

SISG-1

ON THE CHARACTERISTIC EQUATION OF RAYLEIGH AND STONELEY WAVES

Antúnez García Joel y Sahay Pratap
 Depto. de Sismología, CICESE
 Correo Electrónico: jantunez@cicese.mx

A very robust method to find roots of a discontinuous function is applied to the characteristic equation that arises in the Rayleigh wave and the Stoneley wave problems for elastic/viscoelastic rheologies. The method is based upon the Privalov problem of the theory of Cauchy integrals. It constructs an univalent continuous function which has the same zeros as that of the given discontinuous function. It shows that one and only one Rayleigh (and Stoneley) wave is admissible. The close form expressions of the Rayleigh velocity and attenuation thus obtained are numerically implemented for the cases of a low-loss medium as well as high-loss medium. In addition the close form expression for the Stoneley velocity has been implemented for the cases of the fluid being water and air, for entire range of (permitted) Poisson ratio of solid, are computed.

SISG-2

STANDING EXTENSIONAL WAVES IN A FULLY-SATURATED, POROUS, CIRCULAR CYLINDER

Solorza Selene y Sahay Pratap
 Depto. de Sismología, CICESE
 Correo Electrónico: solorza@cicese.mx

The dispersion relation for the extensional mode of vibration of a porous circular cylinder saturated with a fluid is known since early sixties; however, explicit formulas linking the observed extensional phase velocity and attenuation to the material properties has not been developed yet. Reason being the factorization of the dispersion relation in terms of the imbedded characteristic polynomials for the fast and the slow wave processes has not been feasible yet. Since the observed extensional vibration is the fast process, from the theory of poroelasticity we deduce an equivalent viscoelastic model (standard linear solid model) for it, and render the problem to the study of dispersion relation of a viscoelastic cylinder. Using this approach the formulas linking the observed extensional phase velocity and attenuation to the constituent material properties of the porous medium are developed.

SISG-3

DIRECT DISCRIMINATION OF FLUID PROPERTIES FROM REFLECTION AND TRANSMISSION COEFFICIENTS

Arroyo Adriana y Sahay Pratap
 Depto. de Sismología, CICESE
 Correo Electrónico: arroyo@cicese.mx

The widely accepted Biot theory of poroelasticity predicts negligible attenuation in the seismic frequency band. Nevertheless, in this frequency range significant attenuation is observed. It has been shown by Sahay (SEG 2003) that by including an additional relaxation mechanism, namely pore boundary relaxation, the observed attenuation can be accounted for. Starting from this poroelastic model a viscoelastic model (standard linear solid model) describing the seismic wave process (fast wave) has been constructed. Based on this

viscoelastic model, expressions for the reflection and transmission coefficients are worked out. Since the fluid constituents are explicit in the coefficients, we have a tool for the direct discrimination of fluid properties from seismic data.

SISG-4

INVERSIÓN DE LA INTEGRAL DE HOTINE EMPLEANDO EL MÉTODO LANDWEBER COMBINADO CON 1D-FFT

García López Ramón V., Moraila Valenzuela Carlos Ramón, Alejo Armenta Cástulo, López Moreno Manuel, Balderrama Corral Rigoberto y Plata Rocha Wenseslao
 Universidad Autónoma de Sinaloa
 Correo Electrónico: rgarcia@uas.uasnet.mx

Las técnicas basadas en 1D-FFT para evaluar integrales geodésicas, definidas sobre la esfera, tienen la ventaja de ser más eficientes que la integración numérica directa y al mismo tiempo más precisas que empleando los métodos basados en 2D-FFT. Una situación similar existe para el caso de la inversión. Sin embargo los errores producidos con la deconvolución asociada pueden provocar que el método 1D-FFT sea menos preciso que la inversión directa.

Se presenta un método de inversión que combina el método iterativo Landweber con 1D-FFT. El método Landweber permite utilizar grandes cantidades de datos, además es implementado de manera que reduce los errores de convolución. El método presentado es prácticamente tan preciso como la inversión directa siendo a la vez más eficiente computacionalmente. Se realiza un estudio empleando datos sintéticos para obtener perturbaciones de la gravedad a partir de alturas geoidales empleando la integral de Hotine. Se analiza la convergencia y se comparan resultados y eficiencia con respecto a la inversión matricial directa utilizando el método de iteración de Jacobi.

SISG-5

INFLUENCIA DE LA INTERFASE EN LAS PROPIEDADES EFECTIVAS DE ROCAS POROSAS

Guinovart Díaz Raúl¹, Sabina Federico J.¹, Rodríguez Ramos Reinaldo¹ y Bravo Castellero Julián²

¹ Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas, UNAM

Correo Electrónico: guino905@yahoo.com.mx

² Universidad de la Habana. Facultad de Matemática y Computación, Vedado, La Habana, Cuba

Las propiedades de las rocas son fuertemente afectadas por la presencia de discontinuidades, tales como desuniones, fisuras o poros. Se conoce que las propiedades de las interfases en las uniones influyen en el comportamiento global de tales materiales. En este trabajo se aplica Método de Homogeneización Asintótica (MHA) para predecir las propiedades elásticas efectivas de rocas porosas. Los poros están separados de la pared de la roca matriz, por una capa fina de otro mineral rocoso. Se presentan algunos experimentos numéricos donde los poros pueden estar llenos de aire, agua, aceite, algún otro material o están vacíos.

En los experimentos numéricos tratados utilizamos dos tipos de roca, la roca caliza que es una roca sedimentaria y el granito que es una roca ígnea como rocas que hospedan poros alineados y de forma cilíndrica. La interfase puede alternar con otro material o con este tipo

de roca mencionado. Hemos considerado en el modelo la anisotropía transversalmente isotrópica que se ajusta al comportamiento global de materiales fibrosos y es más conveniente para este tipo de enfoque.

Después de haber obtenido las propiedades elásticas efectivas de las rocas con fibras llenas de fluido como función del porcentaje de porosidad, se calculan la rapidez de la onda P y de la onda S. La relación entre las velocidades de ondas y las propiedades anisotrópicas de las rocas tiene una gran importancia tanto para la ingeniería civil como para la ingeniería del petróleo. En operaciones para la industria del petróleo las velocidades de ondas son directamente medidas y a partir de ellas se determinan las propiedades elásticas de las rocas, aunque las ondas sísmicas que viajan a través de rocas porosas han sido estudiadas frecuentemente a partir del conocimiento de las constantes efectivas del medio donde se propagan.

Se comprueba de los ejemplos numéricos que en las rocas que están llenas de fluido o vacías, las propiedades decrecen cuando aumenta el porcentaje de porosidad. La influencia de la interfase en las propiedades elásticas efectivas de las rocas se aprecia notablemente en las comparaciones que se realizan cuando consideramos o no la presencia de una interfase, y este cambio es más notable cuando varía el porcentaje de concentración de la interfase.

Un estudio del comportamiento de las propiedades efectivas hasta el punto en que comienza la percolación entre las fibras se ilustra haciendo variar el radio de los cilindros, a una concentración fija del porcentaje de porosidad y se observa que las propiedades cambian muy poco para valores del radio menor que 0.4. Los resultados obtenidos han sido comparados con otros modelos y presentan una adecuada concordancia, mostrándose que el MHA es un enfoque conveniente de ser utilizado en la predicción de propiedades efectivas de las rocas porosas.

SISG-6

BOUNDS FOR THE TRANSVERSAL SHEAR MODULUS IN FIBRE REINFORCED COMPOSITES WITH NONLINEAR BEHAVIOUR

Sabina Federico J.¹, Bravo Castellero Julian², Guinovart Diaz Raúl² y Rodríguez Ramos Reinaldo²

¹ Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas, UNAM

Correo Electrónico: fjs@uxmym1.iimas.unam.mx

² Facultad de Matemática y Computación, Universidad de La Habana, Habana, Cuba

Micromechanics, which deals with heterogeneous materials, is of great interest in various fields of geophysics. The goal of this contribution is to provide, based on the asymptotic homogenization method, helpful exact formulae to compute the overall stiffness and engineering moduli of a transversely isotropic two-phase fibre reinforced composite with isotropic constituents. Comparison of the exact solution with known bounds is shown.

In certain cases a bound is very close to the exact solution over a large interval. The bound then could be used as a good approximation to the exact solution. The exact formulae explicitly display Avellaneda and Swart's microstructural parameters, which have a physical meaning, and provide formulae for them. Hill's universal relations follow from the formulae. Limiting cases of rigid and empty fibers are included. An application of these results to

improve bounds for the effective energy density of nonlinear elastic materials. The transversal shear modulus of fibrous composites is shown to have slightly improved estimate over the one which uses Bruno's bounds.

SISG-7

DEPENDENCE THE FACTOR Q ON THE RELAXATION TIMES IN THE VISCOELASTIC NUMERICAL MODELING

Sabinin Vladimir, Chichinina Tatiana y Ronquillo Jarillo Gerardo
Instituto Mexicano del Petróleo
Correo Electrónico: svladim@imp.mx

Using the previously developed model of the seismic wave propagation in viscoelastic media (V. Sabinin, T. Chichinina, G. Ronquillo Jarillo, Numerical Model of seismic wave propagation in viscoelastic media, Proc. 6-th int. conf. WAVES 2003, Finland, Springer, p. 922-927) showed that parameters of the viscoelastic media - the factor Q and the stress and strain relaxation times - are not independent parameters. Each of them depends on two others. We used the tested techniques of the spectral ratio method and of the centroid frequency shift method for estimating the factor Q from seismic data. Estimation of the factor Q with these methods from the synthetic seismograms obtained by the numerical simulation gave us a possibility to derive the formula for dependence of strain relaxation time on stress relaxation time and factor Q. Including this formula into the viscoelastic model improved the flexibility and precision of the modeling.

SISG-8

ON LOCAL ABSORBING BOUNDARY CONDITIONS FOR THE WAVE EQUATION BASED ON DIMENSIONAL SPLITTING

Filatov Denis
Centro de Investigación en Computación, IPN
Correo Electrónico: denisfilatov@mail.ru

We study the problem of constructing local absorbing boundary conditions (ABCs) for solving the three-dimensional wave equation in an arbitrary computational domain with a piecewise smooth artificial boundary. Using the technique of splitting by coordinates, we reduce constructing ABCs for the original 3D equation to seeking for an ABC for the one-dimensional wave problem. Applying the Laplace transform in time, as well as using spline interpolation for the initial data, we obtain an infinite family of functions that approximate the far-field solution with higher and higher accuracy. These functions are used as ABCs. Due to the property of compactness of supports of the splines, boundary conditions appear to be local both in time and space, which is efficient for the numerical calculations. Furthermore, these ABCs are uncritical to the shape of artificial boundary. We also prove that the resulting boundary value problems are well-posed in the sense of existence, uniqueness and stability of solution. Results of the numerical experiments confirm the functionality and efficiency of the approach.

SISG-9

ISLA GUADALUPE, MÉXICO GPS PRELIMINARY RESULT

González García José Javier¹, Hudnut Ken², Bock Yehuda³, Agnew Duncan³, Prawirodirdjo Linette³ y Genrich Joachim³

¹ Lab. de Geodesia y Geodinámica, CICESE

Correo Electrónico: javier@cicese.mx

² USGS, Pasadena, CA.

³ SCRIPPS Institution of Oceanography, UCSD

We present results from campaign mode GPS data conducted from 1991 to 2002 in northern Baja California and Guadalupe Island in the Pacific Ocean. This data were combined with data from continuous stations from Southern California Integrated GPS Network (www.scign.org, <http://sopac.ucsd.edu>); that includes CIC1, SPMX, CORX (Coronados Island) and recently GUAX (Guadalupe Island) in México. Altogether we have 4 observed sites on Guadalupe Island: the last mentioned, GAIR, GUAD and RMGU.

Solutions were derived in the International Terrestrial Reference Frame 2000 (ITRF2000) and computed with GAMIT software using global fiducial data from the International GPS Service. Station velocities were computed using a linear regression on the position time series. The motion obtained for sites in Guadalupe Island was independent of each other and they give a mean of 23.8 ± 0.5 mm/yr for north component and -46.4 ± 0.4 mm/yr for the east. We compute a pole of rotation for Pacific Plate using our results for CHAT, KOKB, KWJI, MKEA, THTI and Guadalupe Island: Lat. = 63.78° S, Long. = 108.37° and angular velocity = $0.666^\circ/\text{Myr}$.

