

A seis meses del temblor del Mayor-Cucapah, Baja California, del 4 de abril de 2010 ($M_w=7.2$)

Segundo Reporte

El 4 de abril de 2010 a las 15:40 horas (tiempo local) a 47 km de Mexicali ocurrió un temblor de magnitud 7.2. Este evento causó la muerte a dos personas y cerca de cien lesionados, y provocó daños severos en la infraestructura de canales de riego, vivienda, carreteras, puentes, escuelas y hospitales, entre otros. Por otro lado, los daños en contenidos y caída de plafones generaron pérdidas económicas enormes en diversos inmuebles, por ejemplo, se tiene reportado que en un solo inmueble se tuvieron pérdidas de casi 25 millones de dólares en contenidos. Después de analizar lo ocurrido y de varias visitas a la zona enviamos este reporte más completo que el que enviamos unas horas después de ocurrido el sismo.

La región donde ocurrió el sismo se ubica en la vecindad de la frontera entre las placas tectónicas del Pacífico y Norteamérica que se mueve hacia el noroeste a una velocidad de 45 mm/año. La interacción de estas placas ha dado origen a un complejo conjunto de fallas activas, como son la falla Imperial, de Cerro Prieto, de Michoacán, de Cucapah, de Pescaderos, de Borrego y de Laguna Salada. Las fallas se encuentran interconectadas con los sedimentos permeables e impermeables, donde el calor de origen magmático se disipa y mezcla con los acuíferos existentes provocando manifestaciones de vapor (CFE, 2009). En la figura 1 se presenta el epicentro del evento del 4 de abril (estrella roja) y la distribución del sistema de fallas de San Andrés, de dirección general NO-SE. Durante el evento se presentaron efectos de directividad en la dirección de la falla de Laguna Salada (dirección noroeste). La directividad del sismo es la concentración de energía de las ondas sísmicas a lo largo de la falla en la dirección de la ruptura. Esto significa que, excluyendo las condiciones locales del suelo, las mayores intensidades serán distribuidas en un patrón alargado centrado en el eje de la falla.

De acuerdo a algunas mediciones de ruptura en superficie, realizada por geólogos de campo del CICESE, en la Autopista 2 existe una ruptura en la carretera hacia la derecha, con su lado oriental desplazado hacia abajo (Figura 2). Esto significa que el proceso de ruptura de la falla se desarrolló primero hacia el este y hacia abajo, a lo largo de fallas en el extremo oriental de Sierra El Mayor, para después continuar con deslizamiento oblicuo hacia el noroeste (USGS, 2010).

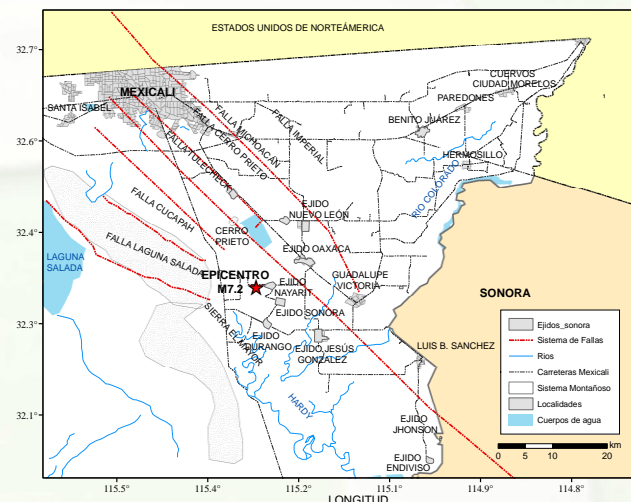


Figura 1. Epicentro de acuerdo al USGS y distribución del sistema de fallas San Andrés formadas por fallas transcurrentes.



Figura 2. Vista de ruptura en superficie en la carretera federal 2 (foto tomada por geólogos del CICESE (CICESE, 2010)).

Por otro lado, la región del Valle de Mexicali está dentro de la región fisiográfica del Delta del Río Colorado (SGM, 2008), con presencia de depósitos de arena, por lo que resulta ser una zona con alta susceptibilidad de presentar licuación del suelo, como lo evidenció el sismo. La licuación ocurre en depósitos de arenas geológicamente recientes (depósitos aluviales) donde el nivel de aguas freáticas (NAF) está a menos de 15 m de profundidad, lo que influye en el nivel de saturación del suelo y por lo tanto la presencia de agua disminuye la capacidad de carga del suelo durante el sismo; en algunos sitios de esta región, se tiene reportado que el NAF se encuentra a menos de 5 metros.

