

Sesión Especial

**Estudios multidisciplinarios  
de fracturamiento y  
subsistencia y zonificación  
asociada en áreas urbanas**

Organizadores:

Dora Carreón

Mariano Cerca

Efraín Ovando

Gabriel Auvinet

SE03-1

### SISTEMA DE MONITOREO DEL FRACTURAMIENTO DEL SUBSUELO EN LA DELEGACIÓN IZTAPALAPA: MECANISMOS DE FRACTURAMIENTO IDENTIFICADOS

Carreón Freyre Dora Celia<sup>1</sup>, Cerca Mariano<sup>1</sup>, Gutiérrez Calderón Raúl<sup>2</sup>, Ocaranza Maldonado Jaime<sup>2</sup>, Díaz Rodolfo<sup>3</sup>, Ochoa Gil<sup>3</sup>, Álvarez Manilla Alfonso<sup>3</sup>, Portillo Pineda Rodrigo<sup>3</sup>, Ramírez Alonso Israel<sup>2</sup> y Zacarías Jiménez Said Ricardo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Centro de Geociencias, UNAM

<sup>2</sup>Delegación Iztapalapa, Gobierno del Distrito Federal

<sup>3</sup>Posgrado en Ciencias de la Tierra

freyre@geociencias.unam.mx

El objetivo principal del sistema de monitoreo propuesto es permitir analizar bajo diferentes criterios los diferentes tipos de información (factores geológicos y antropogénicos) para establecer un diagnóstico confiable sobre el tipo de fracturamiento estudiado. La correlación de datos por medio de un Sistema de Información Digital (SID) y un Sistema de Información Geográfica (SIG) permite fundamentar la elaboración de modelos de propagación para cada tipo de fracturamiento ajustando sus condiciones reales iniciales y de frontera. El SID permite también integrar las mediciones directas e indirectas en campo, con el desarrollo de algoritmos y la información cartográfica del SIG. Los estudios hasta ahora realizados sobre la deformación de materiales limo-arcillosos en esta zona urbana, revelan la coexistencia de factores que determinan las características de diversos tipos de fracturamiento que afectan la infraestructura urbana a diferentes escalas. Un importante factor es la extracción del agua subterránea que generalmente subyace a las secuencias lacustres y provoca la disminución de presión de poro y el aumento de esfuerzo efectivo, sin embargo no es el único. Se ha comprobado que la mejor manera de entender las condiciones de generación y propagación de fracturas en medios heterogéneos es a través del monitoreo y análisis de las condiciones de deformación de las secuencia y de la integración de sus características físicas y geológicas (estratigráficas, estructurales, mecánicas e hidráulicas). Los primeros resultados de cartografía geológica de detalle en esta Delegación muestran que el fracturamiento en la escala regional se encuentra relacionado con la interfase de comportamiento mecánico entre el material volcánico de la Sierra de Santa Catarina, y los sedimentos fluviales y lacustres del valle. De acuerdo a los registros, las zonas de mayor abatimiento piezométrico no corresponden directamente con las zonas de mayor subsidencia, ni las direcciones de mayor descenso piezométrico están asociadas espacialmente con las zonas de mayor fracturamiento. Esto verifica que es necesario establecer las condiciones de acoplamiento mecánico-hidráulico entre materiales volcánicos y sedimentarios para identificar la relación entre el abatimiento piezométrico y su contribución a la propagación de la deformación. El Centro de Monitoreo es el primero en su tipo en América Latina y constituye un importante ejemplo de colaboración inter-institucional para la evaluación de la problemática técnica y socio-económica que se asocia a este fenómeno en zonas densamente pobladas, en donde se requiere de herramientas que permitan tomar decisiones de manera rápida y confiable. Avances detallados de este proyecto pueden ser consultados en la dirección electrónica: [www.iztapolapa.gob.mx/centrode monitoreo.html](http://www.iztapolapa.gob.mx/centrode monitoreo.html)

SE03-2

### OBSERVACIÓN, MODELACIÓN Y PREDICCIÓN DE SUBSIDENCIA CAUSADA POR EXTRACCIÓN PROFUNDA DE FLUIDOS GEOTERMALES EN EL VALLE DE MEXICALI, B.C.