If the Guadalupe Island GPS preliminary result obtained here represent its secular motion, the Pacific Plate is rigid (1 mm/yr for the north component, 2 mm/yr for the east component), considering the uncertainties of plate tectonics on a spherical Earth (NNR NUVEL 1-A) and that of the ITRF realization. Then, this confirms the basic assumption made for the Plate Tectonics paradigm by Morgan (1968): "if the distances between Guadalupe Island, Wake Island and Tahiti, all within the Pacific block, were measured to the nearest centimeter and then measured again several years later, we suppose these distances would not change".

When our ITRF2000 GPS result is rotated into a North America reference frame we obtain a "full" velocity field of 49.6 ± 0.5 mm/yr between Puerto Peñasco in the northeastern shoreline of the Gulf of California and Guadalupe Island. Moreover, three sites in the Peninsular Ranges (LLCO, SM01 and SPMX), which span the Agua Blanca Fault, are moving at the same rate within their uncertainties; these sites STILL moves around 5 mm/yr against our Pacific plate reference frame. In fact, 10% of total movement between Pacific and North American plates is occurring in the Baja California continental borderland.

SISG-10

DETERMINACION DE UN MODELO DE GEOIDE EMPLEANDO COBINACIONES DE MEDICIONES DE NIVELACION ORTOMETRICA Y OBSERVACIONES GPS

Moraila Valenzuela Carlos Ramon y Garcia Lopez Ramon V.
Escuela de Ciencias de la Tierra, Universidad Autonoma de Sinaloa
Correo Electrónico: cmoraila@correo.uasnet.mx

La utilización de mediciones GPS (alturas elipsoidales), nivelación ortométrica e información de alturas geoidales, ha sido un procedimiento importante en aplicaciones geodésicas. Estos tres tipos de alturas son definidos en diferentes términos de superficies de referencia, así como los métodos de observación y precisión.

Se contempla la utilización de un sistema combinado de información de posicionamiento global GPS y nivelación diferencial. Las principales tipos de incógnitas en esta forma de multidados de redes en una disensión son; usualmente la precisión obtenida en el calculo del geoide gravimetrico y la metodologia sistematiza en la obtención de los datos de alturas. El concepto componente de estimación de varianza es además propuesto como una importante herramienta estadística para analizar el geoide gravimetrico actual o bien probar un modelo de error.

Como un resultado numérico general, se realizaron mediciones en una red de 20 puntos, mostrando los efectos de las mediciones con valores medios del orden de los centímetros.

Finalmente las conclusiones son descritas y se representan las recomendaciones para futuros estudios.

SISG-11

USING 1HZ GPS DATA AS A SEISMOMETER: THE DENALI FAULT EARTHQUAKE

Larson Kristine¹, Bilich Andria¹, Dragert Herb², Gombert Joan³ y Bodin Paul⁴

¹ University of Colorado

Correo Electrónico: Kristine.Larson@colorado.edu

² Pacific Geoscience Centre

³ USGS

⁴ University of Memphis

The 3 November 2002 moment magnitude 7.9 Denali Fault earthquake generated large permanent surface displacements in Alaska and large amplitude surface waves throughout western North America. We find good agreement between strong ground motion records integrated to displacement and 1 Hz Global Positioning System (GPS) position estimates collected ~170 km from the earthquake epicenter. One Hz GPS receivers also detected seismic surface waves 650-3800 km from the epicenter, whereas these waves saturated many of the seismic instruments in the same region.

High-frequency GPS increases the dynamic range and frequency bandwidth of ground motion observations providing a new tool for studying earthquake processes.

SISG-12

A GPS STUDY OF THE 22 JANUARY 2003 TECOMAN SUBDUCTION EARTHQUAKE

Schmitt Stuart¹, Sanchez Osvaldo², Reyes Dávila Gabriel A.³, DeMets Charles¹, Stock Joann⁴ y Marquez Azua Bertha⁵

¹ University of Wisconsin, Madison

Correo Electrónico: osvaldo@ollin.igeofcu.unam.mx

² Instituto de Geofísica UNAM

³ Universidad de Colima

⁴ California Institute of Technology

⁵ Universidad de Guadalajara

We report GPS displacements and modeling results for the 22 January 2003 Mw=7.6 Tecoman earthquake, which released trench-normal elastic strain along the Middle America subduction zone near the Cocos-Rivera-North American plate triple junction. The earthquake occurred during an ongoing GPS field campaign, thereby affording a rare opportunity to study the coseismic and near-term post-seismic geodetic signature of a large shallow-thrust earthquake. Eight GPS receivers running during the time of the earthquake yield pure coseismic offsets that are well distributed with respect to the rupture zone. Seventeen additional sites were occupied within 10 days of the earthquake. Sites near the epicenter exhibit 30-80 mm displacements that point inward toward the seismically-defined rupture zone, as expected. However, during the 24 hours following the earthquake, a reversal of the displacement directions for five sites just northwest of the rupture zone strongly suggests the occurrence of a short-duration aseismic transient slip event along the subduction interface offshore from those sites. Results from 3D finite element modeling of the coseismic displacements will be discussed.

SISG-13

MAPEO DE DESLIZAMIENTOS DEL SISMO LENTO DEL 2002 EN LA BRECHA DE GUERRERO (MW=7.6)

Iglesias Mendoza Arturo¹, Singh Shri Krishna¹, Lowry Anthony², Santoyo Miguel Angel¹, Kostoglodov Vladimir¹, Larson Kristine³ y Franco Sánchez Sara Ivonne¹

¹ Instituto de Geofísica, UNAM

Correo Electrónico: amg@ollin.igeofcu.unam.mx

² Department of Physics, University of Colorado

³ Department of Aerospace Engineering Sciences, University of Colorado

A principios del 2002, las estaciones permanentes de GPS (Global Positioning System) del departamento de sismología del Instituto de Geofísica de la UNAM, registraron un cambio notable en la dirección de los vectores de deformación. Estas observaciones evidenciaron la ocurrencia de un "sismo lento" en la zona conocida como "brecha de Guerrero". Este deslizamiento "asísmico" o "silencioso" se prolongó durante aproximadamente 4 meses.

Con el fin de determinar la distribución espacial y magnitud de los deslizamientos, se llevó a cabo una inversión de los vectores de deformación. Nuestro mejor modelo muestra que los deslizamientos asísmicos ocurrieron en la zona de transición, entre los 100 y 170 Km de distancia a la trinchera. El deslizamiento promedio obtenido fue de ~22cm (Mo~2.97 x10²⁷ dyne-cm, Mw=7.6). Esta solución implica un incremento de esfuerzos en la zona acoplada, la cual es adyacente

a la zona de transición donde aparentemente ocurrió el mencionado sismo lento. La comparación de resultados obtenidos en otras zonas de subducción favorece también la existencia de este escenario.

Sin embargo, dada la incertidumbre en los datos, se encontró un modelo que también ajusta razonablemente a las observaciones. Esta solución considera que el deslizamiento asísmico ocurrió en una área más grande que incluye tanto la zona de transición como la zona acoplada. Ambos modelos básicamente se contradicen, y los datos por sí solos no son evidencia suficiente para discriminar entre uno y otro. La ampliación de la red de este tipo de instrumentos, así como un registro histórico más largo, serían críticos para resolver satisfactoriamente la duda.

SISG-14

REASSESSMENT OF THE 2001-2002 ASEISMIC SLOW SLIP EVENT IN MEXICO

Kostoglodov Vladimir¹, Franco Sanchez Sara Ivonne¹, Singh Shri Krishna¹, Larson Kristine², Lowry Anthony³ y Santiago Santiago Jose Antonio¹

¹ Instituto de Geofísica, UNAM

Correo Electrónico: vladi@servidor.unam.mx

² Department of Aerospace Engineering Science, University of Colorado, Boulder

³ Department of Physics, University of Colorado, Boulder

In 2001-2002 a network of continuous GPS stations in Mexico recorded an unexpectedly large aseismic slow event (equivalent Mw ~7.4) in Guerrero and in western Oaxaca. This event lasted more than six months and the area involved in the aseismic motion was initially estimated as ~500x250 km². The event produced a slow thrust slip of ~13-15 cm on the subduction plate interface below the central part of the State of Guerrero. Elastic dislocation models, which fit the observed data, restrict the width of the slip to 150-200 km along the plate interface. This interface was partially locked before, during the steady state interseismic phase associated with the continental plate compression. Unfortunately the GPS network coverage was not sufficient to resolve an important question: Was the seismogenic part of the plate interface involved in the slow thrust slip? A long term record from a permanent GPS station located on the Popocatepetl volcano, POSW, shows unambiguous displacements corresponding to the aseismic slip events of 1997-1998 and 2001-2002. Recent data analysis of 2001, 2002, and 2003 GPS occupation campaigns on 16 sites in Oaxaca reveals that the 2001-2002 slow aseismic slip may have extended SE along almost the entire Pacific coast of Oaxaca. These observations indicate that the total area affected by the last slow aseismic slip event may be greater than ~300x700 km².

SISG-15

A GPS STUDY OF THE SUBDUCTION INTERFACE BENEATH OAXACA, MEXICO

Cabral Cano Enrique¹, Correa Mora Francisco¹, Márquez Azúa Bertha² y DeMets Charles³

¹ Instituto de Geofísica, UNAM

Correo Electrónico: ecabral@igeofcu.unam.mx

² Universidad de Guadalajara

³ University of Wisconsin, Madison

We report velocities and preliminary modeling results for a 30-station GPS network that extends 100 km along the coast of Oaxaca between Puerto Angel and Puerto Escondido and 150 km inland. This network is in effect a high-resolution array for imaging the nature of frictional coupling across the Cocos-North America subduction interface directly below and offshore from the GPS network. Data from six continuous and 24 campaign stations will be presented. The 8.5-year-long continuous time series from the INEGI GPS station OAXA exhibits evidence for at least four transient episodes of strain release since 1993, possibly caused by episodic aseismic slip events along deep parts of the subduction interface. However we find no evidence for significant variations in the rate of strain accumulation since mid-2001 at the remaining 5 continuous sites which have shorter time series. Site directions for both permanent and campaign sites are consistent with crustal shortening parallel to the predicted Cocos-North America slip direction. These site velocities are consistent with a model in which the seismogenic zone accumulates strain at a rate indistinguishable from the full plate convergence rate. We also present preliminary evidence for local variations in site rates and directions consistent with spatial variations in coupling along the subduction interface.

SISG-16

ASPECTOS GEOMÉTRICOS DE LA SUBDUCCIÓN DE LA PLACA DE COCOS Y SUS CONSECUENCIAS TECTÓNICAS: DE LA ORIENTACIÓN DEL ARCO VOLCÁNICO AL ORIGEN DE LA ZONA DE FRACTURA DE TEHUANTEPEC

Guzmán Speziale Marco

Centro de Geociencias, UNAM

Correo Electrónico: marco@geociencias.unam.mx

La subducción de la placa de Cocos tiene lugar a lo largo de la trinchera mesoamericana. En la porción donde Cocos es subducida bajo Norteamérica, la convergencia es oblicua y el polo de rotación está localizado cerca de la trinchera. Estos dos factores se combinan de manera que un área mayor de la placa de Cocos es subducida en el sureste, comparada con el área subducida en el noroeste. En este trabajo demostramos cómo, para poder acomodar esta diferencia, geoméricamente es necesario que en el SE la placa subducida recorra mayores distancias desde la trinchera para alcanzar profundidades similares a las encontradas en el NW. De ahí deducimos que la orientación del eje volcánico mexicano es consecuencia de la geometría de la subducción.

También por geometría de la subducción, la placa subducida de Cocos bajo Norteamérica tiende a dirigirse hacia el sureste, mientras que la subducción de Cocos bajo el Caribe es esencialmente perpendicular a la trinchera, originando una zona de plegamiento bajo el istmo de Tehuantepec. Este plegamiento puede ser distinguido en secciones sísmicas paralelas a la trinchera, además de estar

caracterizado por sismos de fallamiento normal, con ejes T perpendiculares a la trinchera. Especulamos que esta zona de plegamiento puede estar directamente relacionada con la zona de fractura de Tehuantepec.

