara
fnava@cicese.mx

Es muy común la mala aplicación del método de Aki-Utsu para la estimación del valor b de la distribución Gutenberg-Richter al utilizar muestras no representativas de la distribución de magnitudes. La enorme variabilidad en estimaciones de b a partir de muestras insuficientes no permite aplicar correcciones para reducir la incertidumbre. Se propone el uso de estimaciones de verosimilitud para determinar los límites de incertidumbre de una estimación, para diferentes niveles de confiabilidad, en función del número de muestras. Dichos límites permiten establecer la significancia de variaciones en tiempo y/o espacio para estudios de b.

SIS-10

ANÁLISIS DE PELIGRO SÍSMICO EN BAJA CALIFORNIA SUR USANDO UN MODELO TEMPORAL DE RÉPLICAS

Ortega Roberto¹, Carciamaru Dana² y Quintanar Robles Luis³

¹Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE

²ORBIS CONSULTORES

³Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM
ortega@cicese.mx

Se presenta un estudio de Análisis Probabilístico de Peligro Sísmico (PSHA) en la parte sur de la Península de Baja California, México. El estudio se llevó a cabo para describir la amenaza sísmica de la región y analizar el peligro de algunos segmentos de fallas. Presentamos nuestros resultados en diferentes escenarios: a) utilizando todas las fuentes, b) sin la falla La Paz (WLP) y c) sin la falla de San José (WSJ). Además, se analizó la amenaza sísmica antes de la secuencia de Septiembre de 2012 usando un análisis probabilístico dependiente del tiempo, añadiendo la actividad que se produjo cerca de la bahía de La Paz. El terremoto del 1 de septiembre del 2012 (Mw = 6.9) activó un sistema muy productivo de las réplicas. Antes de esta secuencia la distribución de la fuente en la Isla Cerralvo cerca de bahía de La Paz no presentaba riesgo. Pero durante la secuencia, las réplicas aumentaron el peligro en la región. Durante el huracán Henriette la cantidad de réplicas aumentó, posiblemente debido a la influencia de la presión de poro causada por la saturación de agua, aumentando la tasa de actividad sísmica. En cuatro semanas el fenómeno tuvo su punto más alto, pero después de ese periodo la secuencia comenzó a desvanecerse. A largo plazo, la sismicidad en Cerralvo no era posible predecir, pero durante la secuencia sísmica, la distribución de réplicas se puede predecir usando un

modelo temporal de PSHA. Por lo tanto, es útil estimar el peligro sísmico durante las secuencias de réplicas. Se utilizó un modelo de densidad de probabilidad bi-variada para estimar la distribución de fuentes y se comparó con la distribución de rejilla (BIVAGRI). Hemos encontrado que es posible predecir una distribución fuente sobre usando la base de información estadística inicial. Durante la secuencia sísmica el análisis de PSHA se mejora mediante el reajuste de la distribución con un modelo de sismicidad de rejilla (grid) mientras la secuencia está evolucionando se reajusta utilizando un enfoque Bayesiano. En la etapa final de la distribución normal bi-variada es sustituida totalmente por el de rejilla.

SIS-11

ESTIMACIÓN DE LA MAGNITUD Y LOCALIZACIÓN EPICENTRAL DEL SISMO DEL 28 DE ABRIL DE 1841, PUNTA SANTA ELENA

Sosa Ramírez Rocío Lizbeth y Montalvo Arrieta Juan Carlos
Universidad Autónoma de Nuevo León, UANL
rociososarmz@gmail.com

El daño causado por sismos históricos es una fuente importante de información sobre la vulnerabilidad sísmica de una región y su estudio puede ser útil para validar estudios de riesgo sísmico. Desafortunadamente, las referencias disponibles sobre movimientos fuertes en regiones intraplaca son a menudo escasas, debido a que los sismos fuertes son poco frecuentes y muchas veces la poca información que se tiene se pierde con el tiempo. En este trabajo se realizó una recuperación, búsqueda y análisis de la información disponible sobre los efectos de sismos que ocurrieron en el pasado, a partir de relatos escritos en periódicos y libros. Se utilizó la escala de intensidad de Wood & Neumann (1931) para transformar los reportes antes mencionados en un valor de intensidad. Además, se recurrió al modelo de Bakun et al. (2003) para estimar la localización y la magnitud del evento más grande del que se tiene registro en documentos históricos para el NE de México. Este modelo puede ser utilizado para analizar sismos históricos con unas pocas intensidades macrosísmicas asignadas.

SIS-12

THE EARTHQUAKE OF 19 JUNE 1858 IN CENTRAL MEXICO: A LARGE (MW 7.6) CRUSTAL EARTHQUAKE IN THE TRANS MEXICAN VOLCANIC BELT

Suárez Gerardo
Instituto de Geofísica, UNAM
gersua@yahoo.com

The morning of 19 June 1858, central Mexico was shaken by a very large earthquake that caused severe damage in several inland towns and cities in central and western Mexico, which are usually not affected by large subduction earthquakes. Most of the damage due to the strong shaking was concentrated inland in the state of Michoacán, about 200 km from the subduction zone and to the west of Mexico City. The most affected locations were those near the capital city of Morelia. The earthquake was felt also very strongly in Mexico City, where numerous buildings and churches suffered damage. Gómez de la Cortina (1858) witnessed the earthquake in Mexico City and reports that during the 1858 event, the intensity and duration of the strong shaking were less than those observed in the case of the 7 April 1845 earthquake. The 1845 event (M 8) is a large subduction earthquake along the Mexican subduction zone. Based on macroseismic information, Figueroa (1987) suggests an epicenter of the 1858 earthquake located inland, on the Trans Mexican Volcanic Belt (TMVB), to the southwest of the city of Morelia, with magnitude M 7.5. More recently, Singh et al (1996) interpreted the 1858 earthquake as an in-slab event within the subducted Cocos plate with magnitude M 7.7. They suggest the 1858 earthquake is similar to the 6 July 1964 (Mw 7.3), taking place within the subducted Cocos plate, at depths of approximately 60 km. Singh et al (1996) discard a crustal location based on the premise that the high seismic attenuation in the Trans Mexican Volcanic Belt would generate a rapid decay in the amplitude of the seismic waves. Under this qualitative argument, these authors argue that the resulting strong ground motion in Mexico City would be too small to cause the observed damage. Here we present evidence of the formal inversion of the numerous macroseismic data available in the historical record that the 1858 earthquake is a crustal event in the TMVB. A marked minimum in the inversion indicates an epicentral location near Patzcuaro, Michoacan and a magnitude Mw 7.6. Although background seismicity is very low, the TMVB has been the site of several large crustal earthquakes. In the last 500 years of written records that exist in Mexico, several large crustal earthquakes in the TMVB are evidenced in the macroseismic data. The earthquake of 19 June 1858 is the largest earthquake reported in this geological province. The large magnitude of the 1858 earthquake highlights the seismic risk in this region of Mexico where over 40% of the population lives.

SIS-13

ESTIMACIÓN DEL MOVIMIENTO DEL TERRENO EN XALAPA, VERACRUZ DURANTE EL TEMBLOR DE XALAPA DE 1920 (M ~6.4) Y ALGUNOS TEMBLORES SIGNIFICATIVOS OCURRIDOS EN LA PLACA SUBDUCIDA

Córdoba Montiel Francisco¹, Singh Shri K.², Iglesias Arturo², Pérez-Campos Xyoli² y Sieron Katrin¹
¹Universidad Veracruzana, UV
²Instituto de Geofísica, UNAM
fcordoba@uv.mx

Se complementó un estudio previo de estimación de los movimientos del terreno en la ciudad de Xalapa, Veracruz, durante el sismo somero del 3 de enero de 1920 (M ~6.4). Este sismo estuvo localizado a una distancia epicentral de ~30 km. Para la realización de estos cálculos, se emplearon los datos un arreglo temporal de sismógrafos portátiles de banda ancha en nueve sitios en Xalapa y uno adicional en un sitio duro de referencia. En la evaluación reciente, se añadió una estación acelerográfica permanente del Instituto de Ingeniería de la UNAM (XALA). A partir de los registros de sismos, se estimó el efecto de sitio en cada uno de estos puntos, calculando los cocientes espectrales estándar (SSRs). En las estimaciones realizadas del movimiento del suelo, se consideraron los siguientes aspectos: (a) el modelo de fuente γ^2 de Brune, (b) el efecto de sitio obtenido de la técnica SSR, y (c) la aplicación de la teoría de vibraciones aleatorias (RVT). Además de hacerlo para este sismo, se obtuvieron los valores esperados de $A_{máx}$ y $V_{máx}$ para tres eventos históricos significativos ocurridos en la placa subducida y dos más recientes. Todos ellos fueron registrados en dos estaciones sísmicas y una estación acelerográfica permanente ubicadas en la zona de estudio. En el caso del sismo de Xalapa, los valores de $A_{máx}$ estimados para $\tau_s = 50$ bar se encuentran entre 100 y 200 cm/s^2 , excepto en dos puntos donde el efecto de sitio es muy grande y en los cuales los valores de $A_{máx}$ se ubican entre 300 y 600 cm/s^2 . En lo que corresponde a los valores estimados de $V_{máx}$, estos se encuentran comprendidos en su mayoría entre 10 y 20 cm/s ; sin embargo, en el punto con el mayor efecto de sitio es de ~40 cm/s . Para τ_s de 30 y 100 bar se producen aproximadamente la mitad y dos veces estos valores pico, respectivamente. De particular interés en este trabajo es el análisis de dos sismos moderados en la placa subducida que fueron registrados en Xalapa (Atoyac, 27 de abril de 2009, Mw 5.8; Puebla, 22 de mayo de 2009, Mw 5.6). Este revela que las ondas que atraviesan la cuña del manto, antes de llegar a las estaciones, son altamente atenuadas. Esta observación es congruente con un estudio previo de Singh et al. (2006). Este efecto puede ser el caso durante los sismos intraplaca de 1973 Orizaba (Mw 7.0), 1980 Huajuapán de León (Mw 7.0), y Tehuacán (Mw 7.0), para los cuales también se estimaron $A_{máx}$ y $V_{máx}$ en Xalapa.