Glowacka Ewa<sup>1</sup>, Sarychikhina Olga<sup>1</sup>, Suárez Francisco<sup>1</sup>, Nava Pichardo F. Alejandro<sup>1</sup>, Farfán Sánchez Francisco Javier<sup>1</sup>, Díaz de Cossio Batani Guillermo<sup>1</sup>, Orozco León Luis Raúl<sup>1</sup>, Valdez Oscar<sup>1</sup> y Mellors Robert<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup>San Diego State University

glowacka@cicese.mx

El Valle de Mexicali esta ubicada en la frontera entre las placas América Norte y Pacífico, y se caracteriza por alta sismicidad, actividad geotérmica y deformación tectónica. Desde 1973 la Comisión Federal de Electricidad comenzó la extracción de fluidos geotermales para generación de electricidad en el Campo Geotérmico Cerro Prieto (CGCP). La subsidencia causada por la extracción alcanza una tasa de 15cm/año y afecta la infraestructura de carreteras, vía de tren, canales de irrigación y terrenos de los poblados y campos agrícolas.

Para definir la zona, fronteras y tasa de subsidencia fueron usados datos de nivelación de precisión, imágenes de InSAR, y observaciones continuas de grietómetros e inclinómetros. Se hizo también un reconocimiento geotectónico del área de estudio, documentando rasgos de rompimiento, fracturas y desplazamiento, determinando la orientación de las estructuras identificadas, y se comparo con las fallas tectónicas conocidas en la región.

En los resultados del estudio, se puede distinguir que el área de subsidencia está limitada a la zona comprendida entre las fallas: Imperial, Cerro Prieto, Saltillo y Morelia, zona conocida también como cuenca Cerro Prieto, pero es una zona mas grande que el área del CGCP, lo que sugiere la existencia de una zona de recarga. La relación entre la zona hundida con la ubicación de las fallas tectónicas, sugiere que la extracción de fluido reactiva y acelera el movimiento tectónico asociado a esas estructuras geológicas.

La tasa de subsidencia cambia en el tiempo, dependiendo de los cambios de la tasa de extracción de fluido, y la zona de máximo hundimiento se mueve dependiendo de los cambios en geometría del acuífero explotado.

En el limite este de la zona de subsidencia, la forma de hundimiento no es continua en espacio y tiempo. La falla Saltillo, que limita esta zona, tiene deslizamiento vertical del orden de 6 a 7cm/año, y relajamiento de la deformación ocurre en el tiempo en forma de eventos de slip (corrimiento), con amplitud del orden 1 a 3cm, una a tres veces por año.

Se modeló el hundimiento observado empleando un modelo de cuerpos rectangulares tensionales, para representar acuíferos, así como un modelo de un cuerpo rectangular de corte, para representar la falla Saltillo.

Utilizando los parámetros obtenidos de la modelación, balance de volúmenes, y diferentes escenarios del desarrollo de la producción en CGCP, se propone escenarios del hundimiento para los próximos años.

SE03-3

### EXPLORACION GEOFISICA SOMERA DE FALLAS ACTIVAS EN LA CIUDAD DE MORELIA: RESULTADOS PRELIMINARES

Cabral Cano Enrique<sup>1</sup>, Arciniega Ceballos Alejandra<sup>1</sup>, Díaz Molina Oscar<sup>1</sup>, Garduño Monroy Víctor Hugo<sup>2</sup>, Ávila Olivera Jorge Alejandro<sup>2</sup>, Hernández Madrigal Víctor Manuel<sup>2</sup> y Hernández Quintero Esteban<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup>Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

ecabral@geofisica.unam.mx

La Ciudad de Morelia sufre procesos de fallamiento superficial que afectan sus obras civiles y de infraestructura urbana desde por lo menos el año de 1983 a la fecha. La cartografía superficial de la ciudad muestra la presencia de 9 fallas con orientación NE-SW distribuidas en toda la zona urbana, estas fallas forman parte del sistema tectónico regional Morelia -Acambay. Así mismo está también plenamente documentado que existe una componente de subsidencia, especialmente marcado en la parte centro y norte de la ciudad, la cual está asociada a la compactación de las secuencias granulares fluviolacustres debido a la extracción de agua subterránea. Esta situación por lo tanto presenta un alto riesgo para los habitantes de la Ciudad de Morelia. En este trabajo se muestran los resultados preliminares derivados de un nuevo levantamiento de Radar de Penetración Terrestre y de Sísmica de Exploración efectuado hasta el momento en las fallas La Colina, Torremolinos y Chapultepec. Las actividades descritas forman parte de un esfuerzo de largo plazo que incluye instrumentación geodésica y exploración geofísica somera para el seguimiento espacio-temporal del proceso de subsidencia ligado a fallas regionales y la caracterización de una de sus consecuencias que se expresa como fallamiento superficial.

