

Sesión Especial

# **ESCENARIO 2011: ESTUDIOS SOBRE UN TEMBLOR HIPOTÉTICO EN GUERRERO**

Organizadores:

Vala Hjorleifsdóttir  
Xyoli Pérez-Campos  
Arturo Iglesias Mendoza  
V́ctor M. Cruz Atienza  
Allen Husker  
Denis Legrand

SE04-1

**PROYECTO PARA LA PREPARACIÓN DE LA RESPUESTA ANTE UN GRAN TERREMOTO EN MÉXICO: INTRODUCCIÓN E INVITACIÓN**

Hjorleifsdóttir Vala, Pérez-Campos Xyoli, Iglesias Mendoza Arturo, Cruz-Atienza Víctor M., Husker Allen y Legrand Denis  
*Instituto de Geofísica, UNAM*  
 vala@geofisica.unam.mx

En los últimos 10 años hemos visto muchos daños y fatalidades de temblores grandes en las zonas de subducción mundiales, sobretodo en los temblores de Sumatra 2004, Chile 2010 y Japón 2011. La costa del Pacífico mexicano, entre los estados de Jalisco y Chiapas, se encuentra en una zona de subducción que ha generado grandes temblores, el más destructivo en 1985 en Michoacán.

A finales del año 2010, en el Departamento de Sismología del Instituto de Geofísica (IGEF) de la UNAM, nos cuestionamos si estábamos listos para dar respuesta ante un temblor grande en México.

Para conocer la situación en México, y hacerlo de una manera simple, decidimos prepararnos haciendo una simulación de un terremoto. Empezamos a preparar un escenario de un sismo grande en la "Brecha de Guerrero", organizando el trabajo en cuatro grupos: 1) datos; 2) análisis; 3) réplicas y 4) divulgación. El primero está enfocado a la generación de datos para el escenario propuesto, estableciendo los parámetros del evento y propagando las ondas sísmicas hasta las estaciones que lo registrarían. El objetivo del segundo grupo es el análisis de los datos con las herramientas con las que se cuenta en este momento, con ello se podrá verificar su estado actual de operabilidad y respuesta inmediata. El tercer grupo se enfoca a preparar el registro y análisis de las réplicas que ocurrirían después del evento propuesto, esto implica desde la logística para el trabajo de campo hasta la determinación de los parámetros de las réplicas. Por último, el cuarto grupo se dedica a determinar y establecer cual será la mejor manera de dar respuesta a los medios y comunicarse con las autoridades correspondientes y la sociedad en general.

La meta de esta sesión en la RAUGM 2011 es que todos aquellos que tengan interés en la respuesta de un terremoto en México puedan involucrarse y dar a conocer lo que están haciendo los diversos grupos de investigación en el país, facilitando con ello la organización de una respuesta colaborativa y productiva a nivel nacional. Presentaremos los antecedentes del proyecto y una vista al futuro.

SE04-2

**SIMULANDO UN M8.2 EN LA BRECHA DE GUERRERO**

Cruz-Atienza Víctor M., Hjorleifsdóttir Vala y Rocher Ana  
*Instituto de Geofísica, UNAM*  
 cruz@geofisica.unam.mx

Simulamos un terremoto interplaca de magnitud Mw8.2 en la brecha sísmica de Guerrero con el fin de generar datos sintéticos tridimensionales a escalas local, regional y global. Los datos son sintetizados en la mayoría de las redes de instrumentos actualmente en operación y consisten en registros de movimientos fuertes, sismogramas regionales y desplazamientos en la superficie sólida de la Tierra. Estos desplazamientos son presentados como señales continuas de GPS, interferogramas continentales y levantamientos del fondo oceánico. La descripción de la ruptura es puramente cinemática y asume una distribución de deslizamiento final estocásticamente generada a través de una función de correlación espacial von Kármán, de tal forma que su contenido espectral respeta las características estadísticamente determinadas para muchos terremotos (Mai y Beroza, BSSA, 2002). La velocidad de ruptura y el rise time son variables en la superficie de ruptura y son una función de dicho deslizamiento. La función temporal del deslizamiento en cada punto de la falla corresponde a un pulso de Yoffe regularizado que posee propiedades intrínsecas de la ruptura dinámica de un crack. El campo de ondas es propagado a distancias epicentrales menores a 1,200 km empleando un código paralelo en diferencias finitas visco-elástico (Olsen et al., GRL, 2010) a través de una estructura litosférica 2.5D tomográficamente determinada (Iglesias et al., JGR, 2010) para una frecuencia máxima de 0.8 Hz. A distancias telesísmicas, el campo de ondas es propagado de dos maneras diferentes. Las ondas de cuerpo con períodos cortos (mayores que 1 s) son simuladas empleando un código de reflectividad que asume el modelo PREM de capas esféricas. Por otro lado, el campo de ondas a bajas frecuencias (mayores que 20 s) es propagado con un código paralelo en elementos espectrales (SPECFEM3D; Komatitsch y Tromp, GJI, 2002) asumiendo un modelo de corteza con resolución de 2 grados cuadrados, Crust 2.0 (Bassin et al, EOS, 1999), y un modelo del manto con resolución armónica-esférica de grado  $l = 20$ , S362ANI (Kustowski et al, JGR, 2008).