SIS-14

MODELOS DE VELOCIDAD UNIDIMENSIONALES A PARTIR DE CURVAS DE DISPERSIÓN EN CUENCA NEUQUINA, ARGENTINA

Spagnotto Silvana Liz¹, Iglesias Arturo¹, Correa Sebastian², Nacif Andrés², Lupari Marianela², Sánchez Marcos¹, Nacif Silvana², Álvarez Orlando², Furlani Renzo², Lince Klinger Federico², García Héctor² y Ruiz Francisco²
¹Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM
²IGSV - Universidad Nacional de San Juan - Argentina
silvanaspagnotto@igeofisica.unam.mx

Se obtuvieron modelos de velocidad unidimensionales en la región de Añelo, ubicada dentro de la cuenca extensional Neuquina, la cual es muy conocida por ser la principal productora de hidrocarburos del cono sur, y ser la segunda reserva mundial de shale gas. Dicha cuenca, de tras-arco se originó en el margen occidental de Gondwana durante ciclos de extensión del Triásico superior y Jurásico inferior como una serie de depocentros aislados. La Universidad Nacional de San Juan – Argentina y la empresa estatal YPF S.A. desplegaron un experimento sísmológico temporario en el sector sur de la cuenca, en el Bloque Loma La Lata/Sierra Barrosa y en afloramientos aledaños, el cual se encuentra operativo desde fines del mes de Octubre de 2014. El equipamiento de las estaciones consta de Sismómetros Trillium 120P/PA de 3-componentes, very broadband y registradores Taurus. Con datos de este experimento y utilizando correlaciones cruzadas de registros de ruido sísmico entre pares de estaciones se obtuvieron curvas de dispersión a partir del método de Filtrado Múltiple (Dziewonsky, 1969; Iglesias et al., 2001) y con dos códigos diferentes que permiten diverso control en la determinación de los modos de propagación. Luego basándose en un esquema de cristalización simulada se invirtieron dichas curvas de dispersión en los períodos que van de 5 a 15 segundos y se obtuvieron los modelos de velocidad unidimensionales de cuatro capas entre pares de estaciones (Iglesias et al., 2012). Se espera poder realizar una inversión tomográfica utilizando el método Fast Marching Method (Rawlison y Sambridge, 2005) utilizando los valores de velocidad de grupo por período.

SIS-15

ANÁLISIS DE ONDAS SUPERFICIALES CON REGISTROS DE UNA RED PORTÁTIL EN EL VOLCÁN POPOCATÉPETL

Iglesias Arturo¹, Esquivel Mendiola Isabel², Escobedo-Zenil David², Real Pérez Jorge Arturo³, Martínez Montero Mauricio³, Caló Marco³, Legrand Denis³ y Méndez Miguel⁴

¹Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM

²Facultad de Ingeniería, UNAM

³Instituto de Geofísica, UNAM

⁴Facultad de Ciencias, UNAM

arturo@geofisica.unam.mx

Como parte del proyecto Banco de Estaciones Portátiles (BEST) financiado por el CONACYT, en mayo de 2015 se desplegó una red autónoma de estaciones portátiles de banda ancha en las faldas del volcán Popocatepetl. Éstas fueron instaladas en las poblaciones de Tepetitl, Mex. (TEPE), Atlixco, Pue. (ATLX), Ocutitico, Mor. (OCUI), San Andrés Calpan, Pue. (CALP) y San Jerónimo Tecuanipan, Mex. (TECU) obteniéndose una distancia entre estaciones que varía entre 10 y 45 km. Los equipos han operado de manera continua a una tasa de 200 sps y los datos han sido recolectados en periodos de aproximadamente 1.5 meses. En este trabajo se presentan los resultados preliminares del cálculo de las velocidades de propagación de ondas de Rayleigh obtenidas a través de correlaciones cruzadas de ruido sísmico. Con este fin los datos son decimados, filtrados, normalizados temporalmente y blanqueados espectralmente de acuerdo al procedimiento resumido en Bensen et al., 2007. Posteriormente, se obtuvieron curvas de dispersión a través del método de filtrado múltiple. Los resultados muestran variaciones sustantivas en la velocidad de grupo (p.ej. para un periodo T=5s las velocidades varían entre 1.8 km/s y 2.5 km/s) obteniéndose las velocidades más bajas al centro y norte y las más altas al sur del volcán.

SIS-16

ANÁLISIS DE LOS REGISTROS DE BANDA ANCHA EN UNA ZONA AL NORTE DE MÉXICO

Granados Iván¹, Aguirre González Jorge², Vergara Filiberto² y Robles Alejandra²

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²Instituto de Ingeniería, UNAM

igyota@gmail.com

De los registros continuos grabados con sensores Guralp CMG-6TD tri-axiales con respuesta plana entre 0.03 y 100 Hz, en una zona al norte de México, se hicieron diferentes análisis para extraer información útil para la caracterización del subsuelo contenida en los campos de ondas tele-sísmicas y de ruido sísmico. Los arreglos constan de 21 estaciones cada uno en forma de rombo, con una distancia máxima entre vértices de 4.48 Km de largo y 2.58 Km ancho; la distancia mínima entre estaciones es 647 m. Se implementó la metodología STA/LTA para la búsqueda automatizada de sismos, de la cual se obtuvo un catálogo sísmico local para cada uno de los dos arreglos instalados: A y B durante 6 y 5 días respectivamente, durante el mes de octubre de 2014. De estos sismos locales se usaron las codas para calcular la correlación entre pares de estaciones, con lo cual se evaluó la posibilidad de obtener la Función de Green respectiva, y compararla con la que se calculó con el ruido ambiental. De esta última se realizó también una tomografía sísmica para obtener un modelo 3D de velocidades. Por otro lado, se usaron registros tele-sísmicos en los dos arreglos para analizar patrones de anisotropía somera con base en el análisis de la polarización de las ondas S. Se generaron mapas donde se indica la orientación que tiene el campo de ondas de corte para mantener una polarización lineal, así como de la magnitud de los desfases de cada estación, relacionados con un cierto nivel relativo de anisotropía.

SIS-17

ANÁLISIS DE LA CORTEZA EN EL CENTRO-SUR DE MÉXICO

Rodríguez-Domínguez Miguel Ángel¹, Pérez-Campos Xyoli², Clayton Robert W.³, Montealegre Cázares Conrado¹, Córdoba Montiel Francisco⁴, Brudzinski Michael R.⁵, Cabral Cano Enrique² y Arciniega-Ceballos Alejandra²

¹Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM

²Instituto de Geofísica, UNAM

³California Institute of Technology

⁴Universidad Veracruzana

⁵University of Miami

miguel561a@gmail.com

La región centro-sur de México se encuentra constituida por cinco terrenos tectonoestratigráficos y la zona este de la Faja Volcánica Trans-Mexicana (FVTM), lo cual denota la compleja historia geológica que ha dado forma a la región. Reconstruimos funciones de receptor, obtenidas de estaciones sísmológicas temporales y permanentes instaladas en los estados de Puebla, Oaxaca y Veracruz, con un algoritmo de descomposición empírica de modos, el cual permite resaltar interfaces intermedias dentro de la corteza e identificar claramente la discontinuidad de Mohoróvich. Analizamos las señales reconstruidas para obtener modelos detallados de la estructura cortical estimando la profundidad de estas discontinuidades. La variación del espesor de la corteza parece consistente con la

división de los terrenos que conforman el área de estudio. El espesor del terreno Xolapa, ubicado a lo largo de la costa del océano Pacífico, varía entre 10 y 20 ± 4 km debido a un proceso de erosión, en la base de la corteza, provocado por la subducción de la placa de Cocos. Los espesores mayores, entre 30 y 45 ± 5 km, se observan sobre los terrenos Mixteco, Oaxaca y Juárez los cuales tienen un basamento de edad premesozoica y corresponden con las unidades geológicas más antiguas al igual que por debajo de la FVTM, en donde el engrosamiento posiblemente se deba a la acumulación de material en la base de la corteza debido del magmatismo de la región. Por su parte, el espesor del terreno Maya muestra un adelgazamiento, aproximadamente de 10 km, debido a la rotación que experimentó el bloque de Yucatán en el Jurásico y que dio como resultado el proceso de apertura del Golfo de México.