SE03-4

### CONTROL ESTRUCTURAL EN LAS FALLAS POR SUBSIDENCIA EN IRAPUATO Y SALAMANCA GTO.

Schroeder Aguirre Aarón Antonio<sup>1</sup>, Rodríguez Castillo Ramiro<sup>1</sup> y Silva Hernández Teodoro<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup>Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, IPN

schroeder.aaa@gmail.com

La región entre Irapuato y Salamanca se encuentra comprendida en el límite de dos provincias geológicas: la Provincia de la Sierra Madre Occidental (SMO) y la Faja Volcánica Transmexicana (FVT). Predominan rocas volcánicas en ambas zonas.

Ambas ciudades presentan problemas de subsidencia manifestada por fracturamientos del terreno y las llamadas localmente fallas por subsidencia. La subsidencia se asocia a los intensos regímenes de extracción de los más de 1600 pozos activos de la zona. En Salamanca solo se conocen dos o tres fallas, dos trazas bien definidas y una tercera con apenas algunas manifestaciones superficiales. En Irapuato se han detectado 18 sistemas de fallas con una longitud total acumulada de 25 km. La velocidad de subsidencia medida es muy similar en las dos zonas,

en Salamanca es de 6-7 cm por año mientras que en Irapuato 9-12 cm anuales.

Se georeferenciaron las fallas y se colocaron para su análisis en un Sistema de Información Geográfico. La orientación preferencial en Irapuato y Salamanca es N-E lo que lleva a postular la hipótesis de un control tectónico estructural en ambos casos.

Se seleccionó una zona para monitorear la información.

Se proponen algunas hipótesis sobre la orientación de las fallas tanto en Irapuato como en Salamanca.

SE03-5

### FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL DESARROLLO Y EVOLUCIÓN DE LAS GRIETAS EN EL ÁREA DE SN LORENZO TEZONCO, IZTAPALAPA, MÉXICO DF

Vera Sánchez Pedro, Peña Salazar Leobardo y González Verde Oscar

*Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, IPN*

pveras@ipn.mx

La presencia de grietas en el oriente de la ciudad de México, no es un fenómeno reciente, aunque si ha recibido mayor atención en el último año, como consecuencia del costo político y social que ha representado. Es el primero de estos el que se ha vuelto tema de debate y de la especulación estériles por parte de pseudo especialistas y políticos cuyo protagonismo ha bloqueado el desarrollo de los trabajos en el área y ha ocultado el estado actual del conocimiento de dicha problemática. No obstante las instituciones académicas hemos permanecido al margen realizando nuestra labor en beneficio de la sociedad, al buscar comprender el o los procesos que intervienen en la aparición desarrollo y evolución de las grietas. Para esto se han realizado trabajos de geología y geofísica de detalle, obteniendo resultados que han sido corroborados con información directa de pozos; la integración de dichos resultados ha permitido generar modelos de los que se desprenden los elementos involucrados en el fenómeno en cuestión, siendo estos de tipo estratigráfico y estructural principalmente y no exclusivamente hidrodinámicos como se pensaba o inclusive tectónicos. El uso de las técnicas y consideraciones desarrolladas ex profeso tanto geológicas como geofísicas, permiten aplicar esta metodología en otras áreas con las mismas circunstancias obteniendo buenos resultados, aunque hay que recordar que existen particularidades inherentes a cada sitio. El siguiente paso es poder diferenciar entre grietas tomando en cuenta su origen específico, documentar presencia, características, distribución y abundancia, en un sistema uniformizado que deberá ser una herramienta real de prevención, que permita salvaguardar la integridad física de la población y su patrimonio, así como el de la infraestructura superficial y subterránea.