SISG-17

CARACTERIZACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE LOS SISMOS DE SUBDUCCIÓN MEXICANOS PARA LA PREDICCIÓN DE MOVIMIENTOS FUERTES DEL TERRENO

Aguirre González Jorge

Instituto de Ingeniería, UNAM

Correo Electrónico: joagg@pumas.iingen.unam.mx

El método de la función de Green empírica permite simular registros de sismos grandes usando registros de sismos pequeños. Tiene la gran ventaja de que la información del trayecto y efecto de sitio esta contenido en el registro pequeño y mientras la respuesta sea lineal nos permitirá simplificar estos cálculos. Sin embargo para realizar simulaciones de sismos futuros es necesario conocer los parámetros externos (p.e. mecanismo focal, área total de ruptura) y los internos (tamaño, número y posición de las asperezas).

Se han realizado grandes esfuerzos para conocer las relaciones que nos permitan estimar con mayor precisión estos parámetros internos como externos de las fallas. Se han estudiado especialmente aquellos parámetros que son los responsables de la generación de movimientos fuertes. Estas relaciones permiten realizar evaluación del peligro sísmico siguiendo una serie de pasos que a propuesto Irikura (2002) como receta para estimar los movimientos fuertes de sismos producidos en fallas activas. Se ha trabajado mucho en estas relaciones para sismos corticales (Somerville et al, 1999). Sin embargo aun se llegan a obtener las mismas relaciones para sismos de subducción con mecanismo inverso que sean igualmente convincentes. Aun siguen colectando datos para los sismos de este tipo ocurridos en zonas subducción. Somerville et al. (2002) usando modelos de la heterogeneidad del deslizamiento de la ruptura de grandes sismos de subducción, estudia sistemáticamente las relaciones de escala con el momento sísmico y las compara con las obtenidas para sismos corticales. Encuentran que las diferencias principales entre los modelos de deslizamiento de subducción y sismos corticales es en el área de ruptura. Concluyen que las áreas de los sismos de subducción son, en promedio, de dos a tres veces mayores que las de los sismos corticales teniendo el mismo momento sísmico. Consecuentemente esto produce caídas de esfuerzos menores de las esperadas. Por otro lado Dan et al. (2001), estudian la cantidad de esfuerzo efectivo y deslizamiento producido en una aspereza y el resto del área de ruptura basado en modelos de ruptura de deslizamiento variable; y su relación con los niveles espectrales de aceleración.

En el presente trabajo usamos datos de sismos de subducción mexicanos con el objetivo de probar las diferentes relaciones presentadas previamente, con el objetivo de validarlas o en su caso proponer algunas otras de validez regional.

Usando registros en la red acelerográfica de Guerrero de sismos ocurridos durante los últimos 15 años se comprobó que las relaciones propuestas por Dan et al. (2001) funcionan apropiadamente para los sismos de subducción mexicanos. También se encontró que las estimaciones del área de falla realizadas con datos de la red, estiman más bien el tamaño de la aspereza mayor. Estos tamaños son bien predichos por la relación para sismos de subducción dada por Somerville et al. (2002).

SISG-18

MODELO ESTOCÁSTICO PARA SIMULAR LA ACELERACION DEL TERRENO GENERADO POR EL TEMBLOR DE OAXACA, MEXICO (M=7.8) DEL 30 DE SEPTIEMBRE DE 1999

Ruiz Cruz Euclides y Castro Escamilla Raúl
 Depto. de Sismología, División Ciencias de la Tierra, CICESE
 Correo Electrónico: eruiz@cicese.mx

Con el objeto de determinar un modelo de fuente que permita hacer estimaciones del movimiento del terreno generado por el terremoto del 30 de septiembre de 1999, $M = 7.8$, Oaxaca, México, se analizaron registros de 10 estaciones acelerométricas que operan en los estados de Oaxaca, Guerrero, Puebla, Veracruz y Chiapas. Estos acelerogramas se modelaron usando el método de simulación estocástica propuesto por Beresnev y Atkinson (1997, 1998), para fallas finitas. Este método consiste en simular la aceleración del terreno discretizando una falla de dimensión finita en subfallas que pueden considerarse fuentes puntuales. Las contribuciones individuales de cada subfalla se suman para obtener la energía total liberada por el sismo. Para determinar la respuesta de sitio de cada estación e incorporarla a la simulación, se analizaron más de 100 registros adicionales, los cuales comprenden el periodo de 1993 a 1999, los sismos tienen magnitudes entre 3.5 y 7.5, y las distancias hipocentrales entre 16 – 416 km. Calculamos con esta base de datos el cociente espectral promedio entre las componentes horizontales y la vertical (cocientes H/V), estimando así una función de sitio promedio de las estaciones analizadas.

Consideramos una falla de mecanismo normal de 90 km de longitud y 45 km de ancho, la cual se dividió en una malla de 17 x 17 subfallas de 5.29 km en la dirección del rumbo y 2.64 km en la dirección del buzamiento. La distribución del deslizamiento sobre el plano de falla lo basamos del modelo de ruptura reportado por Hernández et al. (2001). Los espectros de respuesta simulados ajustan mejor a los observados cuando usamos un parámetro de esfuerzo de 50 bares. La intensidad de radiación de las subfallas, controlado por el parámetro s_{fact} , resultó alto ($s_{fact}=1.5$), lo cual es típico de fallas con velocidad de deslizamiento rápido. El efecto de la atenuación se modeló usando la relación $Q_s = 56f^{**}1.01$ propuesta por Castro y Munguía (1993) para estaciones cercanas a la trinchera y $Q_s = 273f^{**}0.66$ (Ordaz y Singh, 1992) para estaciones mas alejadas ($r > 100$ km). Para modelar el incremento en la duración del movimiento fuerte de los registros observados, encontramos una relación empírica entre esta duración y la distancia hipocentral R: $T_d = 2.65 + 0.08(R)$

Donde T_d representa la duración promedio de los registros medido desde el primer arribo de la onda S hasta 90 % de la energía total del registro.

SISG-19

ANALYTICAL APPROACH OF THE HYDROELASTIC PROBLEM ON TSUNAMI-TYPE WAVES GENERATION

Gonzalez Gonzalez Rodrigo¹ y Sekerzh Zenkovich Sergey Ya²
¹ Universidad de Sonora
 Correo Electrónico: rodrigog@fisica.uson.mx
² Universidad de Guadalajara

Propagation of elastic waves by a disturbing source acting at different modes of operation on an elastic half-space are analyzed analytically with the help of a symbolic computer system (Maple) in order to determine their effect on an overlying constant depth layer of an ideal fluid as a part of the system. The hydroelastic model is constructed assuming that the elastic medium is homogeneous, isotropic and horizontally unbounded, while the motion in the fluid is governed by the velocity-potential equation, under the effect of the gravity field. Applying the model to the tsunami problem, it is found that, at a source depth of a few tens of kilometers, significative tsunami-type waves are generated. In particular, it is established that if the considered submarine seismic source is located at a depth around 40 Km, tsunami-type waves are generated only when the spectrum of the source includes a range of long-period components, being the most important period approximately 15 minutes. Also, it is detected that the presense of suboceanic Rayleigh waves plays a fundamental role in the generation process of tsunami-type waves.

SISG-20

SIMULACIÓN DE LA FUENTE DEL SISMO OCURRIDO EL 22 DE MAYO DE 1997 USANDO EL MÉTODO DE LAS FUNCIONES EMPÍRICAS DE GREEN

Valverde Plascencia Antonio y Aguirre González Jorge
 Facultad de Ingeniería, Instituto de Ingeniería, UNAM
 Correo Electrónico: antonioflash@yahoo.com.mx

En este trabajo se pretende reproducir las aceleraciones observadas durante el sismo ocurrido el día 22 de Mayo de 1997 y la réplica del 29 Mayo de 1997. Ambos eventos se localizan en las costas de Guerrero y registrados en las estaciones INMD, INMI, INPT, UNIO, VILE y VILI ubicados en el estado de Guerrero; la magnitudes mb del sismo principal y de la réplica son de 5.9 y 3.8 respectivamente.

El método de las funciones empíricas de Green permite reproducir un sismo principal mediante una superposición de la réplicas siguiendo parámetros de escala apropiados.

Para obtener los parámetros requeridos es necesario calcular los espectros de aceleración y desplazamiento de las señales registradas. Mediante dichos espectros obtenemos parámetros como la frecuencia de esquina y nivel plano de los espectros en altas y bajas frecuencias que nos permiten estimar las dimensiones de la fuente.

Con un cociente entre los niveles planos en altas y bajas frecuencias del sismo principal y de la réplica se puede obtener la relación que existe entre las dimensiones del sismo principal y de la réplica.

Las dimensiones de la fuente son estimadas con las relaciones teóricas que propone Madariaga, Savage, Sato & Hirazawua y Brune. Ellos suponen en sus modelos fallas de determinadas formas

geométricas planas. Nosotros suponemos una fuente sísmica de forma rectangular o circular plana, y suponemos que la réplica está alojada dentro del mismo plano de falla del sismo principal. Estas funciones teóricas nos ayudan a corroborar la relación que se obtiene en los cocientes de altas y bajas frecuencias.

El mecanismo focal de este evento, según CMT de Harvard, nos indica que está es un sismo de mecanismo focal normal, el cual está asociado a esfuerzos de extensión que provocan la ruptura de la corteza oceánica que se subduce bajo la corteza continental, es decir se trata de un sismo cortical.

De el análisis preliminar de los espectros de aceleración y de velocidad pudimos concluir que la caída de esfuerzos fue 4.15 veces la caída de esfuerzos de la réplica. Tomando en cuenta estas diferencias en la caída de esfuerzos el modelo para simular el sismo principal resultó de cuatro subfallas a lo largo del rumbo y cuatro subfallas a lo largo del echado, según la relación teórica de Savage para este evento se obtiene una falla cuadrada de 1.5 km por lado para el sismo principal y de 0.39 km por lado para la réplica.

Así con el método de las funciones empíricas de Green se pudo obtener un modelo de fuente que permite estimar los registros de las aceleraciones en determinadas localidades del país donde no fue registrado el sismo del 22 de Mayo de 1997, pero si la réplica del 29 de Mayo.

SISG-21

PROCESO DE LA FUENTE DEL SISMO DEL 15 DE JULIO DE 1996

Garduño Hernández Luisa Noemí y Aguirre González Jorge
Instituto de Ingeniería, UNAM
Correo Electrónico: LGardunoH@ingen.unam

El trabajo consiste en aplicar el método de la función empírica de Green. La función requiere de un sismo de menor magnitud cercano al sismo principal para poder simular el de mayor magnitud. Un sismo de magnitud mayor o menor sigue el modelo espectral con una caída de esfuerzo constante.

Siguiendo el método sintético para el modelo espectral modelo espectral que fue propuesto por Irikura en 1986 obtenemos el número de sub-eventos necesarios () a partir de la relación entre los momentos del sismo principal que será simulado y el de la réplica que se usa como en la función de Green.

En este caso se simulara el sismo que ocurrió el 15 de julio de 1996 en el estado de Guerrero con Magnitud =5.7, =6.5 y =6; el de menor magnitud es una réplica que ocurrió el 18 de julio de 1996 con =4.9, =4.7 y =5.1. Se seleccionaron las señales acelerográficas para poder obtener su espectro de Fourier. Enseguida se analizaron los espectros de amplitud de aceleración y desplazamiento en 11 estaciones, se obtuvieron los parámetros partiendo de los espectros para estimar el área de ruptura. Siguiendo la teoría del espectro de Fourier de los registros de desplazamiento de un sismo observado en campo lejano que presenta un nivel plano en bajas frecuencias hasta una llamada frecuencia de esquina de la cual la amplitud comienza a decaer en pendiente negativa y un nivel plano donde se encuentra la : frecuencia de esquina hasta la frecuencia máxima donde inician las altas frecuencias. Se obtuvieron los mecanismos focales (strike, dip y rake) del sismo principal y la réplica. Se determinaron los parámetros requeridos para realizar la simulación como la distancia epicentral,

modelo de la falla, inicio de la onda s, etc. Así se podrán obtener las graficas de aceleración, velocidad y desplazamiento sintéticos y observados.