SIS-18

ESTUDIO DE LA SUBDUCCIÓN EN EL CENTRO-SUR DE MÉXICO USANDO ANÁLISIS NO-LINEAL Y NO-ESTACIONARIO (ACOMPEEMD) EN FUNCIONES DE RECEPTOR

Montealegre Cázares Conrado y Pérez-Campos Xyoli

Instituto de Geofísica, UNAM

cmontealegre@comunidad.unam.mx

El comportamiento de la subducción de la placa de Cocos en la placa de Norteamérica es complejo; presenta una geometría variable y otras características, como la presencia de una capa de baja velocidad entre la corteza continental y la placa subducida, donde ésta tiene un echado de subducción horizontal. Por otro lado, la Descomposición Empírica en Modos (EMD, Empirical Mode Decomposition) es una técnica de procesamiento y análisis de señales no-lineales y no-estacionarias que ha sido de gran utilidad en diversos campos del conocimiento. En este trabajo hemos realizado una modificación al método original de la EMD, al que hemos llamado Descomposición Empírica en Modos por Conjuntos Complementaria-Automática (ACompEEMD, Automatic Complementary Ensemble Empirical Mode Decomposition). Con este nuevo algoritmo se prescinde de la interacción humana en la elección de los parámetros necesarios en los algoritmos EMD anteriores, con lo cual se ha eliminado la incertidumbre que genera el criterio subjetivo del analista. Usamos la ACompEEMD en funciones de receptor (FR) como un filtro pasa-bandas adaptativo y automático. Al retroproyectar las FR filtradas se obtuvieron imágenes con diferente contenido frecuencial de la subducción en el centro-sur de México. En ellas se pueden identificar mejor las discontinuidades sísmicas correspondientes a la corteza y al manto superior. Además, usando la ACompEEMD se pudo realizar un análisis tiempo-frecuencia de alta resolución, el cual permitió identificar zonas donde la diferente respuesta en función de la frecuencia se atribuye a propiedades físicas del medio. Se observa una respuesta diferente entre el manto oceánico y el manto continental, lo que confirma sus propiedades elásticas diferentes y por tanto una composición distinta. De igual manera, la cuña del manto y una zona anómala debajo de la placa subducida son resaltadas, lo cual sugiere que estas zonas tienen propiedades físicas distintas a sus alrededores.

SIS-19

PERIODOS PREDOMINANTES Y LA ESTRUCTURA SOMERA DE LA VELOCIDAD DE CORTANTE EN EL ORIENTE DE LA CUENCA DE MÉXICO

Zepeda Fernández Diana Fiorella¹ y Rodríguez González Miguel¹

¹Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, Unidad Zacatenco, IPN

²Coordinación de Ingeniería Sísmológica, Instituto de Ingeniería, UNAM

fiorellazefr@gmail.com

El presente trabajo trata sobre los avances en la interpretación de un conjunto de 33 periodos predominantes de vibración del suelo estimadas mediante la técnica de cocientes espectrales H/V, del campo de ruido sísmico ambiental, en el oriente de la cuenca de México. La interpretación se hace a la luz (o cualquier otra metáfora de: guía, sendero, camino...) de las estructuras someras de la velocidad de cortante estimadas mediante el análisis de la dispersión de ondas sísmicas superficiales, obtenido precisamente en los sitios en donde se hicieron las mediciones de periodo dominante. Las profundidades de penetración máximas alcanzadas por los ensayos de sísmica son de 50 y 70 metros. Los periodos calculados a partir de la estructura de la velocidad de cortante son consistentemente menores a los observados en la parte sur del sitio, en donde los depósitos superficiales (DS) que se caracterizan por tener velocidades de propagación de ondas de corte muy bajas, entre 30 y 80 m/seg, tienen espesores mayores a 15 metros; mientras que, valores mayores de periodo se obtienen en sitios preferentemente ubicado en la zona norte en donde el espesor de los DS es de sólo una o dos decenas de metros. La relación entre los periodos predominantes observados y calculados en esta zona puede representarse como: Tobservada = 0.92 + 0.55 Tcalculada. El periodo dominante se encuentra mayormente afectado por los estratos superiores cuyas velocidades de corte son aproximadamente menores a 150-180 m/s; dichas capas corresponden a la Formación Arcillosa Superior (FAS). El periodo predominante estimado puede utilizarse en la zona de estudio como un 'proxy' de la VS(30), puesto

que encontramos que ambos están relacionados linealmente como: $Vs(30) = 99.59 - 18.29 T$ calculado.

SIS-20

ESTUDIO TEÓRICO Y COMPUTACIONAL DE LA ANISOTROPÍA SÍSMICA: APROXIMACIÓN AL ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE LOS MATERIALES DEL SUBSUELO COLOMBIANO, CASO CUENCA DEL VALLE MEDIO DEL MAGDALENA

Munoz Garcia Andres Mauricio¹, Munoz Julio¹ y Montes Vides Luis Alfredo²

¹Instituto Tecnológico Metropolitano, ITM
²Universidad Nacional de Colombia, Bogotá
andresmm63@gmail.com

El comportamiento de los materiales del subsuelo al paso de una onda mecánica como la causada por un terremoto, el experimento de exploración de hidrocarburos por sísmica de reflexión, y hasta el tipo de ondas consideradas en el estudio de capas profundas por sísmica de refracción, será mejor entendido e interpretado siempre que los métodos teóricos y computacionales empleados en el modelado y el tratamiento de datos sean cada vez más realistas. Considerar que los materiales en el subsuelo presentan un comportamiento anisótropo de la velocidad de propagación de ondas mecánicas, ha permitido mejorar la interpretación de los datos obtenidos del experimento de reflexión, de refracción, y hasta puede contribuir en el estudio de terremotos. Este trabajo muestra los resultados teóricos y computacionales de la propagación de ondas en medios elásticos con simetría hexagonal, eje de simetría vertical (vertical transverse isotropic médium, VTI), y eje de simetría horizontal (horizontal transverse isotropic médium, HTI), esquema numérico e implementación numérica y computacional de la ecuación de onda por el método de diferencias finitas usando Seismic Unix (SU) y programación en C. Los resultados incluyen el modelado de la ecuación de onda, procesamiento de los datos, inversión y migración, considerando modelos geológicos de deposiciones sedimentarias con estructura simple y abrupta, modelo de velocidades de onda P, onda S, y parámetros de anisotropía débil. Aunque este trabajo es una aproximación teórica y computacional al método ya descrito, considera aplicaciones reales como el caso de la cuenca sedimentaria del valle medio del Magdalena en Colombia, con evidencias reales de anisotropía sísmica tipo VTI por reservorios de Shale, y HTI por reservorios fracturados.

SIS-21

BÚSQUEDA DE SISMOS NO IMPULSIVOS A ESCALA REGIONAL, CASO DE ESTUDIO: DORSAL DEL PACÍFICO ORIENTAL

Solano Ericka Alinne¹, Hjørleifsdóttir Vala², Liu Qinya³ y Rodríguez Cardozo Felix Rodrigo¹

¹Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM
²Instituto de Geofísica, UNAM
³Toronto University
alierika@gmail.com

Tradicionalmente se usa el arribo de ondas P para la detección de sismos. Sin embargo, existen eventos que son de baja amplitud de onda P que pasan sin ser encontrados por las redes sismológicas. Algunos de los ejemplos de eventos que generan sismos no impulsivos son los deslizamientos, los colapsos de caldera y los deslizamientos de grandes masas de hielo. También se han reportado este tipo de sismos peculiares en zonas de dorsales oceánicas. Ekström (2006) desarrolló un método para identificarlos a escala global usando ondas superficiales, sin embargo, el rango de magnitud de los eventos detectados con este método es mayor a 4.8. El propósito de nuestra metodología es identificar eventos no impulsivos a una escala regional y de menor magnitud. Nuestro procedimiento usa los métodos adjuntos y se basa en la correlación cruzada de formas de onda completa, con la respuesta del tensor de momento en localizaciones de prueba definidas. La región de estudio es a lo largo de la dorsal del Pacífico oriental en territorio mexicano ya que ahí se han reportado sismos no impulsivos de magnitud 5. Las zonas estudiadas hasta ahora son el área comprendida entre la zona de fractura de Siqueiros y Clipperton y el Golfo de California. El periodo de estudio en el Golfo de California es de julio a septiembre de 2015. En la otra zona de estudio cercana a la 9°N analizamos los meses de mayo y junio de 2016 y encontramos 3 nuevos eventos que no han sido reportados por algún servicio sismológico.