SE03-6

### EL HUNDIMIENTO DE LA CIUDAD DE MÉXICO: SU IMPACTO EN LAS PROPIEDADES DEL SUBSUELO Y SU RESPUESTA SÍSMICA

Ovando Shelley Efraín  
Instituto de Ingeniería, UNAM  
eovs@pumas.ii.unam.mx

La extracción de agua del subsuelo de la ciudad de México por medio del bombeo extensivo es la causante del hundimiento regional que la afecta desde hace siglo y medio. Además, el bombeo de agua produce cambios de esfuerzos efectivos en el subsuelo y estos cambios modifican sus propiedades estáticas y dinámicas. Al modificarse las propiedades del subsuelo, también se modifica su respuesta sísmica.

En este trabajo se estiman los hundimientos futuros que se presentarán en algunos sitios del centro histórico de la ciudad de México empleando para ello un programa de diferencias finitas que simula el proceso de consolidación de los estratos arcillosos por efecto del bombeo profundo; las condiciones de frontera incorporan los valores actuales y futuros de la presión de poro en ciertas profundidades. Con las estimaciones de los cambios futuros de geometría (hundimientos) y de esfuerzos efectivos dentro de los depósitos de arcilla, se estimaron los cambios en las propiedades índice y mecánicas de las arcilla y con estos, los cambios en las propiedades dinámicas. Con estas últimas, se analiza la respuesta dinámica que en el futuro se puede esperar, para temblores típicos, en algunos sitios del Centro Histórico de la ciudad de México. Los resultados indican que los cambios empezarán a ser significativos dentro de unos treinta años, en especial en las orillas del antiguo lago, en la llamada zona de transición. Finalmente, se discuten las implicaciones de estos hallazgos en la reglamentación para el diseño de cimentaciones y edificios.

SE03-7

### CONTROLES GEOLÓGICOS DE LOS HUNDIMIENTOS EN EL ÁREA METROPOLITANA DE GUADALAJARA

Suárez Plascencia Carlos<sup>1</sup> y Delgado Argote Luis A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Geografía y Ordenación  
Territorial, Universidad de Guadalajara

<sup>2</sup>División de Ciencias de la Tierra, CICESE

csuarez@cencar.udg.mx

La Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG) fue objeto a partir de 1950 del relleno gran número de barrancas con fines de urbanización, sobre todo las ubicadas en el sector norte y poniente, el origen del sistema de barrancas puede estar asociado con fallas o zonas de fracturas, que actualmente solo es posible identificarlas en la Barranca del Río Grande de Santiago (BRGS). Durante la década de los 80's comienzan a reportarse afectaciones de diferente magnitud por hundimientos a edificaciones e infraestructura, los que han sido recurrentes hasta la fecha.

Se presentan los resultados del trabajo realizado en la BRGS, ubicada en el sector norte de la ZMG, que es una depresión tectónico-erosiva con una profundidad de 500 m, la cual muestra una secuencia de depósitos volcánicos y sedimentarios con rápidos cambios de facies laterales. La columna generalizada de

la sección de 15 km entre el camino a Matatlán y Puente de Arcediano comienza en el nivel superior con lavas basálticas, que yacen sobre la ignimbrita San Gaspar, está descansa sobre depósitos sedimentarios fluviales con un espesor aproximado de 20 m, que incluyen líticos volcánicos subredondeados y angulosos de hasta 0.15 m. La sección yace sobre una secuencia de ignimbritas y lavas de composición dacítica. A una profundidad de 1200 msnm en las proximidades de la localidad de Arcediano, el nivel inferior la secuencia se constituye por dacitas y andesitas con intercalaciones de ignimbrita de pómez entre 10 y 20 m de espesor. El talweg del río Grande de Santiago A 1018 msnm se forma por lavas de andesita. Estructuralmente en la zona de San Gaspar se identificaron fallas normales con componente izquierda en lavas contemporáneas con una dirección 191°/89°. En la presa Colimilla a 1297 msnm se observó un fallamiento lateral con desplazamiento normal (267°/81°) y saltos de 30 y 20 m tomando como referencia una unidad de tefra de 3-10 m espesor, aparentemente los derrames de lava en el sitio presentan deformación, la cizalla principal es paralela al río Verde. En el sitio del arroyo San Gaspar las fallas tienen una orientación principal 285°/83° y afectan a ignimbritas que infrayacen a dacitas. En la zona del puente Arcediano (aparentemente es la base de la secuencia) el fallamiento tiene una orientación 188°/75° en andesitas, en las ignimbritas de pómez que presenta un cizallamiento con dirección 92°/84° que es paralelo al río Verde.