El fenómeno de licuación genera pérdida de capacidad de soporte, asentamientos, desplazamientos laterales, agrietamiento del suelo y volcanes de arena, lo que genera graves daños en inmuebles e infraestructura (Figura 3).



a)



b)

Figura 3. Evidencias de licuación en el Ejido de Nayarit perteneciente al Municipio de Mexicali: a) desplazamiento lateral del suelo y b) volcanes de arena o sismitas.

En la figura 4 se presentan cuatro sitios donde se puede observar el tipo de daños provocados por el fenómeno de licuación como fallas por capacidad de soporte y el correspondiente asentamiento de los cimientos y la eyección de arena licuada. Por otro lado, en el Parque Mexicali (localizado aproximadamente a 60 km del epicentro) se presentó desplazamiento lateral del suelo en los límites del lago de Mexicali, así como grietas y deformaciones del pavimento de estacionamiento vehicular en donde hubo eyecciones de arenas.



Figura 4. Algunos sitios donde se presentaron daños por licuación.

Debido a las gran intensidad del evento se presentaron daños de índole estructural debido a factores conocidos como: a) piso débil, irregularidad en planta y elevación, pandeo de refuerzo principal en columna por carencia de estribo (p.e. Escuela 2), b) efecto de columna corta (p.e. Escuela 1) y c) falla en muros de carga por cortante e inadecuada longitud de soporte y golpeteo (p.e. Industria 1 y estacionamiento del Centro Cívico). Por otro lado, se presentaron también numerosos daños en elementos no estructurales (grietas en muros de relleno, caída de plafones, rotura de vidrios y fallas en tuberías) y volcamiento y deslizamiento de contenidos en inmuebles. En la figura 5 se ejemplifican algunos daños observados en contenidos debido al volteo y deslizamiento dentro de cada inmueble (p.e. Comercio 4, Comercio 5, laboratorio escolar de Escuela 2 entre otros). Así como daños en contenidos debido a la caída del techo del inmueble, como ocurrió en el caso de la Industria 1. En aproximadamente el 60 por ciento de los inmuebles visitados se observó algún daño en los contenidos del inmueble.

En ejidos cercanos al epicentro se observaron que los daños fueron causados por licuación (volcanes de arena, asentamientos diferenciales, agrietamiento del suelo, desplazamientos laterales) en viviendas, escuelas, canales, caminos y carreteras (Figura 6).

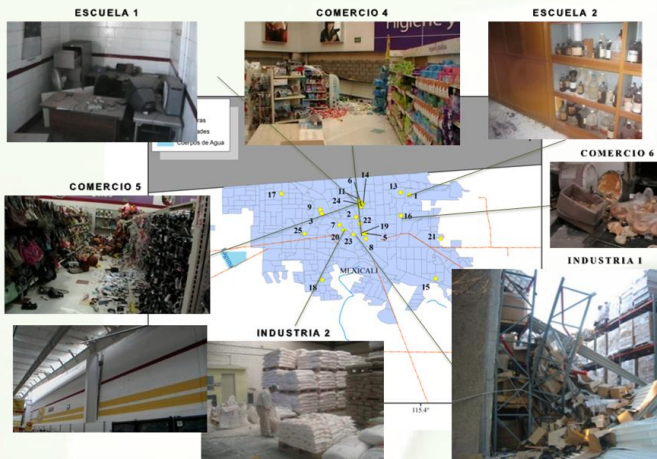


Figura 5. Algunos sitios con daños en contenidos.

Como se presentó, la sismicidad y constitución geológica a la que está sujeta los poblados y la ciudad de Mexicali genera una alta susceptibilidad de que el fenómeno de licuación de suelos por otro sismo se hará presente de nuevo, generando pérdida de capacidad de soporte, asentamientos, desplazamientos laterales, agrietamiento del suelo y volcanes de arena lo que podría generar graves daños en inmuebles e infraestructura. Por otro lado, los daños en contenidos y caída de plafones generan pérdidas consecuenciales que cada vez son más importantes.

Referencias

Comisión Federal de Electricidad (2009). "Estudio de sismica pasiva en Tulechck, Baja California, Periodo 2009". Diciembre.

Munguia, L. Navarro, M. Valdez, T. y Luna, M. (2010). "Informe preliminar sobre la localización y registros de movimientos fuertes del sismo El Mayor-Cucapah (Mw 7.2) del 4 de abril de 2010", Gaceta CICESE, No. 143.

USGS (2010). Magnitude 7.2 - BAJA CALIFORNIA, MEXICO
<http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eqinthenews/2010/ci14607652/>

SGM (2008). Carta Geológica Minera, Mexicali, 111-12 Baja California y Sonora



Figura 6. Algunos sitios donde se presentaron daños cercanos al epicentro (casos del Ejido Nayarit y Zacamoto).

Elaboró: Miguel Ángel Jaimes

Revisó: Eduardo Reinoso