SIS-22

RESOLUTION ANALYSIS FOR EARTHQUAKE KINEMATICS INVERSION

Tago Josué¹, Métivier Ludovic², Brossier Romain² y Virieux Jean²

¹Facultad de Ingeniería, UNAM
²ISTerre, Univ. Grenoble Alpes
josue.tago@gmail.com

Until recently, little attention has been devoted to the assessment of the quality of the solution in most geophysical inverse problems. The clear difference between

optimal solutions, obtained by different proposed algorithms, has driven researchers interest to not just get a solution but to state its confidence in it. For earthquake kinematics inversion, the uncertainty quantification has been very little explored. However the research community has clearly pointed out that it is a main research topic because of the different solutions obtained in some specific benchmarks (Mai et al. (2016)). The purpose of an earthquake kinematics inversion is to get the slip-rate time-space history using the seismograms available. A simple way to evaluate its resolution length is to perform a checkerboard test. However multiple tests must be done in order to identify the specific resolution length in different regions of the solution. Fitchner and Van Leeuwen (2015) have proposed to use random probing techniques for resolution analysis. They have pointed out that the Hessian acts as a smoother of random functions which carry information of the resolution. In this work we showed how to perform a resolution analysis for earthquake kinematics inversion based on stochastic probing of the Hessian operator. The strategy is to compute the Hessian vector product of some random vectors, then perform the autocorrelations of the product vectors and finally average all the autocorrelations to get the resolution lengths. The Hessian vector product is done through a second-order adjoint strategy that allows to avoid the explicit Hessian computation.

SIS-23

MECANISMO FOCAL DEL PRIMER SISMO DEL EVENTO COMPLEJO DEL 4 DE ABRIL DEL 2010, MW 7.3, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO

Frez José, Nava Pichardo Fidencio Alejandro, Munguía Orozco Luis, Acosta Chang José Guadalupe, Carlos Jaime y García Rosalía
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California, CICESE
jofrez@cicese.mx

El evento El Mayor-Cucapah del 4 de abril de 2010 consistió en un primer sismo MW 6.3 que precedió por 15 s al principal MW 7.3. Esta presentación se refiere exclusivamente a este primer sismo del cual Wei et al. (2010) determinaron su mecanismo focal a partir del análisis de sismogramas de ondas P tele sísmicas. Ellos obtienen un mecanismo normal, muy de acuerdo al sistema transtensivo regional. Sin embargo, el uso del signo de la primera fase de la onda P de las redes regionales (RESNOM, SCSN, RANM) nos entrega un mecanismo focal de rumbo izquierdo con un plano nodal casi NS y un pequeño echado. Para una mayor verificación, tomamos las determinaciones hipocentrales publicadas de RESNOM y SCSN además de las nuestras (HYPO71, con y sin correcciones de estaciones además de HYPODD) y calculamos el mecanismo focal para cada uno de estos hipocentros. El rango de profundidad está entre 1.4 y 10 Km. y hay cambios pequeños en los epicentros. Todas ellas producen, con pequeñas variaciones, el mismo mecanismo focal de rumbo izquierdo ya mencionado. Adicionalmente, presentamos mecanismos focales de varios eventos ocurridos en una elongada región en cuyo extremo S ocurrió el primer sismo: i) una fuerte actividad previa desde 1988 que incluye el sismo de Laguna Salada del 2002; ii) la actividad premonitora de unas pocas horas antes de la ocurrencia del evento del 2010, y iii) la actividad de réplicas del evento MW 7.3. En todos estos mecanismos focales, predominan los de rumbo izquierdo con un plano nodal aproximadamente NS. Concluimos que esta región NS, que corresponde aproximadamente al borde E de la Sierra El Mayor, tiene un campo local de esfuerzos que produjo los mecanismos focales ya descritos y que no concuerdan con el sistema regional transtensivo del norte de BC. La evidencia que presentamos indica que el primer sismo del evento del 2010 se debe a este campo local de esfuerzos.

SIS-24

CALIBRACIÓN DE MAGNITUD DE CODA PARA SISMOS OCURRIDOS EN LA REGIÓN DE BAJA CALIFORNIA, MÉXICO

Bello Segura Delia Iresine y Grupo de trabajo Servicio Sismológico Nacional
Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM
delia@sismologico.unam.mx

El Estado de Baja California Norte presenta gran actividad sísmica debido a la interacción de los límites de las placas tectónicas conocidas como la Placa del Pacífico y la Placa de Norteamérica, donde una se desliza rozando contra la otra. El desplazamiento de la Placa del Pacífico con respecto a la Placa de Norteamérica es del orden de 3 a 4 cm por año. Al interior del estado se encuentra un sistema de fallas activas transformantes responsables de la mayor parte de actividad sísmica en la región. Por otro lado, en el límite entre la placa tectónica del Pacífico y la placa de América del Norte se encuentra el Golfo de California, esta frontera consiste en una secuencia de fallas de transformación la sismicidad en esta región presenta mecanismos de desplazamiento lateral derecho, además se caracterizan por ser sismo de poca profundidad. Del catálogo sísmico del Servicio Sismológico Nacional se ha observado que el cálculo de la magnitud está sobreestimada comparado con el reportado por USGS y CICESE, razón por la cual se realizó la calibración de magnitud de coda para sismos ocurridos en esta región. La calibración se realizó comparando las magnitudes reportadas por USGS con las reportadas por el SSN, se graficaron ambos valores y la distancia hipocentral. Se obtuvieron los coeficientes de la ecuación de magnitud coda válida para esta región, empleando las estaciones SP1G, TJ1G, MB1G, y SR1G. La expresión encontrada es válida para un rango de magnitudes entre 2.5 y 4. Además se incluyeron los valores en el

archivo STATION0.HYP de SEISAN para determinar las magnitudes ajustadas de los eventos reportados por el SSN.

SIS-25 CARTEL

ALGORITMO QUE ANALIZA EL GRADO DE FRACTURAMIENTO

Chacón Hernández Francisco y Zúñiga Ramón
 Centro de Geociencias, UNAM
 chacon@geociencias.unam.mx

En este trabajo se propone un algoritmo que analiza el fenómeno de birrefringencia para obtener una aproximación de la densidad de fracturamiento existente en estratos de la corteza terrestre, así como su posible saturación de fluido, todo esto es realizado a partir del análisis de las fases sísmicas en datos sintéticos y observados. El algoritmo consiste en analizar las componentes vertical, radial y transversal de cada evento sísmico para obtener: 1) el campo de ondas S a partir de la matriz de covarianza, 2) la separación del campo de ondas S en una onda S rápida y de la onda S lenta (birefringencia) usando el método de correlación cruzada, 3) la magnitud de birrefringencia y su polarización, 4) proposición de un modelo directo de velocidades y densidades para un modelo elástico isótropo y heterogéneo con fracturamiento vertical, usando las constantes de lame para las diferentes estratos propuestos. Esto permite obtener una relación de los tiempos de arribo de las ondas P, S rápida (S1) y S lenta (S2), que se ajustará a los tiempos de las fases de los eventos sísmicos observados, y así obtener los parámetros de Thomsen de grado de anisotropía y densidad de fracturamiento, y 5) la saturación de fluidos en el interior del fracturamiento. El algoritmo nos permite de igual manera analizar el factor de atenuación de la traza sísmica generada por el nivel de fracturamiento en la corteza.

SIS-26 CARTEL

THE STRUCTURE OF THE TRES VIRGENES GEOTHERMAL FIELD USING THE DOUBLE DIFFERENCE TOMOGRAPHY METHOD

García Vilchis Verónica¹, Calò Marco² y Lermo Samaniego Javier Francisco²
¹Instituto Politécnico Nacional, IPN
²Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM
 v.e.v.i@hotmail.com

Aunque se han realizado diversos estudios para conocer la estructura del campo geotérmico de Tres Vírgenes, este es un campo que aún no cuenta con la información necesaria para explotarlo en toda su capacidad. Por lo que se pretende inferir características sísmo-tectónicas mediante la tomografía de la doble diferencia (Zhang and Thurber 2003). Proyecto que para llevarse a cabo fue necesario revisar datos previamente picados identificando nuevamente el inicio de fase de las ondas de cuerpo de una forma más estricta para una mejor precisión al momento de la inversión realizada bajo el método de la doble diferencia. Además para las estaciones donde se identificaron problemas de reloj se corrigieron los tiempos usando el método de la correlación de ruido sísmico y de las fases de sismos lejanos. El método de doble diferencia como su nombre lo dice, se basa en la diferencia (resta) de tiempos de arribo de dos sismos cercanos, registrados en la misma estación, por lo que podemos considerar que son generados en la misma región focal pues las características del trayecto del rayo serán similares (velocidad, camino recorrido, etc). Y de esta forma se obtiene los datos necesarios para calcular modelos de velocidad sísmica y hacer la interpretación de las estructuras.