SE03-8

### MICROZONACIÓN POR EFECTO DE SITIO Y CLASIFICACIÓN DE TERRENOS DE LAS CIUDADES DE VERACRUZ-BOCA DEL RÍO (ZCV), OAXACA Y ACAPULCO CON EL USO DE FAMILIAS ESPECTRALES DE MICROTREMORES Y SISMOS

Limaymanta Mendoza Felicita Marlene, Lermo Samaniego  
Javier, Mondragón López Eloy y Núñez Méndez Fernando

Instituto de Ingeniería, UNAM

flimaymantam@iingen.unam.mx

Los reglamentos de construcción nacionales atienden los efectos de sitio clasificando el terreno en tres tipos, con base en el periodo dominante y la velocidad de onda de corte del suelo, los códigos internacionales como, The Internacional Building Code de USA (IBC), 2000 (Marshall, 2004) y el Eurocode 8, 2004 (Sousa C. et al., 2006) clasifican el terreno en seis clases y usan el parámetro VS30, el cual se define como la velocidad de onda de corte en los primeros 30 m, para entrar a la tabla de clasificación.

El procedimiento que se usó para la zonación y clasificación de terrenos usando los sistemas nacionales e internacionales mencionados anteriormente es el siguiente:

1. Evaluación de la respuesta de sitio usando familias espectrales de las funciones de transferencia empírica promedio (FTEP). Para encontrar estas familias primero calculamos las funciones de transferencia empíricas (FTE) con registros de microtemores y sismos.

2. División de una ciudad en zonas (microzonación) de acuerdo a las formas espectrales de las FTEP, calcular la función de transferencia teórica (FTT) de cada zona con el método de Haskell (1962).

3. Comparación las FTEP y la FTT para ajustar los datos de los modelos estratigráficos de cada zona y finalmente, utilizar los datos de estos modelos para calcular los parámetros de clasificación de terrenos y el VS30.

4. Una vez obtenido estos parámetros se identifica cada zona con un tipo o clase de terreno para así obtener la clasificación de terrenos de una ciudad.

Sin embargo, las clasificaciones resultantes usando las especificaciones de la CFE no fueron satisfactorias ya que se encontró poco detalle en ellas. Los terrenos de La ZCV, quedaron como tipo III igual que los de Oaxaca y los de Acapulco como tipo II y III. Por otra parte, se tuvo algunas complicaciones al calcular el VS30 cuando el modelo estratigráfico era menor o mayor a 30 m.

Por ello, proponemos un nuevo sistema de clasificación de terrenos que se basa en el estudio de la respuesta dinámica de las tres ciudades estudiadas. Es importante mencionar que estas ciudades presentan características geológicas distintas (la ZCV se ubica en la zona del Golfo de México, Acapulco en las costas del pacífico y Oaxaca cerca al Eje Neovolcánico) y diferente actividad sísmica (aproximadamente, 35% de los sismos nacionales ocurren en zona de Guerrero, 15% en Oaxaca y 3% en Veracruz, según los reportes del Servicio Sismológico Nacional Mexicano).

Este nuevo sistema se planteó con base en los tres primeros pasos del procedimiento mencionado anteriormente y depende de la frecuencia dominante del terreno, la velocidad de onda de corte y del espesor de los estratos. Con este sistema de clasificación el resultado es el siguiente: La ZCV, se divide en 3 tipos de terreno (C, D y E); Oaxaca, en 5 tipos (B, C, D, E y F) y Acapulco, en 4 tipos (B, D, E y F).