SE04-3

**ESQUEMA SIMPLIFICADO DE INVERSIÓN CINEMÁTICA DE LA RUPTURA: APLICACIÓN A SISMOS EN MÉXICO**

Castro Artola Oscar y Iglesias Mendoza Arturo  
*Instituto de Geofísica, UNAM*  
 oscar.cas.art@gmail.com

Con efecto de obtener alguna información del proceso de ruptura de sismos intermedios y grandes, se han propuesto esquemas de inversión de formas de onda en los que se considera algún grado de complejidad de la geometría de la falla y del proceso cinemático de la ruptura.

Por otro lado, se ha venido cuestionando la resolución de los parámetros en el proceso inverso. En la literatura se pueden encontrar resultados prácticamente contradictorios para el mismo sismo usando diferentes formulaciones. Por estas razones, recientemente, se han propuesto esquemas simplificados del proceso de ruptura, que si bien no proporcionan detalles de la misma, sí pueden recuperar sus características generales.

En este trabajo se propone una modificación del esquema propuesto por Cotton y Campillo (1995), donde, a diferencia de considerar el problema como una "inversión tomográfica del proceso de ruptura" se invierten las características generales suponiendo geometrías simplificadas (elipses).

Con base en el trabajo citado, el problema directo es reparametrizado incluyendo una o dos elipses en las cuáles se distribuye el desplazamiento máximo. Para la primera elipse se invierte también el centro de la misma dentro del plano de falla, el semeje mayor y el semeje menor. Para la segunda elipse se invierte la posición con respecto a la primera elipse y los dos semejes.

Debido a la no linealidad del problema, el esquema de inversión utilizado es cristalización simulada. Uno de los primeros objetivos del esquema propuesto es resolver la ambigüedad entre el plano de falla y el plano auxiliar que los esquemas de inversión de fuente puntual implican. Esto no siempre es posible solo considerando el ambiente tectónico (p.ej. sismos intraplaca, enjambres atípicos, etc.).

Como ejemplo se modela el plano de falla del sismo de Copalillo del 21 de julio de 2000 con Mw=5.9 y profundidad de 50 km, el cuál es uno de los sismos "intraslab" (placa de Norteamérica), de magnitud moderada, bien registrado y relativamente cercano a la Ciudad de México (136 km). El esquema es probado también con los datos generados en el marco del "Escenario 2011" para un temblor hipotético en Guerrero. Los resultados obtenidos permitirán evaluar su posterior implementación rutinaria a sismos ocurridos en territorio mexicano.

SE04-4

**INVERSIÓN DE LA DINÁMICA DE SISMOS MEXICANOS**

Díaz Mojica John Jairo<sup>1</sup>, Cruz-Atienza Víctor M.<sup>1</sup>, Madariaga Raúl<sup>2</sup> y Ruiz Sergio<sup>3</sup>  
<sup>1</sup>*Instituto de Geofísica, UNAM*  
<sup>2</sup>*Laboratoire de Géologie, Ecole Normale Supérieure, Paris, France*  
<sup>3</sup>*Departamento de Geología, Universidad de Chile, Santiago, Chile*  
 eljonjairo@gmail.com