SIS-27 CARTEL

STRUCTURE OF THE LAS TRES VÍRGENES GEOTHERMAL FIELD (BAJA CALIFORNIA, MÉXICO) BY TOMOGRAPHY BASED ON CROSS-CORRELATION OF SEISMIC NOISE

Ramos Avila Valente, Calò Marco y Lermo Samaniego Javier Francisco
 Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM
 valente_rav@hotmail.com

Es importante en un campo geotérmico conocer e identificar lo mejor posible la estructura del reservorio. Esto permitirá identificar áreas objetivo y planear la explotación el yacimiento; Lo cual conllevará a reducir costos, estimar riesgos y maximizar la eficiencia del yacimiento. Unos de los campos geotérmicos actualmente operando en México es el de Las Tres Vírgenes (LTV) situado en la cuenca de Santa Rosalía, Baja California, México. Sin embargo, la información disponible actualmente no permite una adecuada caracterización de la estructura. LTV en un complejo volcánico del cuaternario, la zona es tectónicamente activa y de régimen extensivo. Cuenta con una red de sismógrafos de banda ancha de tres componentes que registran los movimientos del suelo a un muestreo de 100[Hz]. En este trabajo se presenta un estudio tomográfico mediante correlación de ruidos sísmico como técnica complementaria en el entendimiento del campo. Para esto se utilizaron los registros correspondientes a las diez estaciones que grabaron durante el 2012. Se buscaron sismos lejanos y se graficaron correlogramas para corregir los problemas de reloj observados en varias estaciones. Una vez corregidos los relojes se recalcularon las correlaciones entre cada par de estaciones y se apilaron

reconstruyendo la función empírica de Green. Finalmente se realizó una inversión tomográfica de ondas de Rayleigh para determinar un modelo de velocidades.

SIS-28 CARTEL

ANÁLISIS DE LOS DATOS SÍSMICOS DE BANDA ANCHA EN EL CAMPO GEOTÉRMICO DE LOS HUMEROS, PUEBLA

Granados Iván¹, Calò Marco¹ y Lermo Samaniego Javier Francisco²
¹Instituto de Geofísica, UNAM
²Instituto de Ingeniería, UNAM
 igyota@gmail.com

Dentro de la exploración de la energía geotérmica, el uso de diferentes métodos geofísicos nos brinda una mayor capacidad de entendimiento de los procesos físicos involucrados en un sistema geotérmico. Se muestran los avances alcanzados a la fecha en este proyecto, el cual tiene como objetivo general la integración de ambas metodologías para la identificación de zonas con alto potencial de permeabilidad y contenido de fluidos geotérmicos. Se muestran los resultados preliminares del análisis hecho a los registros continuos de banda ancha de la Red Sísmica de Los Humeros (RSH), se analizó la factibilidad de usar ruido sísmico para recuperar la Función de Green entre los diferentes pares de estaciones. Así mismo, con registros tele-sísmicos se estudiaron las variaciones en la polarización de la fase de onda S para observar posibles patrones someros de anisotropía.

SIS-29 CARTEL

ANÁLISIS DE LA SISMICIDAD EN EL VOLCÁN TORFAJÖKULL, ISLANDIA

Díaz Doris¹, Hjorleifsdóttir Vala¹ y Jónsdóttir Kristín²
¹Instituto de Geofísica, UNAM
²Iceland Met Office
 arlechi90@gmail.com

Torfaejökull es un volcán riolítico con una caldera de 12 km de diámetro y abundante actividad geotérmica de alta temperatura. Está localizado en la zona neovolcánica al sur de Islandia, en la unión de la zona de apertura este y la zona sísmica del sur de Islandia (una zona de fallas de cizalla). Torfaejökull presenta sismicidad permanente a pequeña escala (Lippitsch et al., 2005), con eventos de alta frecuencia al oeste de la caldera y de baja frecuencia al sur de la caldera (Einarsson, 1991; Soosalu & Einarsson, 1997). Soosalu & Einarsson (2004) mencionan que la sismicidad ocurre en enjambres difíciles de detectar pues son muy pequeños, y tanto la onda P como la S son emergentes; además de que la mayoría de los eventos se originan entre los 6-10km debajo de la parte sur de la caldera. Estos eventos son de baja frecuencia y están relacionados a magma activo, mientras que los de alta frecuencia se relacionan al enfriamiento hidrotermal de otro volumen de magma. En este trabajo clasificamos las señales volcano-sísmicas (VT, LP, HB, explosión), usando el catálogo de eventos, y las formas de onda asociadas, a los años 1991-2015 del Instituto Meteorológico de Islandia (IMO). Interpretamos la distribución de los eventos en espacio y tiempo en términos de los posibles procesos volcánicos involucrados.

SIS-30 CARTEL

INTERPRETACIÓN DE LA LEY DE OMORI: UNA PERSPECTIVA NUMÉRICA

Alcántara Méndez Xavier Kevin, Vázquez Báez Víctor Manuel, Rubio Arellano Ana Beatriz, Saldaña Arenas Juan José, Rodríguez López Laura Judith y Gómez Flores Octavio
 Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, FI-BUAP
 xavier.alcantara@alumno.buap.mx

En este trabajo presentamos un estudio numérico que nos lleva a entender la generalización de la Ley de Omori para el estudio de las ondas de choque generadas por un sismo, el caso analítico idealizado nos recuerda a la expresión que describe el decrecimiento del plasma ionosférico debido a la recombinación de cargas. Como es bien sabido, durante un sismo después de la ocurrencia de la onda de choque principal, la fuente de un terremoto se comienza a relajar, por decirlo de alguna manera se "enfriará". La fuente, que es un sistema muy altamente no-lineal, sufre una serie de procesos que se manifiestan por una actividad auto sustentada después del choque, las frecuencias de las ondas de choque subsiguientes decrecen de forma hipérbolica según la Ley de Omori, que es un caso linealizado e idealizado de la actividad real de los choques subsiguientes, pero que describe razonablemente la dinámica del sistema. En particular utilizamos la formulación de dicha ley en la forma de ecuación diferencial, misma que resolvemos numéricamente con condiciones iniciales adecuadas para describir las ondas de choque secundarias en diferentes ubicaciones geográficas y que permiten tomar en cuenta el carácter no estacionario de la fuente. [1] W. Friedemann (Ed.), Perspectives in modern seismology. Springer. 2005. [2] S. Stein and M. Wyession, An Introduction to seismology, earthquakes and Earth structure. Blackwell Publishing. 2003. [3] A. V. Guglielmi. Interpretation of the Omori law. arXiv: 1604.07017 (2016).

SIS-31 CARTEL

ORIENTACIÓN REAL DE SISMÓMETROS DE LA RED DE BANDA ANCHA DEL SERVICIO SISMOLÓGICO NACIONAL POR MEDIO DEL ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES Y POLARIZACIÓN DE ONDAS RAYLEIGH

Pérez-Velázquez Miguel A.¹ y Pérez-Campos Xyoli²¹Facultad de Ingeniería, UNAM²Instituto de Geofísica, UNAM
vanselhing@hotmail.com

En la sismología moderna, diversos estudios tales como, la inversión de mecanismos focales, funciones de receptor, modos normales, análisis de ondas superficiales o cualquier otro estudio que involucre la rotación de ejes coordenados, serán afectados por una mala orientación del sismómetro con respecto al norte verdadero. Por esta razón es fundamental conocer la orientación real de las estaciones que conforman la Red de Banda Ancha (RBA) del Servicio Sismológico Nacional (SSN). Típicamente un ingeniero de campo determina la orientación del sensor durante la instalación del sismómetro encontrando el norte verdadero. La forma más común y barata de orientar el sensor es con una brújula magnética; sin embargo, este método produce un error significativo, debido a la influencia de materiales magnéticos cercanos a la estación. El método más preciso para orientar un sismómetro es por medio de un giroscopio de fibra óptica pero el costo y el tamaño del equipo restringe su uso para distintos sitios. En este trabajo se busca conocer la orientación real del sismómetro en las estaciones de la RBA por medio de dos algoritmos: 1) del análisis de componentes principales, usando el algoritmo propuesto por Wang (2016); y por medio de la polarización de ondas Rayleigh, usando el algoritmo de Chael (1997) y Selby (2001), el cual compara la forma de onda de la componente radial con la transformada de Hilbert de la componente vertical. ; 2) análisis de componentes principales, usando el algoritmo propuesto por Wang (2016). Se obtuvieron resultados para 57 estaciones utilizando el algoritmo de polarización de ondas Rayleigh, se obtuvieron resultados para 57 estaciones utilizando eventos con magnitud mayor de 7 y profundidad menor de 100 kilómetros para el algoritmo de polarización de ondas Rayleigh, mientras que para el análisis de componentes principales se utilizaron eventos con magnitud mayor de 5.5 y distancia entre 5° y 90°. En algunos casos para algunas estaciones se contó, se ha podido verificar la estimación obtenida con el valor información medido en sitio mediante un giroscopio, pudiendo compararlo con la estimación obtenida. En todos los casos se teniendo tuvo una buena congruencia entre ellos con las mediciones en campo y la estimación realizada con el algoritmo de ondas superficiales. Finalmente, se buscará obtener una estimación más robusta por medio del análisis de componentes principales, utilizando eventos con magnitud mayor a 5.5 y distancia entre 5° y 90°.