SISG-22

OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA REGIONAL DE ALERTA DE TSUNAMIS EN PERÚ MEDIANTE LA DETECCIÓN TEMPRANA Y LA SIMULACIÓN NUMÉRICA

Aste Evans Atilio¹ y Ortiz Figueroa Modesto²

¹ Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú

Correo Electrónico: aaste@yahoo.com.mx

² CICESE

Se desarrolla una metodología que permite evaluar en pocos minutos la alerta de tsunamis regionales empleando un universo de funciones de Green o tsunamis sintéticos previamente generados a partir de un conjunto de funciones impulso o sismos prototipo localizados a lo largo de las zonas de subducción del Pacífico Oriental. Los tsunamis sintéticos se calcularon con un modelo numérico de propagación de tsunamis que resuelve en diferencias finitas las ecuaciones hidrodinámicas de ondas largas en aguas someras. La predicción de alturas y tiempos de arribo de un posible tsunami se estima mediante la superposición lineal del conjunto particular de funciones de Green correspondiente al área de ruptura. La magnitud de la dislocación cosísmica y la localización del área de ruptura se estiman mediante el análisis inverso de observaciones tempranas del tsunami en la vecindad de la región de generación. Esta metodología se diseñó en base a la experiencia del mega-tsunami de Chile del 22 de mayo de 1960. Las observaciones regionales de este mega-tsunami en los mareogramas de 6 puertos del Norte de Chile, y la simulación numérica de este tsunami, se emplearon para sustentar la factibilidad de optimizar el Sistema Regional de Alerta de Tsunamis en Perú. El análisis detallado de las observaciones de este tsunami permitió determinar en forma independiente tanto la localización del área de ruptura como la magnitud de la dislocación cosísmica.

SISG-23

SISMICIDAD EN BAHÍA DE BANDERAS, JALISCO-NAYARIT

Rutz Lopez Marta, Núñez Cornú Francisco, Camarena García Miguel, Trejo Gomez Elizabeth y Suarez Plascencia Carlos
Centro de Sismología y Volcanología de Occidente, Universidad de Guadalajara
Correo Electrónico: fcornu@pv.udg.mx

La zona de Bahía de Banderas, entre la costa norte de Jalisco y costa sur de Nayarit, se encuentra en una región de alto potencial sísmico. Para detectar las estructuras tectónicas activas que la producen se instaló una red sísmica regional por parte de Protección Civil del Estado de Jalisco y la Universidad de Guadalajara, durante el 2002. Esto supone un mayor nivel de detección que permite un mayor control de las localizaciones de las fuentes de los temblores.

Se han identificado estructuras tectónicas activas y enjambres en la zona de El Tuito y la presa de Cajón de Peñas. Se ha detectado sismicidad dispersa que muestra el gran nivel de fracturamiento en la zona sur de la Bahía. Esta sismicidad es de baja magnitud, pero gracias a la cobertura de la red han podido ser localizadas. La zona

norte de la Bahía se mantiene con bajo nivel sísmico, siendo el límite de actividad la cara norte del cañón submarino que transcurre bajo la Bahía en dirección este-oeste.

SISG-24

CRUSTAL THICKNESS VARIATIONS IN THE MARGINS OF THE GULF OF CALIFORNIA: EVIDENCE FOR LOWER CRUSTAL FLOW?

Persaud Patricia, Perez Campos Xyoli y Clayton Robert W.
California Institute of Technology
Correo Electrónico: ppersaud@gps.caltech.edu

Receiver functions (RFs) from teleseismic events recorded by the NARS-Baja array were used to map crustal thickness in the margins of the Gulf of California, a newly forming ocean basin. Although the upper crust is known to have split apart simultaneously along the entire length of the Gulf, little is known about the behavior of the lower crust in this region. The RFs show clear P-to-S wave conversions from the Moho beneath the stations. The delay times between the direct P and P-to-S waves indicate thinner crust closer to the Gulf along the entire peninsula. This approximately W-E shallowing in Moho depths is significant with extremes in crustal thickness of ~20 and 40 km. A similar trend on the opposite side of the rift has not been established. This may be partly due to the poor spatial data coverage. Similar results have, however, been obtained at the northern end of the Gulf by previous workers, who proposed a mechanism of lower crustal flow associated with rifting in the Gulf Extensional Province for thinning of the crust. We also interpret the Gulf-ward thinning of the crust as related to ductile flow in the lower crust during the early stages of rifting. We further speculate that lower continental crust may exist within the Gulf itself.

SISG-25

DETERMINACIÓN DE LA ESTRUCTURA RADIAL DE VELOCIDADES EN LA BASE DEL MANTO A PARTIR DE ONDAS S DIFRACTADAS

Valenzuela Wong Raúl¹, Wyssession Michael E.², Owens Thomas J.³, Fischer Karen M.⁴ y Clarke Timothy J.⁵

¹ Instituto de Geofísica, UNAM

Correo Electrónico: raul@ollin.igeofcu.unam.mx

² Dept. of Earth and Planetary Sc., Washington University

³ Dept. of Geological Sciences, University of South Carolina

⁴ Dept. of Geological Sciences, Brown University

⁵ Science Applications International Corporation

Usamos la técnica de la constante de disipación a fin de determinar la estructura radial de velocidades en la base del manto a partir de ondas que rozan el núcleo o que se difractan fuera de él. El análisis [Mula, 1981] se realiza en el dominio de la frecuencia. Es necesario eliminar la respuesta instrumental de los registros, tomar en cuenta el factor de separación geométrica y las diferencias en el patrón de radiación. Para cada perfil seleccionado, se escoge la estación con la menor distancia epicentral como referencia. Los espectros de los registros de todas las demás estaciones se dividen entre el de la estación de referencia. Al graficar la amplitud logarítmica de estos registros a una frecuencia constante para todas las estaciones (en función de la distancia) se obtiene una línea recta cuya pendiente es la constante de disipación con signo negativo. A continuación se realiza el cálculo de la constante de disipación para todos los intervalos de frecuencia. Usamos el modelado directo y

proponemos varias estructuras de velocidades, con las cuales obtenemos sismogramas sintéticos con el método de reflectividad. Las constantes de disipación obtenidas de los sintéticos se comparan con la constante de disipación observada.

Usamos datos de cinco sismos frente a las costas del norte de California en 1991 y 1992 registrados en Tibet para estudiar D» debajo de Siberia oriental y datos del sismo de Kermadec del 3 de julio de 1995 registrados en el noreste de los Estados Unidos para muestrear D» debajo del Océano Pacífico centro-oriental. Para ambas regiones se obtuvieron modelos de velocidad de las ondas S con un aumento súbito de la velocidad conforme aumenta la profundidad, coincidente con el interfaz superior de la región D». Al seguir aumentando la profundidad se produce un decremento gradual de la velocidad hasta llegar al núcleo. Para el caso de Siberia oriental, el espesor de D» es de entre 185 y 235 km con un aumento de la velocidad de entre 3.8 y 5.4 % en el interfaz. Debajo del Pacífico centro-oriental, D» tiene un espesor de 186 km y un aumento discontinuo de 3.4 % en la velocidad. El comportamiento de D» en ambas regiones es consistente con su función como una capa térmica limitrofe y con la ocurrencia de una transición de fase. Los modelos no son consistentes con la existencia de silicatos enriquecidos en hierro como consecuencia de una reacción química con el núcleo. La existencia de corteza oceánica subducida podría explicar la discontinuidad en D» solamente debajo de Siberia oriental.

SISG-26

IMAGING THE SLAB FROM ACAPULCO TO MEXICO CITY USING RECEIVER FUNCTIONS

Pérez Campos Xyoli y Clayton Robert W.
California Institute of Technology
Correo Electrónico: xyoli@gps.caltech.edu

Receiver function analysis helps illuminating the discontinuities below a station by means of the converted P-to-S phases. This analysis has been proved to delineate the Moho as well as the mantle discontinuities and has also been used to look for slab structure in several places around the world. The slab in the Mexican Subduction Zone exhibits a complex behavior with its dip angle varying from a steep angle in Jalisco, to almost horizontal in Central Mexico, and then again to a steep angle, in Oaxaca-Chiapas. A key factor in the variation is thought to be the shape and viscosity of the mantle wedge. Various earthquake location and refraction studies have mapped the slab interface. In this study we image the shape of the wedge with receiver functions. We use receiver functions from teleseismic earthquakes at stations located in the transect between Acapulco and Mexico City. The quality of the data is good enough to let us identify the converted P-to-S phase from the Moho as well as other converted phases that could be attributed to the slab. Along this transect, the Moho presents variations on depth being shallower closer to the coast and deeper below Mexico City. Also the slab has an initial dip angle that later becomes almost horizontal.

SISG-27

ESTRUCTURA SÍSMICA TRI-DIMENSIONAL DE LA ZONA DE SUBDUCCIÓN DE GUERRERO, MEDIANTE EL TRAZADO DE RAYOS: SU APLICACIÓN AL RIESGO SÍSMICO

Valdés González Carlos M. y Cárdenas Monroy Caridad
Instituto de Geofísica, UNAM
Correo Electrónico: carlosv@ollin.igeofcu.unam.mx

Un modelo tridimensional de velocidades de la zona de subducción del Estado de Guerrero fue construido al integrar tres secciones o planos XZ perpendiculares a la Trinchera Mesoamericana (TM) y con dimensiones de 300 Km en el eje X (perpendicular a la TM), con 130 Km de profundidad en el eje Z y separados 105 Km a lo largo del eje Y (paralelo a la TM). Las secciones de velocidades consistieron en zonas de subducción constantes o zonas de subducción sub-horizontales.

El modelo final fue obtenido combinando las secciones de subducción constantes y sub-horizontales y mediante el cálculo y comparación entre los tiempos de viaje teóricos y los tiempos de viaje calculados para 85 trayectorias de las ondas P y ondas S de 20 sismos registrados por 5 estaciones de banda ancha del Servicio Sismológico Nacional. Los sismos utilizados, fueron localizados usando el programa JHD y todos ellos fueron localizados dentro de la zona de estudio y con magnitudes de 4.2 a 6.3.

Para el modelo final, los tiempos de arribo teóricos y calculados presentaron un ajuste del 92.9%. El modelo tiene una geometría con un ángulo de subducción constante en la zona de Zihuatanejo y cambia a una geometría sub-horizontal en la región de Acapulco.

Con el modelo final se realizaron barridos de las trayectorias de los rayos para eventos localizados cerca de la costa, con la finalidad de cuantificar la densidad de rayos por unidad de superficie alcanzada y tomar este valor como un equivalente a la amplitud de la energía sísmica en esa región. De esta forma se evaluó el efecto de la estructura sísmica tridimensional, así como el efecto de la posición del hipocentro, en la distribución de los rayos y en la distribución de la energía sísmica en la región de estudio. Por ejemplo, para dos sismos con profundidades de 17 y 14 Km, y ubicados a 10 y 60 Km de la TM, respectivamente, el primer sismo (21/04/1997) presentó zonas con densidades de 80 rayos por km², hasta una distancia de 90 km del epicentro, en cambio para el caso del sismo lejano a la TM y cercano a la costa (05/07/1998), las zonas con densidades de 80 rayos por km², alcanzaron 250 km de distancia del epicentro hacia el interior. Debido a que la ubicación de los sismos del 05/07/1998, y M=7.5 del 28/07/1957 es similar en su distancia a la TM, comparamos la distribución de densidades de rayos del primero, con la distribución de las isosistas del segundo y observamos una buena correlación entre el patrón de densidades de rayos y las isosistas.

Con la metodología presentada aquí, es posible estimar, con base a la ubicación de los sismos y al modelo propuesto, la distribución de la energía sísmica, la cual permitirá evaluar el riesgo sísmico en diferentes zonas.