El estudio de la dinámica de la ruptura de los sismos provee elementos clave para la comprensión de la física del proceso que les da origen (e.g. la caída de esfuerzos, la partición de energía y la mecánica de la ruptura) y la propagación de las ondas sísmicas. La inversión de la dinámica de la fuente sísmica empleando sismogramas observados es un problema que sólo en los últimos años se ha podido abordar, principalmente por limitaciones en recursos de cómputo. En este trabajo presentamos este tipo de inversión con datos generados de forma sintética para un terremoto hipotético en Guerrero y con datos reales del sismo de Copalillo (Mw 5.9, 21 de julio, 2000) cuya inversión cinemática fue publicada por Iglesias y colaboradores (2002). Para ello introducimos un nuevo y poderoso algoritmo genético (GA), que emplea "message passing interface" (MPI), lo que nos permite realizar la inversión resolviendo el problema directo en paralelo y así explotar los recursos de supercómputo disponibles (i.e. clusters de procesadores).

Para resolver el problema directo asumimos parches elípticos (Backus and Mulcahy; 1976a, 1976b) usando el modelo de Barreras (Das and Aki, 1977) y/o el modelo de asperezas (Kanamori and Stewart, 1978). La dinámica de la ruptura es simulada empleando el método staggered-grid split-node (SGSN) (Dalgner and Day, 2007) que simula la ruptura espontánea con un esquema velocidad-esfuerzos tridimensional en diferencias finitas, controlada por una ley de fricción slip-weakening (Ohnaka and Kuwahara, 1990), que es acoplado con kernels de propagación calculados con el método del número de onda discreto (AXITRA). Los sismogramas sintéticos generados por el problema directo son obtenidos a través de la convolución de la cinemática de la ruptura arrojada por el modelo dinámico y las funciones de Green entre cada elemento de la fuente y los receptores localizados en la superficie libre.

Con el fin de minimizar la cantidad de parámetros del problema y simplificar el modelo de fuente dinámica, el algoritmo emplea una aproximación elíptica de la geometría de las principales asperezas de la fuente sísmica (Di Carli et al.,

JRG, 2010; Ruiz y Madariaga, GRL, 2011). Así, los parámetros que explora el método son la geometría y la localización de la(s) elipse(s), la caída de esfuerzos dinámicos, la resistencia máxima de la ruptura y el deslizamiento crítico (Dc) de la ley de fricción sobre el plano de falla. Ligados a través de un criterio de criticidad de la ruptura espontánea (Madariaga y Olsen, PAGEOPH, 2000).

SE04-5

#### RECUPERACIÓN DE LA HISTORIA DE DESLIZAMIENTO DE UN TERREMOTO DE ESCENARIO EN LA ZONA DE SUBDUCCIÓN MEXICANA

Hjorleifsdottir Vala<sup>1</sup>, Pérez-Campos Xyoli<sup>1</sup>, Iglesias Mendoza Arturo<sup>1</sup>, Cruz-Atienza Victor M.<sup>1</sup>, Ji Chen<sup>2</sup>, Legrand Denis<sup>1</sup>, Husker Allen<sup>1</sup>, Kostoglodov Vladimir<sup>1</sup> y Valdés González Carlos<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup>University of California, Santa Barbara, UCSB  
vala@geofisica.unam.mx

El segmento de Guerrero de la zona de subducción mexicana no ha sufrido un gran terremoto desde hace casi 100 años (Singh et al., 1981). Debido a su proximidad a la Ciudad de México, que fue devastada por un terremoto en el segmento de Michoacán en el año 1985, se ha estudiado ampliamente en los últimos años. Eventos de deslizamiento silencioso han sido observados por una red local GPS (Kostoglodov et al., 2003). Las observaciones sísmicas de un denso conjunto lineal de sismómetros de banda ancha (MASE), han proporcionado imágenes detalladas de la estructura de la corteza de esta parte de la zona de subducción (por ejemplo, Pérez-Campos et al., 2008; Iglesias et al., 2010). Es interesante que la parte de la zona de falla que se acopla durante el período inter-sísmico se cree llega hasta el interior o hasta la línea de costa. Esta geometría, en el caso de un gran terremoto interplaca, podría permitir tener registros por encima del área de ruptura del temblor. Este tipo de registros puede ser fundamental para resolver la historia de deslizamiento en función del tiempo en el plano de falla durante el terremoto. Un modelo bien constreñido de la historia del deslizamiento en el tiempo, junto con otras observaciones, como se mencionó anteriormente, podría aportar información muy importante sobre la física del terremoto y el ciclo sísmico.