SIS-32 CARTEL

RED SISMOLÓGICA TEMPORAL GECO (GEOMETRY OF COCOS)

Mendoza Carvajal Antonio de Jesús¹, Pérez-Campos Xyoli², Clayton Robert W.³, Córdoba Montiel Francisco⁴, Real Pérez Jorge Arturo⁵, Rodríguez-Domínguez Miguel Ángel⁶ y Martínez Montero Mauricio²¹Servicio Sismológico Nacional, IGEOF, UNAM, SSN²Instituto de Geofísica, UNAM³California Institute of Technology⁴Observatorio Sismológico y Volcanológico, Centro de Ciencias de la Tierra, Universidad Veracruzana⁵Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM
antonio@sismologico.unam.mx

La República Mexicana es un país sísmicamente activo, especialmente la región centro-sur de México, donde se tiene una complejidad tectónica reflejada en los cambios de la geometría de la placa de Cocos a lo largo de los márgenes de convergencia. Con base a lo anterior y para lograr un mejor conocimiento de estas condiciones, surgió la necesidad de implementar una red de estaciones sismológicas temporales, con la robustez que hagan frente a los diferentes factores de suelo y clima pertenecientes a cada región a instalar y con los estándares de calidad necesarios para obtener registros fidedignos de los diferentes eventos sísmicos de interés que den como consecuencia, la realización de estudios diversos. La Red Sísmica GECO (Geometry of Cocos) ha operado en dos etapas. La primera se constituyó de un arreglo de 11 estaciones sismológicas con una cobertura en las regiones de Puebla, Oaxaca y Veracruz. Activa entre marzo de 2013 y enero de 2015. La segunda etapa inició funciones en marzo de 2015 y se conforma de 15 estaciones con una distribución más amplia dentro de esos tres estados. Una característica importante del arreglo es que algunas estaciones cuentan con una comunicación en tiempo real por medio de enlaces celulares. El diseño de este esquema de comunicaciones permite la observación, operación, mantenimiento y manejo de los datos sísmicos de forma eficiente. Los datos de esta red han permitido estimar el espesor de la corteza y delinear la geometría de la placa de Cocos en la región.

SIS-33 CARTEL

CARACTERÍSTICAS DE LA SISMICIDAD MEXICANA DE 2000 A 2016: VISTO POR EL SERVICIO SISMOLÓGICO NACIONAL (SSN)

Espíndola Víctor Hugo y Grupo de trabajo Servicio Sismológico Nacional
Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM
victore@sismologico.unam.mx

En la República Mexicana durante el presente siglo se han registrado setenta sismos con $M = 6.0$ y siete de estos con $M = 7.0$, sismos que de una u otra manera han afectado de forma significativa el comportamiento cotidiano de sus pobladores, sin embargo la ocurrencia de algunos sismos de magnitudes pequeñas ($M < 4$), también han afectado algunas comunidades del país. Por otro lado, actualmente la red de estaciones del Servicio Sismológico Nacional es el resultado de un esfuerzo continuo por aumentar el número de estaciones distribuidas a lo largo de todo México, de tal forma que la cantidad de registros sísmicos generados, ha aumentado considerablemente, contando entonces con mayor información de regiones con actividad sísmica que antes pasaba desapercibida. En este trabajo se analizan algunas características de los sismos más importantes (por sus efectos) ocurridos en el periodo 2000 a 2016, independientemente de su magnitud. Adicionalmente se hace un resumen de los cambios y avances más importantes del SSN durante este periodo de tiempo.

SIS-34 CARTEL

REGIONALIZACIÓN SÍSMICA DEL ESTADO DE MICHOACÁN

Vázquez Rosas Ricardo¹, Aguirre González Jorge², Lomnitz Cinna¹, Garduño Monroy Víctor Hugo³ y Ramírez Guzmán Leonardo²¹Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM²Instituto de Ingeniería, Ingeniería Sismológica, UNAM³Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra, UMSNH
rvazquezrunam@gmail.com

En México es un país con regiones sísmicamente activas, principal mente la zonas que están junto al pacífico donde se localiza la zona de subducción, en este trabajo nos enfocamos en el estado de Michoacán, ya que este no ha sido del todo estudiado en los últimos 30 años después del sismo de Michoacán de 1985. El primer paso más importante es conocer de la región cuales son las zonas con mayor sismicidad dentro del estado y una manera de ellas es realizando la regionalización de Michoacán identificando las fuentes generadoras de sismos así como donde ocurren con mayor frecuencia. Si pudiéramos conocer cada uno de los factores que influyen en la sismicidad y describir cada punto del terreno, cada ruptura, cada roca, etc., entonces podríamos describir de manera analítica el proceso sísmico y predecir la ocurrencia de los terremotos como la de los eclipses. Desgraciadamente el número de parámetros es tan enorme que no podemos llegar a una descripción exacta; sin embargo, podemos aprovechar las propiedades estadísticas para evaluar probabilidades, aun en el caso de sistemas pequeños como una zona sísmica particular. Aquí el problema es de nuevo el de la falta de datos, pues si bien los catálogos de la sismicidad de todo el país contienen un número grande de datos, los referentes a una zona en particular son pocos. Es necesario instrumentar adecuadamente las zonas sísmicas de Michoacán y de algunas zonas de la república mexicana para poder contar con un número mayor de observaciones que permitan obtener resultados estadísticamente confiables. En este trabajo se realizó recopilación de los datos epicentrales de 1970 al 2012, y con ellos se realizó un estudio estadístico y se relacionó los datos epicentrales gráfico utilizando datos reportados por el Servicio sismológico Nacional y del catálogo del IRIS así como también de algunos datos del instituto de ingeniería UNAM. Donde se usaron datos sismos de igual y superiores a $M=4$. Graficándose estos en función con la profundidad y con ello se graficaron y se hizo una superposición las fallas del estado y con ello se dividió en 4 zonas sísmicas en función de las fallas y de la sismicidad localizada. La Zona A se localiza dentro del conjunto de fallas del Bloque Michoacán, así como parte de la zona de subducción en las costas del estado. La sismicidad en esta zona es alta. La Zona B-1 se localiza entre los límites de Jalisco y Michoacán en el conjunto de fallas llamada depresión Tepalcatepec y límites con la fractura Jorullo-Tacambaro. En este sitio la sismicidad es relativamente moderada. La Zona B-2 se localiza en los límites de Michoacán y Guerrero, dentro del complejo de fallas Michoacán Oaxaca, y las fallas Zitzio y Villa de Santiago. Con sismicidad relativamente moderada. La Zona C se localiza en los límites de Guanajuato, Querétaro y Estado de México, dentro del complejo de fallas Acambay y el sistema de fallas Morelia. Con sismicidad relativamente baja.

SIS-35 CARTEL

MONITOREO DE ACTIVIDAD SÍSMICA CON EL SISMÓGRAFO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA - BUAP

Martínez Mirón Yleana Claudia, González Guevara José Luis, Castillo Román José y Carapia Pérez Miguel
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, BUAP
yleanamtz@yahoo.com.mx

En Mayo 2014 se instaló un sismógrafo de la marca GURALP SYSTEMS (modelo 40 T) en la Facultad de Ingeniería de la BUAP. A partir de entonces se inició el monitoreo tanto del ruido sísmico generado por la actividad antropogénica alrededor de la estación sísmica, así como de los eventos sísmicos de la zona. Sin embargo, el sismógrafo ha sufrido algunas fallas técnicas de tal modo que sólo a partir de 2015 ha registrado de manera continua. A lo largo de este tiempo se ha podido registrar eventos provenientes principalmente de los estados de Guerrero y Oaxaca e inclusive algunos provenientes del estado de Veracruz. Adicionalmente se han logrado registrar dos eventos telesísmicos, uno en 2014 y otro en 2015. Sin embargo, la contaminación por ruido antropogénico es alta, de tal modo que para los eventos nacionales, los eventos que pueden distinguirse del ruido sísmico deben rebasar la magnitud de aproximadamente 4.8. Con el análisis espectral de las señales registradas durante este tiempo se ha podido determinar que el sitio de localización de la estación sísmica no es adecuado; se superan las curvas promedio para el modelo de ruido de Peterson a frecuencias bajas, rango donde además encontramos las mayores amplitudes de los eventos sísmicos. Los periodos del año en los que estas curvas no son superadas son: los periodos vacacionales (semana santa, verano y decembrinas), o durante las noches (desde las 22:00 hrs de un día y hasta las 5:30 hrs del siguiente día). Esto significa que a pesar de que se registre actividad sísmica de origen tectónico, es difícil separarla del ruido antropogénico, por tanto se propone localizar al sismógrafo en un nuevo sitio alejado de Ciudad Universitaria puesto que toda esta zona tiene alto grado de vibración sísmica de origen antropogénico.