SISG-28

TRACING THE UPPER MANTLE DISCONTINUITIES BENEATH THE PACIFIC-NORTH AMERICA PLATE BOUNDARY, MEXICO

Pérez Campos Xyoli, Persaud Patricia y Clayton Robert W.
California Institute of Technology
Correo Electrónico: xyoli@gps.caltech.edu

In order to determine the role of the upper mantle in the rifting process into the Gulf of California, we look for lateral variations in the upper mantle discontinuities topography. Some studies have observed evidence of upwelling mantle material under the Gulf of California, or the presence of a low-velocity zone within the mantle. However, the upper mantle discontinuities beneath this active plate boundary have never been widely mapped. The recent installation of the NARS-Baja array has provided us with good quality data and a dense enough coverage to accomplish this task. We use receiver functions from teleseismic earthquakes recorded at stations located along the Baja California Peninsula. Converted P-to-S phases from not only the Moho but also the upper mantle discontinuities are readily observed. To further enhance these arrivals we apply a low-pass filter to the receiver functions, which allows us to trace the 410 and the 660 discontinuities. Receiver functions at the Vizcaino Peninsula show some topography associated with the 410 discontinuity. In contrast, the 660 discontinuity is relatively flat lying and continuous. We expect that future data from this array will add more constraints on these results.

SISG-29

SISMICIDAD EN COLIMA DURANTE EL ÚLTIMO AÑO

Reyes Dávila Gabriel A.¹, Ramírez Vázquez Carlos A.¹, Nuñez Cornú Francisco² y Márquez Ramírez Víctor H.³

¹ RESCO, Universidad de Colima

Correo Electrónico: gard@cgic.ucol.mx

² SisVoc, Universidad de Guadalajara

³ Facultad de Ciencias, Universidad de Colima

La sismicidad registrada durante el último por la RESCO en la región del estado de Colima, localizada en la porción sureste del bloque de Jalisco, presenta los mismos patrones observados en años recientes. El evento del 22 de enero del 2003, Mw=7.6 y localizado frente a las costas del estado, ha modificado ligeramente la sismicidad local y no ha influido, aparentemente y hasta ahora, en el comportamiento del Volcán de Colima. La zona de réplicas de dicho evento esta claramente definida en su porción sureste y ambiguamente en su porción noroeste. Continua manteniéndose la ausencia de sismicidad en la región de la costa desde Armería hasta los límites con el estado de Michoacán, límite noroeste de la región del evento del 30 de enero de 1973.

SISG-30

ESTUDIO DE LAS PRIMERAS 72 HORAS DE RÉPLICAS DEL TEMBLOR DE ARMERÍA, COLIMA (MW = 7.4)

Núñez Cornú Francisco¹, Rutz Lopéz Marta¹, Reyes Dávila Gabriel A.², Trejo Gómez Elizabeth¹, Camarena García Miguel¹, Ramírez Vazquez Carlos A.² y Suárez Plascencia Carlos¹

¹ Centro de Sismología y Volcanología de Occidente, Universidad de Guadalajara

Correo Electrónico: fcornu@pv.udg.mx

² RESCO, Universidad de Colima

El 21 de junio del 2003 a las 20:06 (hora local) ocurrió un terremoto frente a las costas de Colima. Inicialmente se pensó que este había tenido lugar en lo que se conoce como el Gap de Colima, sin embargo resultados preliminares de Red Sísmica Telemétrica de Colima (RESCO) sugirieron que no fue así. Gracias a la existencia de la RESCO y de la Red Sísmica Telemétrica de Jalisco (RESJAL) y a los equipos autónomos desplegados por el SisVOC fue posible hacer un estudio de las réplicas del evento ocurridas en las primeras 72 horas inmediatas posteriores al Terremoto utilizando más de 18 estaciones para localizar las réplicas. Primeramente se obtuvo un modelo de velocidades (VJB02) a partir del modelo de velocidades VJB01 y utilizando datos de estudios de estructura de corteza realizados en la región. Para el estudio se utilizaron los eventos registrados en ambas redes (72 eventos) los cuales tienen una magnitud local mayor o igual a 3.0. La distribución epicentral de las réplicas localizadas claramente indica que el evento ocurrió en la parte suroeste del Bloque de Jalisco, fuera del Graben de Colima y consecuentemente del Gap de Colima. Las réplicas están concentradas en dos áreas, la mayor parte sobre en el área epicentral del terremoto distribuidas primordialmente en una dirección este –oeste, y otras en el área epicentral del evento de 1995. La distribución en profundidad de los hipocentros es casi vertical, la mayor parte de ellos a menos de 16 km de profundidad. La mejor solución para la localización del evento principal fue a 5 km de profundidad, el mecanismo focal calculado para el evento principal usando solo estaciones locales indica que es un evento de falla inversa con un buzamiento de 42° y un acimut de 260°. La orientación del mecanismo coincide con la distribución hipocentral de las réplicas localizadas en este trabajo para las primeras 72 horas, esto indica que el terremoto fue un evento continental de falla inversa, no se tiene antecedentes para este tipo eventos en esta región.

SISG-31

ANÁLISIS DE LAS RÉPLICAS DEL SISMO DEL 22 DE ENERO DE 2003

Marquez Ramirez Victor H.¹, Rutz Lopez Marta², Núñez Cornú Francisco² y Reyes Davila Gabriel A.³

¹ Facultad de Ciencias, RESCO, Universidad de Colima

Correo Electrónico: draug@yahoo.com.mx

² Centro de Sismología y Volcanología de Occidente, Universidad de Guadalajara

³ RESCO, Universidad de Colima

A partir del día 24 de enero y hasta el día 31 se instalaron 5 estaciones portátiles digitales triaxiales de la Universidad de Guadalajara y 2 de la Universidad de para estudiar las réplicas del terremoto del día 22. Con los datos obtenidos por las estaciones portátiles y los registrados por la RESCO, se localizaron más de 200 réplicas durante este período.

La distribución epicentral es similar a la reportada para la primeras 72 horas para la zona epicentral del terremoto, sin embargo la mayor actividad, aunque de menor magnitud, se presenta entre los 14 y 20 km de profundidad lo cual es diferente a la reportada para las primeras 72 horas. La mayor parte de estas réplicas aparentemente están distribuidas en la zona de contacto entre la Placa de Rivera y el Bloque de Jalisco definiendo un ángulo para la subducción de 12°.

SISG-32

GEOMETRIA DE LA ZONA DE WADATI-BENIOFF CALCULADA CON LAS REPLICAS DEL SISMO DE TECOMAN DEL 22 DE ENERO DEL 2002 DE MAGNITUD MW=7.4

Rebollar Bustamante Cecilio J.¹, Rodriguez Lozoya Hector Enrique¹, Domínguez Reyez Tonatiuh² y Reyez Davila Gabriel A.²

¹ CICESE

Correo Electrónico: rebollar@cicese.mx

² Observatorio Vulcanológico, Universidad de Colima

El sismo de Tecoman fue registrado por la red de periodo corto y banda ancha de Colima (RESCO) y por las estaciones de banda ancha del Servicio Sismológico Nacional. La localización de RESCO es 18.625°N y 104.125°W a una profundidad de 10 km. CICESE en conjunto con el Observatorio Vulcanológico de la Universidad de Colima instalaron ocho estaciones de periodo corto y tres estaciones de banda ancha con el fin de registrar las réplicas y definir la zona de Wadati-Benioff. La actividad sísmica fue intensa en los tres o cuatro días siguientes del evento principal y después decayó rápidamente. Las réplicas se localizaron principalmente a lo largo de la costa desde Tecoman hasta el poblado de Colomo y hacia el mar. La profundidad de las réplicas varía entre 10 y 35 kilómetros de profundidad. La zona de Wadati-Benioff es de aproximadamente 12 kilómetros de grueso y buza con un ángulo de 44°. Los errores en profundidad, latitud y longitud de las réplicas consideradas en este estudio varían entre 1.5 y 10 kilómetros. Las réplicas definen claramente la zona de acoplamiento entre la placa que buza y la de Norte América en Colima.

SISG-33

ANÁLISIS TELESÍSMICO DEL SISMO DE TECOMÁN, COLIMA (22/06/2003, MW 7.4) MEDIANTE ONDAS SUPERFICIALES Y DE CUERPO

Gómez González Juan Martín¹, Sladen Anthony², Guzmán Speziale Marco¹, Bukchin Boris³ y Mostinski Alexandre³

¹ Centro de Geociencias, UNAM, Campus Juriquilla, Querétaro, Qro.

Correo Electrónico: gomez@geociencias.unam.mx

² Laboratoire de Géologie, École Normale Supérieure de Paris, Francia

³ International Institute for Earthquake Prediction Theory and Mathematical Geophysics, Russian Federation, Rusia

El sismo de Tecomán, Colima (Mw = 7.4) del 22 de enero de 2003, tuvo una ruptura muy interesante que tratamos de describir mediante el uso de ondas de cuerpo y superficiales registradas a distancias telesísmicas. En el primer caso utilizamos una aproximación clásica de inversión de la forma de onda y amplitudes. La solución nos da un mecanismo inverso con un strike=310°, dip=30°, rake=110°.

$h=25$ km y un $M_0=1.4E+20$ N m. El ajuste de las señales es bastante bueno y la STF muestra una duración de casi 30 s. Para complementar la solución recurrimos al uso de las ondas superficiales mediante el cálculo del tensor de momentos sísmicos de orden 2, para ello usamos los periodos intermedios entre 50 y 100 s. Dicho método ha funcionado bien para el caso de sismos intraplacas, en zonas con heterogeneidades "bajas". Este es uno de los primeros estudios en lo que se aplica el método en sismos interplacas, donde la heterogeneidad se incrementa por la complejidad tan fuerte que introduce la placa de subducción. La solución que obtuvimos es similar a la de las ondas de volumen con un strike=313°, dip=33°, rake=114°, $h=28$ km y un $M_0=1.0E+20$ N m. Además, los momentos de orden superior definen una duración integral de la fuente de 10 s, una velocidad instantánea promedio del centroide de 3.2 km/s, un eje mayor de longitud de 50 km y un eje menor incierto de 18 km. El eje mayor tiene un ángulo, respecto al strike, de 125 grados y un ángulo entre la dirección de la velocidad instantánea y el strike de 100 grados. El uso de este método nos permite cumplir con dos objetivos, describir el comportamiento del sismo y calibrarlo mediante la comparación de resultados que permitirán definir el aporte real en sismos de subducción.

SISG-34

VARIACIONES EN LA PROPAGACIÓN DE ONDAS SÍSMICAS EN ESTRUCTURAS VOLCÁNICAS

Hernández Mexicano Gloria y Salazar Peña Leobardo
Ciencias de la Tierra, ESIA, IPN
Correo Electrónico: gloria_mexicano@yahoo.com.mx

En este trabajo se estudian los efectos que se producen en la propagación de ondas sísmicas en estructuras volcánicas ante variaciones de forma estructural interior y ubicación de la fuente. Se parte del hecho de que para un sismo volcánico, la señal registrada en diversas estaciones, difiere en forma de onda, duración y espectro de amplitudes en frecuencia. Se asume que estas discrepancias en los registros, son causados por efectos de trayecto, los cuales se acrecentan con la presencia y complejidad de la forma de cuerpos magmáticos en el interior de volcanes.

El estudio emplea el método numérico de diferencias finitas que hace uso de las ecuaciones de movimiento y la definición de esfuerzos para el plano x-z. En este esquema numérico se introduce una fuente de tipo explosivo y se hace uso de una solución de superficie libre irregular que permite utilizar relieves volcánicos del tipo de los estratovolcanes.

Para llevar a cabo el análisis se propagan ondas sísmicas en diversas estructuras interiores. Se parte de la ausencia de cámara magmática y superficie volcánica, para posteriormente introducir progresivamente un cuerpo magmático conformado por un reservorio y chimenea volcánica. A esta chimenea se adicionan además conductos laterales.

Los resultados numéricos demuestran que la propagación de ondas se modifica conjuntamente con la complejidad de la estructura interior y la ubicación de la fuente. Esto se manifiesta en señales de diferente duración, complejidad en la forma de onda y diversas distribuciones de amplitud en la frecuencia. De especial interés son las ondas SV que se generan por reflexión y por transmisión de la onda P en la cámara magmática y conductos. Según nuestras simulaciones esta onda SV se genera independientemente de la forma

y dimensiones del cuerpo magmático. De hecho según las simulaciones, sólo se requiere la presencia de un solo conducto o chimenea para la generación de onda SV.