SE03-9

#### RESPUESTA DE SITIO EN TECOMÁN, COLIMA. COMPARACIÓN ENTRE DISTINTOS INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN Y DIFERENTES TÉCNICAS DE ANÁLISIS

Tejeda Jacome Juan de la Cruz<sup>1</sup>, Chávez García  
Francisco<sup>2</sup> y Rodríguez González Miguel<sup>2</sup>

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

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

jtejedaj@iingen.unam.mx

En este trabajo se presenta una evaluación de los efectos de sitio en la zona urbana de la ciudad de Tecomán, Colima. Adicionalmente, se presentan estimaciones de la estructura del subsuelo en algunos puntos de la ciudad. Los datos utilizados son registros de sismos y ruido ambiental obtenidos de una red temporal de 9 sismógrafos con sensores triaxiales de 4.5 Hz., y de dos estaciones acelerográficas. Adicionalmente se realizaron mediciones de ruido con acelerómetros y con sismógrafos de banda ancha. Finalmente, se realizaron experimentos de refracción sísmica en cinco sitios utilizando un sismógrafo de exploración de 24 canales, con el que también se registró ruido sísmico. Los datos se analizaron utilizando las técnicas HVSR (cocientes espectrales de los componentes horizontales relativos al componente vertical) y GIS (inversión paramétrica del espectro de amplitudes de Fourier de la ventana de ondas S). Los registros de refracción se analizaron siguiendo técnicas estándar así como técnicas de dispersión de ondas superficiales (MASW). Los registros de ruido registrados con el sismógrafo de exploración se analizaron utilizando técnicas de correlación.

Los resultados muestran que los registros de ruido sísmico permiten estimar correctamente la frecuencia fundamental en la ciudad de Tecomán (entre 0.56 y 0.71 Hz), siempre que se utilicen sensores de velocidad. Los registros de ruido sísmico obtenidos con acelerómetros no permiten identificar esa frecuencia. Esto

se debe a ruido electrónico en los sensores de aceleración a baja frecuencia. El factor de amplificación para la ciudad obtenido del análisis de los registros de ruido sísmico, sin embargo, fue significativamente menor al obtenido con registros de sismos (entre 2.7 y 8.1). Nuestros resultados fueron validados con el cálculo directo de la función de transferencia 1D utilizando los perfiles estratigráficos deducidos de la exploración sísmica.

SE03-10

#### EL TERREMOTO DEL 15 DE AGOSTO DE 2007 (MW=7.9), PISCO, PERÚ. CLASIFICACIÓN DE TERRENOS CON FINES DE DISEÑO SÍSMICO PARA LAS CIUDADES DE PISCO, ICA Y LIMA-CALLAO

Lermo Samaniego Javier<sup>1</sup>, Limaymanta Mendoza Felicita  
Marlene<sup>1</sup>, Antayhua Yanet<sup>2</sup> y Lázares De la Rosa Fernando<sup>3</sup>

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

<sup>2</sup>Instituto Geológico Minero y Metalúrgico del Perú, INGEMMET

<sup>3</sup>Centro Peruano Japonés de Investigación  
Sísmica y Mitigación de Desastres, CISMID

jles@pumas.iingen.unam.mx

El 15 de Agosto del 2007 ocurrió un terremoto de magnitud 7.9 en la costa central de Perú, el epicentro fue localizado a 60 Km de la ciudad de Pisco y a 26 Km de profundidad (Reporte del Instituto Geofísico del Perú). Este evento de mecanismo inverso (Universidad de Harvard, CMT) produjo intensidades de VII y VIII de la Escala Mercalli Modificada en las ciudades de Pisco e Ica y V en la ciudad de Lima.

Unas de las ciudades más afectadas fueron Pisco e Ica, ciudades de mayor importancia en la zona, las autoridades correspondientes reportaron 595 muertes, 1500 heridos y 17,000 casas dañadas. Este hecho nos motivó a estudiar el efecto de sitio de estas ciudades como una posible causa de la destrucción.

Del 21 al 26 de Agosto de 2007 un equipo de trabajo conformado por el Centro de Investigación de Mitigación y Prevención de Desastres del Perú, CISMID, El Instituto Geológico Minero y Metalúrgico del Perú, INGEMMET y el Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM realizó un monitoreo sísmico en las ciudades de Ica y Pisco, con el objeto de evaluar el efecto de sitio, caracterizar los suelos encontrados para clasificarlos y proponer mapas de clasificación de suelos de las ciudades de Ica, Pisco y Lima. En este análisis.

Para esta investigación se usó registros de las réplicas del terremoto registrados con tres acelerómetros y tres sismógrafos. Se obtuvo más de 25 réplicas en nueve lugares dentro de la zona urbana de Ica y más de 29 réplicas en siete lugares dentro de la zona urbana de Pisco.