SIS-36 CARTEL

MEDICIONES DE ANISOTROPÍA EN CORTEZA USANDO TREMOR TECTÓNICO EN GUERRERO

Huesca Pérez Eduardo¹, Valenzuela Raul W.² y Ortega Roberto¹
¹Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE La Paz
²Instituto de Geofísica, UNAM
ehuesca@gmail.com

En este trabajo presentamos nuevas mediciones de anisotropía en la corteza continental en el norte de Guerrero utilizando señales de tremor tectónico. Por su baja sismicidad cortical, no había sido posible hacer mediciones de anisotropía en corteza sino hasta ahora. La alta actividad de tremor tectónico que se registra permanentemente en el área (llamado "Sweet Spot") abre una oportunidad para estudiar la estructura anisótropa de la corteza. El estudio emplea criterios de polarización y métodos clásicos de anisotropía (e. g. Silver y Chan, 1991; Bostock y Christensen, 2012; Huesca-Pérez y Ghosh, 2015) en donde se procesan sismogramas de banda ancha de tres componentes. Los resultados muestran que la magnitud de la anisotropía se encuentra dentro del rango de 0.07 s a 0.36 s. Estos valores son similares a los que se observan típicamente en la corteza. Como no hay información sobre el campo de esfuerzos en la región del Sweet Spot, se estudió el campo en los alrededores. El estado de esfuerzos al norte y al sur del área de estudio muestra que las direcciones del máximo esfuerzo compresivo tienen en promedio orientaciones E – W. Las direcciones rápidas muestran, en promedio, acimuts orientados NE – SW y por lo tanto son oblicuas a las direcciones de los esfuerzos compresivos. Por consiguiente, el campo de esfuerzos no pareciera ser la causa principal que controla la estructura anisótropa. Sin embargo, diversos factores como por ejemplo deformaciones no-lineales en la corteza inducidas por sismos lentos; variaciones en la presión de poro; la mineralogía de la corteza profunda; y/o foliaciones superficiales y schistosity? podrían estar influenciando el patrón anisótropo. Las observaciones muestran que, en general, las direcciones rápidas tienden a ser paralelas a foliaciones Laramídic y Terciarias cuyos acimuts están orientados, en general, al NNE – SSW. Este sistema de foliaciones está conformado por schist de bajo grado y es probable que estas estructuras estén controlando la anisotropía observada en el Sweet Spot en Guerrero.

SIS-37 CARTEL

GENERACIÓN NUMÉRICA DE SISMOGRAMAS

Saladaña Arenas Juan José, Vázquez Báez Víctor Manuel, Rubio Arellano Ana Beatriz, Rodríguez López Laura Judith, Alcántara Méndez Xavier Kevin y Gómez Flores Octavio
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, FI-BUAP
juan.saldana@alumno.buap.mx

En este trabajo se presenta un modelo numérico simple para generar sismogramas sintéticos, mediante una aproximación del paquete de onda sísmica en términos de una suma infinita ponderada de modos normales de vibración, cada uno de los cuales representa una onda estacionaria. Dicho sismograma sintético se generará mediante una rutina computacional que calcule dicha suma para un número grande de modos, implementada en Wolfram Mathematica. Se extiende el resultado

1-dimensional a un arreglo 2D que representa el registro del el desplazamiento total generado en la superficie. Los resultados se comparan con los generados en la literatura [1,2], mismos que se implementan utilizando la plataforma Matlab, correspondientes a sintéticos calculados a partir de considerar fuentes lineales. Tanto en los modelos 1D y 2D, se consideran dos aproximaciones para generar el sintético, por un lado se modela el sismógrafo mediante una cuerda simple e ideal que registra ondas estacionarias y por el otro consideramos un caso más realista modelado mediante un sistema de sismógrafo vertical de resorte, tomando en cuenta como parámetros esenciales la frecuencia natural del resorte, la constante de amortiguamiento y el factor de amplificación. [1] G. F. Margrave, Numerical Methods of Exploration Seismology with algorithms in MATLAB, University of Calgary. 2003. [2] X. Yang, MineSeis – A Matlab GUI Program to calculate Synthetic Seismograms from a Linear, Multishot Blast Source Model, Los Alamos National Laboratory. 1998. [3] L. Zhu, Synthetic Seismograms and Seismic Waveform Modeling, Saint Louis University. 2011.

SIS-38 CARTEL

ANÁLISIS DE LA INVERSIÓN LINEAL DE CURVAS DE DISPERSIÓN: USANDO UNA RELACIÓN TIPO DIX PARA ONDAS SUPERFICIALES

Aguiar Velázquez Manuel de Jesús¹, Tago Josué¹ y Juárez-Zúñiga Alan²
¹Facultad de Ingeniería, UNAM
²Department of Earth Sciences, USC
manuel.aguiar.411@gmail.com

Las ondas superficiales han tenido una gran importancia en el desarrollo de la sismología moderna. Los modos fundamentales de las ondas de Rayleigh y Love permiten estudiar la estructura elástica de la corteza y el manto superior, a partir de la inversión de sus curvas de dispersión. Como en muchos otros problemas de inversión geofísica, la solución de la inversión de las curvas de dispersión de ondas superficiales no es única. Para evitar caer en mínimos locales se han propuesto estrategias de inversión no-lineales que exploran todo el campo solución hasta converger a una familia de soluciones óptimas. Lamentablemente, estas estrategias no garantizan encontrar el mínimo global y son costosas computacionalmente. Recientemente, Haney y Tsai (2015), proponen una estrategia de inversión lineal, extendiendo la aplicación de la ecuación de Dix, utilizada en sísmica de exploración, al contexto de inversión de ondas superficiales. En dicho método, la relación tipo Dix es lineal en términos de las velocidades de ondas S en un modelo de capas 1D. En este trabajo se explora esta propuesta, a partir de curvas de dispersión sintéticas del modo fundamental de ondas de Rayleigh y Love. También se comparan las estructuras 1D obtenidas utilizando las curvas de dispersión de las ondas de Rayleigh, Love y haciendo una inversión simultánea.

SIS-39 CARTEL

ESTRUCTURA DE VELOCIDADES DEL GRABEN DE ACAMBAY

Valderrama Sergio¹, Aguirre González Jorge², Zúñiga Ramón³, Lacan Pierre³ y León Loya Rodrigo Alejandro³
¹Instituto de Geofísica, UNAM
²Instituto de Ingeniería, UNAM
³Centro de Geociencias, UNAM
svalderramam09@gmail.com

El graben de Acambay está compuesto por tres fallas principalmente; al Norte se encuentra la falla Acambay-Tixmadejé, en la parte central se tiene el sistema Temascalcingo-Tepuxtepec-Acámbaro y al Sur esta delimitado por la falla Pastores. En el graben han ocurrido sismos de magnitud considerable a lo largo del tiempo, el último sismo importante se presentó el pasado 19 de noviembre de 1912 cuya magnitud se estimó de M 6.9. El presente trabajo pretende obtener la estructura de velocidades del Graben de Acambay que es vital en la simulación de escenarios sísmicos. Para el estudio se instalaron 4 estaciones temporales distribuidas en el graben de Acambay. Para cada par de estaciones se obtuvo la función de Green, posteriormente se realizó un filtrado múltiple y se construyó la curva de dispersión de la velocidad de grupo. Después se invirtió la curva de dispersión generando la estructura de velocidades para cada trayecto del par de estaciones. Finalmente, se mostrarán resultados preliminares del modelo 3d de la estructura de velocidades del graben de Acambay.

SIS-40 CARTEL

ESTRUCTURA DE VELOCIDAD DE ONDAS DE CORTE EN SITIOS CON FRECUENCIAS MENORES DE 1 HZ EN LA CIUDAD DE PUERTO VALLARTA

Gómez Adán¹, Cárdenas Soto Martín² y Núñez Cornú Francisco Javier¹¹UDG²UNAM

a881965@yahoo.com.mx

La ciudad de Puerto Vallarta es una zona turística con un crecimiento urbano acelerado. Por su ubicación geográfica, ésta se encuentran en una zona del alto riesgo sísmico. La microzonificación de la ciudad muestra que la distribución general de frecuencias de sitio esta en el rango de 0.7 a 3 Hz. Los sitios con frecuencias menores de 1 Hz indican la presencia de depósitos profundos que sugieren fuertes contrastes laterales en la estructura del subsuelo que pueden complicar la respuesta sísmica del sitio. En este trabajo exploramos dichos sitios mediante el esquema de inversión conjunta del cociente espectral y la curva de dispersión de ondas de Rayleigh. El objetivo es caracterizar la estructura de velocidad de ondas de corte en profundidades mayores a las que sugieren los depósitos aluviales. El procedimiento de inversión considera que el ruido sísmico genera un cociente H/V de naturaleza difusiva. La curva de dispersión es calculada mediante Interferometría Sísmica aprovechando el ruido sísmico direccional inducido por el oleaje oceánico.