La confrontación de las simulaciones numéricas con datos reales del volcán Popocatepetl, concuerdan en buena parte con las diferentes duraciones de las señales volcánicas y la complejidad de las formas de onda, así como sus espectros de amplitud en frecuencia. Es evidente que resulta muy difícil reproducir una señal volcánica real, pero nuestros resultados sugieren que las modificaciones en las señales volcánicas están estrechamente relacionadas con los efectos de trayecto.

Por otro lado, se han podido identificar ondas SV en registros del volcán Popocatepetl, que concuerdan en tiempo de llegada y movimiento en la superficie con algunos de nuestros sismos simulados. El resultado sobre la existencia de estas ondas SV, es la identificación y confirmación de un cuerpo magmático en el volcán Popocatepetl, aunque sus dimensiones resultan ser aún cuestionables.

SISG-35

SISMICIDAD EN LA REGIÓN DE EL VOLCÁN EL CEBORUCO, NAYARIT

Rutz Lopez Marta¹, Beltran Robles Yassem² y Núñez Cornu Francisco¹

¹ Centro de Sismología y Volcanología de Occidente, Universidad de Guadalajara

Correo Electrónico: fcornu@pv.udg.mx

² UAS Campus Ixtlán del Río, Universidad Autónoma de Nayarit

Con el objetivo de monitorear el volcán El Ceboruco que se encuentra en el Graben de Tepic-Zacoalco, en el estado de Nayarit y estudiar la actividad sísmica de la región el Gobierno del Estado de Nayarit en Colaboración con el Centro de Sismología y Volcanología de Occidente instaló en febrero de este año una estación sísmológica Lennartz Marslite con sensor Le3D de 1Hz, en el volcán.

Gracias a los registros de esta estación se ha podido identificar nuevamente la sismicidad de la zona de Amatlán de Cañas-Ameca, donde existe un rasgo tectónico que ya se había identificado como sísmicamente activo, y se encuentra en la frontera de este mismo graben, dentro del bloque de Jalisco. En los primeros tres meses de operación se han podido localizar 13 eventos con magnitud local entre 3 y 4.

Por otra parte, se han estado registrando eventos tectonovolcánicos en la estructura volcánica de El Ceboruco, que presentan formas de onda con fuerte dispersión de las señales sísmicas.

SISG-36

ESCALA DE MAGNITUD LOCAL (ML) PARA LA REGIÓN LA PAZ-LOS CABOS, BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO

González Escobar Mario, Vidal Villegas José Antonio, Munguía Orozco Luis, Mayer Geraldo Sergio y Aguirre Estrada Alfredo
CICESE

Correo Electrónico: mgonzale@cicese.mx

En la región de La Paz-Los Cabos, Baja California Sur, México se ha operado en varias configuraciones y periodos una red sísmica digital formada por 10 estaciones de aceleración. Con el propósito de reportar magnitudes confiables y homogéneas de los microtemblores de la región, es necesario contar con una escala de magnitud local. Por tanto, a partir de registros digitales de más de 450 sismos registrados a distancias que van desde prácticamente 0 hasta 250 km se propone una escala de magnitud para la región. Los sismos analizados ocurrieron entre octubre de 1998 y junio de 2003 en la parte sur de la Península de Baja California y el Golfo de California. Mediante un análisis de regresión lineal, alrededor de 3200 amplitudes cero-pico, medidas en sismogramas Wood-Anderson equivalentes, se utilizaron para obtener la función de atenuación $-\log A_0$ utilizada por Richter (1958) en su definición de magnitud local. Los resultados obtenidos al presente permiten establecer la siguiente función de atenuación: $-\log A_0 = 0.7863 \log(r/100) + 0.0047(r-100) + 3$. Simultáneamente, del análisis de regresión lineal se obtuvieron también las correcciones de magnitud para las estaciones sísmicas, con valores entre -0.34 y 0.24 . Con la función de atenuación obtenida, se podrá cuantificar el tamaño de los microtemblores de la región.

SISG-37

ESTUDIOS SISMICOS EN LA COSTA DEL NORTE DE BAJA CALIFORNIA, MEXICO: PUNTA CHINA Y FALLA SAN ISIDRO

Carlos Villegas Jaime, García Arthur Rosalía, Frez Cárdenas José, Nava Pichardo Alejandro, Suárez Vidal Francisco, Méndez Figueroa Ignacio y Farfán Sánchez Francisco
División de Ciencias de la Tierra, CICESE
Correo Electrónico: jaime@cicese.mx

El mapa regional de sismicidad correspondiente al catálogo de RESNOM muestra más de 100 sismos localizados cerca de Punta China, en la costa, a unos 30 km al sur de Ensenada; esta actividad tiene magnitudes menores de ~ 2.0 y la actividad parece superficial. El catálogo del Sur de California apenas registra esta actividad ya que está por debajo de su magnitud umbral. Ambos catálogos muestran una sismicidad importante asociada a la falla San Isidro cuya traza, en esta región, es paralela y a unos 30 km de la costa. En noviembre y diciembre del 2002, instalamos una red local de 6 estaciones portátiles (RefTek), tres componentes, grabación digital en los alrededores de la planta cementera ubicada en Punta China. Los datos y resultados corresponden a esta red, a otra local que monitoreó la actividad de la falla Agua Blanca y a epicentros extraídos del catálogo de RESNOM.

La sismicidad registrada por la red local en el foco de Punta China es escasa y de magnitud pequeña, posiblemente asociada a una franja de actividad que es perpendicular a la costa. La sismicidad de la falla San Isidro parece más alta que la del foco de Punta China y la de la falla Agua Blanca. Este último resultado, aunque ya indicado

en los mapas regionales, se discute con detalle por su importancia tectónica. Se entrega, además, detalles relacionados con la correspondiente distribución de la sismicidad en el tiempo y evidencia sobre mecanismos focales.

SISG-38

CARACTERÍSTICAS DE LA FUENTE DEL SISMO DE LORETO QUE OCURRIÓ EL 12 DE MARZO DEL 2003 (MW=6.4) EN UNA FALLA TRANSFORMADA DEL GOLFO DE CALIFORNIA

López Pineda Leobardo, Rebollar Bustamante Cecilio J., Perez-Vertti Arturo y Mendoza Juan A.
División de Ciencias de la Tierra, CICESE
Correo Electrónico: leolopez@cicese.mx

El 12 de Marzo del 2003 ocurrió un sismo de magnitud 6.4 en la falla transformada que une a las cuencas Guaymas y del Carmen. Este sismo fue registrado por las redes sísmológicas de banda ancha de NARS-Baja de la Universidad de Utrecht y RESBAN del CICESE. Estas redes están localizadas en la Península de Baja California y los estados de Sonora y Sinaloa. El sismo se localizó en 26.5°N y 111.05°W a una profundidad de 5 ± 2 km. Un pre-evento y 40 réplicas fueron localizadas. Las réplicas ocurrieron hacia el sureste del sismo principal a lo largo de una extensión aproximada de 60 km. De la estadística de las réplicas se calculó un valor de b de 0.68. La profundidad y la geometría de la fuente fueron calculadas con el modelado de las ondas S. Una fuente sísmica de 6 segundos de duración se observó claramente en la estación NE77 localizada a 72 km al sur del epicentro. El mejor ajuste entre los sismogramas observados y sintéticos se obtuvo con la siguiente geometría: rumbo $117^\circ \pm 4^\circ$ echado $79^\circ \pm 2^\circ$ y deslizamiento $168^\circ \pm 2^\circ$. El espectro de las ondas S en la estación NE77, sin corrección por atenuación, tiene un decaimiento de -2 a altas frecuencias. Del análisis espectral se calculó un momento sísmico de 4.6×10^{18} Nm, una dimensión de la fuente de 9.7 km y una caída de esfuerzos estáticos en el rango de 13 a 23 bares, suponiendo una fuente circular.

SISG-39

DETERMINACION DE DEFORMACIONES EN PRESAS

Plata Rocha Wenseslao, Ortiz Bueno Candelario y Balderrama Corral Rigoberto
Universidad Autónoma de Sinaloa
Correo Electrónico: e028001@alumno.uasnet.mx

Con la realización de este proyecto se determinarán los desplazamientos de los puntos deformantes de la cortina y comparando éstos con las magnitudes que se tienen del primer ciclo de medición, estaremos en posibilidades de obtener los valores de las deformaciones dentro de los límites de la precisión establecidas, los cuales nos servirán para elaborar gráficas que nos permitirán hacer pronósticos del comportamiento de la cortina de la presa tanto en el plano horizontal y vertical, además estaremos en posibilidades de calendarizar las observaciones subsecuentes, así como se utilizará el método geodésico de trilateración, observaciones GPS y nivelación de alta precisión en el establecimiento de la Red de Apoyo.

La observación de las deformaciones de la cortina de las presas en la práctica productiva, es el conjunto de actividades de mediciones geodésicas, el cálculo estadístico y la representación gráfica que se realiza con el objetivo de determinar el grado de deformación de la cortina, independientemente de las causas que lo originan.

Para llevar a cabo estas observaciones es necesario elaborar un proyecto de una red geodésica especial de apoyo horizontal y vertical, en la cual se deben de realizar mediciones geodésicas (distancias, ángulos y desniveles) así como mediciones GPS de la siguiente manera: monumentación de la red de trilateración; medición de distancias con el distanciómetro electrónico TC1800 en la red de trilateración construida fuera de la zona de influencia de las deformaciones; mediciones satelitales utilizando receptores GPS marca Astech de dos bandas; mediciones de ángulos y distancias (con teodolito de alta precisión) hacia los puntos auxiliares colocados sobre la cortina de la presa; elaboración matemática de los resultados de las mediciones de la trilateración en la estación y compensación de la trilateración por el método paramétrico de los mínimos cuadrados; ajuste de la red GPS con el software Astech Solutions y comparación de los resultados obtenidos con los de la trilateración; medición de las magnitudes de las desviaciones horizontales de los puntos deformantes colocados sobre la cortina de la presa, aplicando el método de alineamiento geodésico horizontal y determinación de los desniveles entre los puntos deformantes colocados sobre la cortina de la presa utilizando el método de nivelación geométrica de segundo orden el cual se mide con una precisión de 0.05mm en la estación con el nivel electrónico NA03 marca Leica; obtención de las magnitudes de las deformaciones en el plano horizontal y vertical y gráfica de los resultados obtenidos para pronosticar las tendencias de estas magnitudes, así como el calendario de las observaciones.

La elaboración matemática de los resultados de las mediciones nos darán parámetros de los errores obtenidos durante el proceso de medición de campo, con lo cual podremos certificar si el método y la metodología de medición utilizados satisfacen la precisión requerida y con ello concluir que este método utilizado es apropiado para llevar a cabo las observaciones de las deformaciones de las presas.

SISG-40

MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA DE LA CIUDAD Y PUERTO DE VERACRUZ Y ZONA CONURBADA

Torres Morales Gilbert¹, Samaniego Lermo Javier², Trujillo Riquer Guadalupe³ y Williams Linera Francisco³

¹ Centro de Ciencias de la Tierra, Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Veracruzana

Correo Electrónico: giltorres@prodigy.net.mx

² Instituto de Ingeniería, UNAM

³ Instituto de Ingeniería, Universidad Veracruzana

El Estado de Veracruz ha experimentado los efectos de sismos importantes que han provocado pérdidas humanas y materiales de importancia, cabe recordar que después del sismo de la ciudad de México en 1985 con 10,000 víctimas, el estado tiene el segundo lugar con el sismo de Xalapa ocurrido en 1920 con 650 víctimas y el tercero con el de Orizaba del año de 1973 con 539 muertes, de aquí la importancia de estudiar las diferentes regiones del estado y los posibles efectos que se tendrían ante un evento sísmico y tomar medidas preventivas para minimizar estos efectos negativos.

En este trabajo presentamos los resultados de un estudio a cargo de la Universidad Veracruzana y financiado por el Sistema de Investigación del Golfo de México (SIGOLFO) CONACYT, que tiene como objetivo la Microzonificación sísmica de la zona conurbada de la ciudad de Veracruz (ZCV) y busca colaborar a reglamentar para disminuir el riesgo sísmico en las construcciones.