SE03-11 CARTEL

**CARACTERIZACIÓN GEOMECÁNICA PREVIA A LA CONSTRUCCIÓN DEL TÚNEL EN LA SIERRA LA SILLA, SE DE MONTERREY, NL. AVANCES**

Alva Niño Efraín, Avendaño Bazaldúa Brenda M., Ramírez Larralde Mario A., Pou Acuña Sergio J. y Medina Barrera Francisco

*Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL*

ealvan@fct.uanl.mx

El presente trabajo presenta los avances de tesis grupal de licenciatura, la cual aprovecha la construcción de un túnel incluido dentro del proyecto "Arco Vial Sureste" en la Sierra de la Silla, al sureste del área metropolitana de Monterrey.

La ingeniería geológica no se ha desarrollado plenamente en el noreste de México ya que los estudios previos de la roca y suelo generalmente no son realizados, por lo que la relación entre la obra civil proyectada y el macizo rocoso que se verá afectado por la construcción no es contemplada o prevista. La ausencia de los estudios geomecánicos puede llegar a causar daños estructurales y en algunos casos pérdida total de la obra.

Es imprescindible para el proyectista poseer información en un lenguaje claro y sencillo que le permita prever y enfrentar los problemas ingeniero – geológicos que se puedan presentar antes, durante y después de la construcción.

Los avances del presente estudio incluyen la construcción de un mapa Ingeniero - Geológico sobre el área del trazado del túnel que incluye datos estructurales e información sobre las distintas unidades geomecánicas. Estas unidades son obtenidas a partir de la caracterización y evaluación de parámetros geomecánicos de la roca. En el presente estudio se aplican las clasificaciones geomecánicas o índices de calidad de la roca como el RMR (Rock Mass Rating) y Q de Barton, los cuales pretenden solventar esas necesidad de información del proyectista. Además, los datos generados con esta herramienta sirven para determinar el tipo de excavación y sostenimiento empírico del túnel en su longitud de 1.8 km. a través de la Sierra de la Silla.

También se presenta el análisis cinemático, de estabilidad y la clasificación SMR (Slope Mass Rating) de los taludes proyectados sobre el trazo a cielo abierto en el cañón de Santa Ana y sobre ambas boquillas del túnel.

Como un complemento a este estudio, se pretende la obtención de muestras de campo para análisis de laboratorio de Ingeniería Geológica, con el objetivo de obtener parámetros tales como compresión, resistencia al corte, ángulo de fricción interna, cohesión, presión de poro, compresión uniaxial y triaxial. De ésta manera se crearía una base de datos con las características y parámetros geomecánicos de las diversas formaciones geológicas expuestas en el Área Metropolitana de Monterrey para realizar la evaluación Ingeniero-Geológica mas real a la problemática de construcción en montaña.

SE03-12 CARTEL

**RESULTADOS PRELIMINARES DE LA CARACTERIZACIÓN DE FALLAMIENTO SUPERFICIAL UTILIZANDO RADAR DE PENETRACIÓN TERRESTRE EN LA CIUDAD DE JESÚS MARIA, AGUASCALIENTES**

García Pérez Leticia, Díaz Molina Oscar y Cabral Cano Enrique

*Instituto de Geofísica, UNAM*

maglgp@yahoo.com.mx

El proceso de subsidencia debido a la extracción de agua y su expresión superficial como fallamiento afectan varias zonas urbanas del centro de México. Este fenómeno adquiere cada vez una mayor importancia debido al costo de los daños que sufren las casas habitación, obras civiles y su infraestructura urbana. Nuestro trabajo muestra los resultados preliminares en la Ciudad de Jesús María, Aguascalientes para caracterizar en subsuelo este proceso por medio de Radar de Penetración Terrestre. A la fecha se han levantado mas de 40 secciones perpendiculares al rumbo del fallamiento con posicionamiento diferencial en tiempo real utilizando antenas de 40, 70 y 200 MHz y logrando penetraciones hasta los 8-10 m de profundidad. Con ayuda de estos radargramas, es posible definir la zona de afectación de cada falla tanto en superficie como a profundidad, con lo que a su vez se puede definir un mapa de densidad de fallamiento y definir zonas de peligro. El trabajo a futuro incluye la correlación de la cartografía en subsuelo con el análisis de gradiente horizontal de subsidencia mediante técnicas de geodesia satelital.