SIS-41 CARTEL

ESTIMACIÓN DE MÓDULOS ELÁSTICOS MEDIANTE LA MEDICIÓN DE ONDAS DE CUERPO EN LABORATORIO

Marroquín Navarro Luisa María, Zúñiga Ramón y Cerca Martínez Mariano

Centro de Geociencias, UNAM

luisa.marroquin.navarro@gmail.com

Este trabajo tiene como objetivo determinar los parámetros elásticos de tres diferentes muestras (sin fracturamiento y con fracturamiento) a través de la medición directa de las velocidades de propagación de las ondas sísmicas Vp y Vs. Para calcular la velocidad de las ondas a través de un cuerpo solo se necesita tener el tiempo de arribo de la onda y la distancia de la fuente al emisor. El experimento consta de un sistema electrónico que nos permite medir el tiempo de arribo que se genera a través de un golpe constante (Percutor), el cual genera una onda elástica que es recibida a través de un sensor, el cual está conectado a un osciloscopio para poder detectar la señal de la onda. Se llevaron a cabo 50 lecturas por muestra (25 para estimar Vp y 25 para estimar Vs). Las muestras originales se bañaron en nitrógeno líquido para crear el fracturamiento debido al repentino cambio de temperatura, posteriormente se realizaron 50 lecturas por muestra, en total se obtuvieron 300 lecturas. Los resultados para las muestras sin fracturamiento muestran velocidades Vp del orden de los 567 m/s hasta 914 m/s, mientras que para las Vs los valores obtenidos son de 257 m/s hasta 507 m/s. Las muestras con fracturamiento muestran velocidades Vp de 559 m/s hasta 1872 m/s y para las Vs de 542 m/s a 1125 m/s. Una vez obtenidos estos datos se estimaron para las muestras sin fracturamiento valores del Módulo de Poisson del orden de 0.27 hasta 0.45, módulo de rigidez de 174 MPa hasta 330 MPa, módulo de Young de 508 MPa hasta 843 MPa, módulo de compresibilidad desde 195 MPa hasta 1837 MPa y la constante de Lamé de -0.58 MPa hasta 1721 MPa. Para las muestras con fracturamiento se obtuvieron valores del Módulo de Poisson del orden de 0.21 hasta -7.3, módulo de rigidez de 534 MPa hasta 3345 MPa, módulo de Young de 1.57×10^{10} Pa hasta 2.68×10^{10} Pa, módulo de compresibilidad desde 4800 MPa hasta -144 MPa y la constante de Lamé de 2570 MPa hasta -500 MPa. Podemos determinar que en las muestras con fracturamiento los parámetros elásticos cambian, debido a que resultaron velocidades más altas, lo que significa tiempos de arribo más cortos. Algunas de las muestras presentaron valores de velocidad similares a las muestras sin fracturamiento.

SIS-42 CARTEL

HACIA UNA SIMULACIÓN DEL SISMO DE ACAMBAY (M 6.9) DE 1912 EN LA CIUDAD DE MÉXICO USANDO RUIDO SÍSMICO

Ramos Evelyn¹, Aguirre González Jorge¹, Valderrama Sergio¹ y Quintanar Robles Luis²¹Instituto de Ingeniería, UNAM²Instituto de Geofísica, UNAM

ramfacev@gmail.com

En 1912 un evento sísmico de M 6.9 sucedió en el Graben de Acambay. Según Suter et al. (1996) para la Ciudad de México fue un movimiento fuerte que llegó a ocasionar daños graves. El graben de Acambay como parte de la región central de México, es una zona sísmicamente activa y su potencial debe ser correctamente evaluado especialmente por su cercanía con la Ciudad de México. Aunque los periodos de recurrencia de una sola falla son muy grandes la probabilidad de que se active una de 15 fallas del sistema en un periodo de 50 años llega a ser de 33% (Zúñiga, 2010). Además las condiciones del subsuelo del valle de México favorecen la generación de grandes aceleraciones debido a los efectos de amplificación local del movimiento. Dado que en 1912 no se contaba con instrumentación suficiente en la ciudad de

México la estimación del movimiento sísmico aún es tema de debate. Singh et al. (2011) realizaron una estimación del movimiento en la ciudad de México usando el registro en CU de un sismo ocurrido en Actopan. Luego extrapolaron el movimiento a toda la ciudad de México. La distribución de aceleraciones pico que estimaron oscila entre 2.7 y 9.7 cm/s². El bajo nivel de aceleraciones contrasta con los daños reportados en Suter et al. (1996). Con el propósito de estimar el movimiento del terreno en este trabajo simulamos el escenario sísmico en la Ciudad de México ante un evento similar al de 1912 utilizando el método de Denolle et al. (2013). Para ello se usa vibración ambiental registrada simultáneamente en una estación en Temascalcingo y otra en la ciudad de México. A través de las correlaciones se estima la función de Green. La falla finita es simulada usando el método de funciones de Green empíricas.

SIS-43 CARTEL

INVERSIÓN DE LA FUNCIÓN DE FUENTE Y CÁLCULO DE LA FRECUENCIA DE ESQUINA PARA SISMOS EN EL CENTRO DE MÉXICO USANDO UN MODELO TRIDIMENSIONAL

Carrillo Lucia Miguel Ángel y Ramírez Guzmán Leonardo

Instituto de Ingeniería, UNAM

mike.geophysicist@gmail.com

En este trabajo se presentan funciones de fuente, y estimaciones de la frecuencia de esquina para sismos con magnitud mayor a Mw=5.5 ocurridos en las costas de Jalisco, Michoacán, Guerrero y Oaxaca, obtenidas mediante un esquema de inversión de mínimos cuadrados usando una base de datos, proporcionadas por el Instituto de Ingeniería y Servicio Sismológico Nacional, que incluye registros de aceleración desde 1972 a la fecha. Se generaron sismogramas sintéticos con un modelo tridimensional del centro de México, con base en el teorema de Reciprocidad y tensores de deformación de Green. Los espectros de fuente se comparan con el modelo teórico de Brune (1970) para obtener el valor de la frecuencia de esquina. El fin último de este trabajo es mejorar las estimaciones de peligro sísmico para el centro de México, obteniendo parámetros de fuente sísmica en regiones donde no se tiene una caracterización del medio adecuada, como es en Jalisco, Michoacán y Oaxaca. La frecuencia de esquina tiene influencia en otros parámetros de interés como la duración de la ruptura, longitud de la falla, velocidad máxima de deslizamiento, historia de deslizamiento y desplazamiento en la región, por mencionar algunos. Finalmente, se comparan los espectros de fuente usando los valores de la frecuencia de esquina obtenidos con la inversión, para visualizar diferencias entre los espectros para cada región. El objetivo de la comparación es mostrar que la tendencia en los espectros para cada región es diferente, lo que supone un comportamiento diferente en el mecanismo de ruptura entre las regiones que comprende este estudio.

SIS-44 CARTEL

DETECCIÓN AUTOMÁTICA DE TREMORES NO VOLCÁNICOS CON LAS ESTACIONES DE LA RED G-GAP

Real Pérez Jorge Arturo¹, Kostoglodov Vladimir², MendozaCarvajal Antonio de Jesús³ y Martínez Montero Mauricio¹¹Instituto de Geofísica, UNAM²Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM³Servicio Sismológico Nacional, SSN

real@geofisica.unam.mx

Uno de los objetivos de la red autónoma G-GAP, instalada en el estado de Guerrero, es el estudio sistemático de los Tremores No Volcánicos (NVT). Desde el año 2008, esta red junto con algunas estaciones de banda ancha del Servicio Sismológico Nacional (SSN) proporcionan datos para el estudio detallado de los NVT. En el 2015 la red fue reacondicionada mediante la instalación de estaciones portátiles de banda ancha a lo largo del estado de Guerrero, en los poblados de Apaxtla (APAX), Atlitxat (ATLI), Coacán (COAC), Atenango del Río (ATEN), Ahuetlixpa (AHUE), Cerro de Piedra (CPDP) y Coyuca de Benítez (COYU). La mayor parte de los NVT que se registran en la zona central de Guerrero son del llamado tipo "tremor ambiental" que están relacionados con la ocurrencia de los deslizamientos asísmicos lentos (SSE) de larga duración (9-12 meses). En este trabajo se presentan los aspectos técnicos de las estaciones, así como los resultados preliminares de las detecciones automáticas calculadas mediante el estudio de los espectros de amplitud de la señales y la energía calculada del NVT.