Estos resultados están integrados en mapas con las principales características geológicas, geotécnicas, hidrológicas, daños por sismos históricos, etc., además se indican 176 puntos de registros de vibración ambiental y 3 estaciones acelerográficas temporales con el objeto de registrar sismos para evaluar el efecto de sitio, utilizando las técnicas Estándar y de Nakamura. Con estos resultados se pudieron establecer conclusiones y elaborar un mapa de curvas de isoperíodo y delimitar la ZCV de acuerdo a sus características dinámicas en un mapa final de microzonificación sísmica.

SISG-41

EFFECTOS DE LA INTERACCION SUELO-ESTRUCTURA EN LA DETERMINACION DEL PERIODO CARACTERISTICO DE VIBRACION DEL TERRENO

Gallipoli Maria Rosaria¹, Mucciarelli Marco¹, Castro Escamilla Raul², Monachesi Giancarlo³ y Contri Paolo⁴

¹ Universidad de la Basilicata, Campus Macchia Romana, Italia
gallipoli@imaa.cnr.it

² Depto. de Sismología, División de Ciencias de la Tierra, CICESE

³ Istituto Nazionale de Geofisica e Vulcanologia, Roma, Italia

⁴ IAEA, Viena, Austria

En este estudio analizamos el efecto de la vibración de estructuras en la determinación del periodo característico de vibración del terreno en campo libre. Con este objetivo registramos ruido ambiental tanto en campo libre, a diferentes distancias de estructuras civiles, así como sobre las mismas estructuras. Las frecuencias naturales de vibración se determinaron calculando cocientes espectrales entre las componentes horizontal y vertical de los microtemores registrados (método de cocientes H/V propuesto por Nakamura, 1989).

Adicionalmente, medimos la frecuencia natural de un modelo estructural antes y después de someterlo a movimientos fuertes mediante una mesa vibradora, hasta provocar daño estructural. Observamos un decremento en la frecuencia característica de la estructura de cerca de 75 % después de realizar la prueba, debido a una considerable pérdida de rigidez al sufrir daño estructural.

Encontramos que el método de cocientes H/V proporciona estimaciones consistentes del periodo natural de los edificios analizados. También encontramos que la vibración de las estructuras estudiadas tienen un importante efecto en mediciones de campo libre debido a la interacción suelo-estructura, aun cuando las mediciones se realicen a distancias del doble de la altura de la estructura.

Los resultados obtenidos son relevantes para estudios de microzonación en los que se pretende determinar el periodo característico de vibración de sitios localizados en campo libre.

SISG-42

EVALUACIÓN DE LAS ZONAS DE DAÑO EN LA CIUDAD DE XALAPA, VER. POR EL SISMO DE 1920 (MS=6.2)

Torres Morales Gilbert¹, Lermo Samaniego Javier², Mora González Ignacio¹ y Rodríguez Elizarrarás Sergio¹

¹ Centro de Ciencias de la Tierra, Universidad Veracruzana
Correo Electrónico: giltorres@prodigy.net.mx

² Instituto de Ingeniería, UNAM

El 3 de enero de 1920 la zona de Xalapa y pueblos aledaños fueron afectados por un fuerte movimiento sísmico. A las 21:45 horas dió inicio el primero de tres sismos, perceptibles por la población. El epicentro se ubicó aproximadamente a 50 km. al suroeste de la ciudad de Xalapa, en la frontera entre Puebla y Veracruz. El segundo sismo, más fuerte que el anterior ocurrió a las 22:25 horas. Y el último a las 23:01 horas, siendo casi imperceptible. El evento causó importantes daños a la región. Se estima que 650 personas perecieron a causa del macrosismo, 419 por avalanchas de lodo provocadas por el deslave de barrancas. Sólo el sismo de 1985 supera al de Xalapa en número de víctimas en México, quedando el de Orizaba (Cd. Serdán) en la tercera posición.

Xalapa no experimenta sismos frecuentes y mucho menos como el de 1920. Sin embargo, la ciudad no ha sido ajena en el pasado a este tipo de fenómenos. La primera noticia de un sismo local importante data de 1546. Los reportes históricos de este evento indican de la destrucción total de un templo franciscano. Reportes posteriores indican que la ciudad fue afectada por otros temblores de magnitud importante en 1691 y el 13 de noviembre de 1874 donde de nuevo el templo de San Francisco sufrió daños. Un sismo posterior al de 1920 fue el del 25 de julio de 1937, donde numerosas casas sufrieron daños, así como el Palacio de Gobierno del Estado.

El presente trabajo es el resultado de un estudio de zonificación de los daños en la ciudad de Xalapa por los sismos históricos, principalmente el de 1920. Establece las características geológicas-geotécnicas, de los puntos más importantes en las zonas de daño. Enriquecen estos datos, la utilización de vibración ambiental, para estimar de forma aproximada su periodo dominante y su amplitud relativa. Lo anterior, con el fin de establecer el efecto de sitio de cada zona de daño y poder evaluar y entender la respuesta sísmica. La información se resume en forma de mapas georeferenciados, que inician un sistema de información geográfica (SIG) de la ciudad actualizando toda la información existente y generada. Todo esto orientado a servir a futuras investigaciones, así como al inicio de un mapa general de riesgos en la ciudad.

SISG-43

AMPLIFICACIÓN DEL MOVIMIENTO DEL TERRENO EN EL VOLCÁN DE CERRO PRIETO, MEXICALI, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO

Vidal Villegas José Antonio, Munguía Orozco Luis, González Escobar Mario, Rocha Guerrero Ernesto, Reyes Serrano Rogelio, Navarro Sánchez Miguel y Valdéz López Tito Armando
Depto. de Sismología, División de Ciencias de la Tierra, CICESE
Correo Electrónico: vidalv@cicese.mx

El volcán de Cerro Prieto es el único rasgo topográfico en el valle de Mexicali, Baja California, México. Este volcán ha recibido atención debido a las amplitudes altas observadas en registros de velocidad y

aceleración obtenidos, respectivamente, en estaciones ubicadas cerca de la cima y a una altitud media del volcán. Por ejemplo, L. Munguía y colaboradores (1988, Calif. Div. Mines Geol. Rept. OSMS 87-04) reportaron una aceleración horizontal de 1.4 g generada por el sismo de Cerro Prieto de 1987 (M 5.4). Sismos del área pero de magnitud menor también han generado amplitudes altas. Para determinar la frecuencia fundamental de sitios al pie y a diferentes altitudes del volcán, registramos ruido ambiental a lo largo de un perfil que lo cruza con orientación N18E. Estos datos fueron complementados con registros de aceleración de 27 sismos ($2.6 \leq M \leq 5.4$) obtenidos en la estación VCP, la cual está ubicada a 110 m de altitud. Una revisión de los registros de ruido revela un periodo predominante de ~ 5 s para sitios ubicados en la base del volcán. Ondas con este tipo de periodo, pero con menor amplitud, también se han observado en sitios sobre el volcán. Con el uso de ruido ambiental y la onda S de los registros de aceleración de la estación VCP, se realizó un análisis espectral H/V. Los resultados preliminares obtenidos de este análisis permiten establecer una concordancia entre los valores máximos H/V obtenidos con ambos tipos de datos: 6.5 (entre 1.8 y 2.6 Hz) con ruido ambiental y 8 (a ~ 1.6 Hz) con registros de aceleración. En la exposición presentaremos y discutiremos los resultados de un análisis similar realizado con datos de los otros sitios considerados en nuestro estudio.

SISG-44

MONITOREO SISMICO DE LA REGION DE TLAXCALA

González Pomposo Guillermo Jorge, Jiménez Barroso Janet, Pérez Soto Antonio, Félix Romero Saby Gabriela y Posada Sánchez Ana Elena

Facultad de Ingeniería, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

Correo Electrónico: gungonzal@siu.buap.mx

El Estado de Tlaxcala se localiza en la región centro-oriental de la República Mexicana, en las tierras altas del eje neovolcánico, sobre la meseta de Anáhuac.

La instrumentación sísmica del estado surgió ante la necesidad de conocer las características sísmicas de la región y el obtener información relacionada con los eventos que en ella se registran para evaluar los efectos directos e indirectos que se producen así como el comportamiento de los suelos de la ciudad de Tlaxcala.

Históricamente, el estado ha sufrido el efecto de aproximadamente 40 sismos, cuyos epicentros se localizaron en las ciudades de Tlaxcala, Apizaco y Huamantla, sin olvidar considerar su cercanía a la zona de subducción del país.

En 1996 Meneses Mena plantea instalar tres acelerógrafos en: la unidad deportiva de la Universidad Autónoma de Tlaxcala, la presidencia auxiliar de San Esteban Tizatlán y el Centro Expositor de la ciudad de Tlaxcala. La disposición de los lugares permitiría que al registrarse eventos, se tuviera la mayor cobertura posible de datos.

En 2001 el Instituto Estatal de Protección Civil del Estado de Tlaxcala establece un convenio con el Laboratorio de Ciencias de la Tierra de la Facultad de Ingeniería de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla para el monitoreo sísmico del estado y de la ciudad de Tlaxcala.

Mediante este convenio en una primera fase se instala una estación sísmica analógica en las oficinas de Protección Civil del estado y una estación acelerográfica integrada por un DCA-333 en el Parque Xicotencatl del centro de la ciudad capital.

La estación sísmica ha arrojado sus primeros resultados y ha operado ininterrumpidamente desde mayo de 2002.

El primer registro logrado por la estación acelerográfica ha sido el correspondiente al sismo del día 22 de enero del 2003 con magnitud de 7.6 grados en la Escala de Richter en las costas de Colima con aceleraciones máximas de: -2.61 V, -4.36 N90E y 4.40 NOOE.

Con estos equipos se pretende analizar las características de los sismos registrados con el fin de obtener datos que permitan elaborar criterios adecuados de análisis y diseño para la ciudad de Tlaxcala que conducirá a elaborar normas y especificaciones indispensables para una apropiada reglamentación sísmica, con la cual, podrá ofrecerse una mayor seguridad para sus habitantes así como el crecimiento a futuro. Actualmente se encuentra en proceso el Proyecto de "Ampliación del Monitoreo Sísmico del Estado de Tlaxcala", en el que participan ambas instituciones.

SISG-45

REPRESENTACIÓN PARAMÉTRICA Y NO-PARAMÉTRICA DE LA MAGNITUD LOCAL EN LA CUENCA DE MÉXICO: ESTIMACIONES CONSISTENTES DE LOGAO Y QS

Ortega Ruiz Roberto¹ y Quintanar Robles Luis²

¹ CICESE

Correo Electrónico: ortega@cicese.mx

² UNAM

Presentamos un estudio de magnitud local en la Cuenca de México usando sismogramas sintéticos Wood-Anderson. Utilizamos todo el registro sísmico disponible de la Red Sísmica del Valle de México (1996-2003). De un total de 1100 valores máximos Wood-Anderson invertimos los términos de sitio fuente y distancia. La curva $\log A_0(r)$ fué expresada en formas paramétricas y no-paramétricas después de corregir el nivel de referencia propuesto por Richter. La forma paramétrica se representa mejor de la forma $\log A_0(r) = -0.48 \log(r/100) - 0.0018(r-100) - 3$, sin embargo nosotros preferimos la forma no-paramétrica que representa mejor los efectos de propagación de las ondas sísmicas. Los resultados de las curvas de atenuación son consistentes con estudios de escalamiento del terreno (Q_s , expansión geométrica, y teoría de las vibraciones aleatorias). Además observamos que la magnitud de coda ha sido considerablemente subestimada en el valle de México. Las curvas de atenuación en el valle de México tienen características peculiares en su expansión geométrica y los términos de excitación requieren de valores bajos de caídas de esfuerzo.

SISG-46

LA SEQUENCIA SISMICA DE SANTA MATILDE DE GUAZAPARES, SIERRA DE CHIHUAHUA

Ortega Ruiz Roberto¹, Molina Castulo², Bastrow Noel³, Hincapie Jaime², de la Garza Rodrigo⁴, Dominguez Leobardo⁵ y Payan Rosendo⁶

¹ CICESE

Correo Electrónico: ortega@cicese.mx

² UTEP

³ PASSCAL

⁴ UACH

⁵ CENAPRED

⁶ Edo. Chihuahua

El poblado de Santa Matilde de Guazapares, localizado en la Sierra Madre Occidental en el límite Sinaloa-Chihuahua, ocurrió un enjambre sísmico durante el periodo Septiembre 2001 a Marzo 2002. En ese periodo un grupo interdisciplinario estudió el fenómeno. Los objetivos principales fueron de asistir a la comunidad del lugar sobre riesgo de este intrigante fenómeno. El enjambre fué detectado debido a que ocurrió exactamente sobre el poblado. A distancias mayores de 4 km era muy raramente apreciado, sin embargo existieron algunos daños en estructuras. No se tienen reportes de actividad sísmica previa. En este trabajo presentamos un reporte del fenómeno así como sus posibles causas, por ejemplo, creemos que se trata de un fenómeno denominado 'Sackungen' relacionados con desplazamiento de tierra en laderas inestables.

SISG-47

ESTADO ACTUAL DE LA RED SISMICA DEL NORESTE DE SONORA, MEXICO (RESNES)

Romero de la Cruz Oscar¹, Castro Escamilla Raul² y Inzunza Romero Luis²

¹ Instituto de Geología, UNAM

Correo Electrónico: oromero@geologia.unam.mx

² Depto. de Sismología, División de Ciencias de la Tierra, CICESE

La red sísmica del Noreste de Sonora, México consiste de 10 estaciones sismológicas autónomas y digitales distribuidas en la margen poniente del plateau de la Sierra Madre Occidental. El principal objetivo de esta red es monitorear la sismicidad regional y la microsismicidad relacionada con el sistema de fallas normales que forman parte del Basin and Range y que se han relacionado con el gran sismo de Bavispe, Sonora de 1887 ($M_w = 7.4$).

La red sísmica RESNES esta compuesta de 9 grabadoras K2 de Kinemetrics conectadas a episensores de tres componentes y un sismómetro de velocidad L4C. Adicionalmente se instalará próximamente una estación de banda ancha de registro continuo en la sección central del área de estudio. Esta estación consiste de una grabadora Guralp CMG-DM conectada a un sismómetro de banda ancha CMG-40T.

En este trabajo se presentarán resultados preliminares de la sismicidad registrada por la red durante el periodo enero-septiembre de 2003.

SISG-48

DETERMINACION DE LA DIRECCION DE FALLAMIENTO PARA SISMOS PEQUEÑOS Y REGISTRADOS EN REDES LOCALES

Frez Cárdenas José, Nava Pichardo Alejandro y Acosta Chang José Guadalupe
 Depto. de Sismología, División de Ciencias de la Tierra, CICESE
 Correo Electrónico: jofrez@cicese.mx

La utilización del signo de la primera fase de la onda P y de un modelo de falla puntual produce dos planos indistinguibles en la determinación del mecanismo focal de un sismo. Si se emplea un modelo de falla finita y datos telesísmicos, es común determinar el plano y otros parámetros de la fractura, con un procedimiento simple y estándar en que se ajusta sismogramas sintéticos y observados para el paquete de ondas P y utilizando teoría de rayos. Esta situación se complica si los sismogramas provienen de redes locales dada la dificultad en modelar la heterogeneidad lateral.

Sin embargo, con redes locales densas se puede observar el efecto Doppler directamente en sismogramas de desplazamiento. Esta técnica se ha comprobado con registros de un sismo de magnitud 3.6 ocurrido en las cercanías de la falla Vallecitos y aplicado extensamente a sismogramas que provienen del monitoreo de la actividad de la falla Agua Blanca, ambos sitios en B. California, México. Los resultados y sus implicaciones tectónicas son discutidos con detalles.

SISG-49

SISTEMA DE ACCESO REMOTO Y VISUALIZACIÓN DE REGISTROS VÍA INTERNET DE LA RED ACELEROMÉTRICA

Sanchez Rodriguez Julia del Carmen, Natsu Cardenaz Hiroshi y Reyes Zamora Cesar Alfonso
 Depto. de Sismología, División de Ciencias de la Tierra, CICESE
 Correo Electrónico: jsanchez@cicese.mx

Haciendo uso de las herramientas de comunicaciones vía Internet y del sistema operativo Windows XP, hemos desarrollado un sistema de acceso remoto para la operación de sistemas de adquisición de datos basados en el sistema operativo MS-DOS. Para la comunicación con instrumentos operados por comandos vía puerto serial.

El objetivo del sistema de acceso remoto es generar un ambiente de trabajo para la ejecución de comandos desde una PC-Remota Windows XP, que permitan inicializar procesos específicos en una PC-Local MS-DOS a través de la cual da acceso a una red de acelerógrafos

De esta forma, las tareas que realiza el supervisor de la red se ejecutan en un ambiente virtual, por medio de comandos específicos bien definidos.

El procesamiento de los datos generados por la red, se realiza in situ o desde la PC-Remota. Bajo el Windows los datos se transmiten a cualquier lugar vía Internet.

El objetivo principal del sistema es servir como una herramienta para la consulta de información específica de uno o varios sensores, nos permite además generar las gráficas de las series de tiempo y de sus espectros de frecuencia.

Las consultas están organizadas de manera que:

1. El usuario es capaz de visualizar las gráficas por instrumento para un evento específico.
2. El sistema permite organizar las gráficas por sitio de registro y componente.
3. Además, el sistema permite visualizar la respuesta de la estructura del edificio en un mismo sitio para diferentes eventos.

El sistema desarrollado permite que la información pueda ser consultada desde cualquier computadora conectada a Internet usando un navegador independientemente de la plataforma del usuario. Otra ventaja es que el sistema ofrece una interfaz gráfica amigable con la cual los usuarios ya se encuentran familiarizados.

SISG-50

SISTEMA DE ADQUISICIÓN Y ALMACENAMIENTO DE DATOS PARA ESTUDIOS DE SISMOLOGÍA

Manríquez López Manuel Iván¹, Morales Godoy Héctor², Acosta Chang José Guadalupe¹, Mitrani Abenchuchan Enrique¹ y Gómez Treviño Enrique¹
¹ CICESE
 Correo Electrónico: mimanri@cicese.mx
² Centro de Investigación y Desarrollo de Tecnología Digital

Se presenta un sistema de adquisición y almacenamiento de datos para aplicarlo en estudios de sismología que se realizan dentro de la División de Ciencias de la Tierra en CICESE.

Las características principales del sistema son: seis canales de entrada analógica con rango de entrada de ± 2.5 V, resolución digital de 24 bits con 3 bits RMS de ruido, selección entre varias velocidades de adquisición, selección de ganancias entre 1 y 1024, almacenamiento en memoria portátil removible y una interfaz USB de comunicación.

El sistema esta basado en un convertidor analógico a digital delta-sigma de 24 bits, un procesador digital de señales el cual lleva las principales tareas del sistema, un microcontrolador para realizar la comunicación con el exterior del sistema vía una computadora portátil y memorias tipo Compact Flash. El sistema reemplazará a los equipos comerciales de 12 bits con los que cuenta actualmente CICESE, y pretende mejorar la respuesta de los filtros de algunos equipos comerciales de 24 bits.

A la fecha se cuenta con un sistema de tres canales con selección individual de ganancia que funciona en modo continuo y que ya realiza el almacenamiento en memoria Compact Flash. La parte analógica está formada por una etapa de acondicionamiento y filtrado de la señal de entrada. La parte digital consiste en un procesador digital de señales en donde se diezman y filtran los datos que serán enviados a la memoria de almacenamiento de largo plazo.

SISG-51

ADQUISICIÓN Y VISUALIZACIÓN DE DATOS DE LA RED SÍSMICA DEL NOROESTE DE MÉXICO

Arregui Ojeda Sergio Manuel, Vidal Villegas José Antonio,
Orozco León Luis Raúl, Méndez Figueroa Ignacio, Gálvez
Valdez Jesús Oscar, Farfán Sánchez Francisco y Inzunza Romero
Luis

Depto. de Sismología, División de Ciencias de la Tierra, CICESE
Correo Electrónico: sarregui@cicese.mx

Con el propósito de actualizar el sistema de adquisición de datos para la Red Sísmica del Noroeste de México (RESNOM) se desarrolló un sistema de adquisición nuevo complementado con programación para la visualización de las señales sísmicas. Aunque se tenía un sistema antecesor, que operaba sobre el sistema operativo OS-9 en convivencia con MS-DOS, fue necesario actualizarlo por la obsolescencia del hardware, su inestabilidad y por ser necesarias otras funcionalidades que el viejo sistema estaba lejos de cumplir. Para el desarrollo del sistema de adquisición nuevo se escogió LINUX por ser el sistema operativo que cumplía mejor los requerimientos deseados: manejo de señales en tiempo real, sistema multiusuarios y multitareas, además de ser un sistema confiable, entre otros. En el sistema de adquisición desarrollado se reciben las señales provenientes de 12 estaciones de periodo corto y de una estación de periodo largo. Estas señales se suministran a la computadora a través de una tarjeta multipuerto que permite incrementar la capacidad de la computadora hasta diez puertos serie. A su arribo, las señales se decodifican, cambian de formato y se les incluye marcas de tiempo. Una vez hecho lo anterior, se aplica a cada una de las señales un algoritmo de detección basado en el cociente de promedios cortos entre promedios largos de la señal recibida. Cuando se cumple un criterio de disparo, el sistema procede a declarar un evento y a guardarlo en disco. Los programas para la visualización de las señales en tiempo real permiten inspeccionarlas para saber su estado y calidad (señal sin interferencia, nivel de ruido, continuidad de la señal). El sistema desarrollado permite que el manejo y la visualización de las señales sísmicas grabadas sea más sencilla con respecto a su antecesor por la automatización de tareas, su característica multitareas y su interfase gráfica. Por otro lado, la base de datos de RESNOM es ahora homogénea. Actualmente es posible conjuntar datos de diferentes tipos de señales (periodo corto, periodo largo y banda ancha) en el formato SEISAN, el cual es de uso amplio en sismología.

SISG-52 CARTEL

AVANCES SOBRE EL MONITOREOS SÍSMICOS EN EL CENTRO DE MÉXICO Y EL ALTIPLANO CENTRAL

Gómez González Juan Martín¹, Barboza Gudiño Rafael², Zúñiga
Davila-Madrid Ramón¹, Guzmán Speziale Marco¹, Alaniz Alvarez
Susana A.¹ y Nieto Samaniego Angel F.¹

¹ Centro de Geociencias, UNAM, Campus Juriquilla, Querétaro,
Qro.

Correo Electrónico: gomez@geociencias.unam.mx

² Instituto de Geología, UASLP

Mostramos los avances sobre algunos de los primeros monitoreos sísmicos realizados en la Faja Neovolcánica Transmexicana y el Altiplano Central. Para entender el efecto del estado de esfuerzos regional integramos la mayor cantidad de información posible de otras áreas de Ciencias de la Tierra. Una de las zonas dónde se tiene mejor

conocimiento estructural es Huimilpan, Querétaro. El conjunto local de fallas pertenece al sistema Taxco-San Miguel de Allende, de orientación casi NS. La actividad sísmica registrada durante los monitoreos deja abiertas dos hipótesis, la primera es que se trata de un sistema que esta en plena reactivación. La segunda, no excluyente de la anterior, es que existen estructuras sismogénicas más jóvenes que no tienen expresión en superficie. Otra zona monitoreada fue Arroyo Seco, en los límites de Querétaro y San Luis Potosí. En 2000-2001 ocurrió una secuencia sísmica que duró varias semanas las relocalizaciones muestran una concentración perpendicular a las estructuras mayores. No hubo ninguna ruptura en superficie que ayudará a precisar la zona sismogénica. Por otro lado, en 1999 realizamos un monitoreo de otra secuencia ocurrida en las cercanías de las poblaciones de la Sardina y la Estancia, en Guanajuato. La topografía se caracteriza por tener pocas estructuras visibles, ello incrementa la interrogante sobre el origen de la sismicidad. Como particularidades destacan varios agrietamientos en el suelo que no tienen desplazamiento relativo y que se dice se formaron durante la secuencia sísmica. En lo que respecta al Altiplano Central, realizamos un monitoreo en el Centro Oeste del Estado de San Luis Potosí en 2002, en las poblaciones de Cerritos, el Temazcal y Villa Hidalgo. La actividad sísmica fue débil, en más de 4 meses se registraron en promedio 250 microsismos. El interés por estudiar esta zona está en que la sismicidad histórica y reciente incluyen eventos cuya duración y liberación de energía han causado varios daños.