En este trabajo usamos registros sintéticos de movimientos fuertes, sismogramas de estaciones globales y los movimientos estáticos en la superficie de la Tierra, calculados para un temblor de escenario en la brecha de Guerrero. Utilizamos un algoritmo de inversión de recristalización simulada (Ji et al., 1999) para invertir las diferentes bases de datos y combinaciones de las mismas para el período de la historia de deslizamiento sobre el plano de falla. Se presenta la recuperación del modelo de deslizamiento utilizando las bases de datos diferentes, así como conjuntos de datos idealizados, investigando los niveles esperados y mejor posible de la recuperación.

SE04-6

#### DETERMINACIÓN RÁPIDA DEL TENSOR DE MOMENTOS PARA UN TEMBLOR HIPOTÉTICO EN GUERRERO

Iglesias Mendoza Arturo<sup>1</sup> y Franco Sánchez Sara Ivonne<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup>Servicio Sismológico Nacional, UNAM  
arturo@geofisica.unam.mx

Desde hace algunos años, el Servicio Sismológico Nacional (SSN), cuenta con un sistema automático de cálculo de tensor de momentos, para sismos de Mw 4.5, que es disparado con el correo informativo que el propio SSN emite. El sistema lleva a cabo la inversión de la forma de onda de los datos regionales de la red de banda ancha del SSN, utilizando una malla de funciones de Green precalculadas.

Como parte del esfuerzo llamado "escenario 2011" se probará nuestro sistema automático con los datos sintéticos generados para el sismo postulado en dicho escenario.

Los datos sintéticos se guardarán en el formato compatible para el sistema de cálculo y se llevará a cabo un disparo simulado con el envío de un correo con la información epicentral.

Se discutirán los resultados obtenidos con respecto al mecanismo focal usado para el cálculo de los sismogramas sintéticos del escenario propuesto.

SE04-7

#### INVERSIÓN DE TENSOR DE MOMENTOS Y LOCALIZACIÓN DEL CENTROIDE EN TIEMPO REAL PARA GRANDES EVENTOS CON REGISTROS REGIONALES DE DESPLAZAMIENTO

Melgar Moctezuma Diego, Bock Yehuda y Crowell Brendan  
Institute of Geophysics and Planetary Physics, SIO  
dmelgarm@ucsd.edu

Presentaremos un algoritmo para determinar el tensor de momentos y localizar el centroide en tiempo real para grandes eventos. Se utilizan registros regionales de desplazamiento provenientes de GPS o de una combinación de acelerómetros y GPS.

El algoritmo extrae el campo estático de los registros de desplazamiento y utiliza esa información para la inversión con la cual se obtiene el tensor de momentos. Las funciones de Green para un modelo cortical 1D se obtienen numéricamente a partir del código libre de Fortran EDGRN. Para determinar el centroide se realizan múltiples inversiones en paralelo con diferentes coordenadas del centroide (nodos de inversión). Al nodo con la mayor reducción de varianza se le asigna la posición del centroide.

Presentaremos resultados para dos eventos, utilizando registros de GPS de 1Hz, el sismo de Tokachi Oki del 2003 (Mw 8.3) y el sismo del 2010 de El Mayor-Cucapah (Mw 7.2). En ambos casos se simula al adquisición de datos en tiempo real y encontramos que se pueden obtener los parámetros de la fuente (magnitud, planos nodales y tipo de falla) 2 a 3 minutos después del inicio de la ruptura. Con ello se demuestra que esta metodología es útil para alertas tempranas y modelado rápido de la fuente sísmica.

SE04-8

#### DETERMINANDO EL POTENCIAL TSUNAMIGÉNICO DE UN SUPUESTO SISMO EN LAS COSTAS DE GUERRERO

Pérez-Campos Xyoli<sup>1</sup>, Singh Shri Krishna<sup>1</sup>, Iglesias Mendoza Arturo<sup>1</sup>, Melgar Moctezuma Diego<sup>2</sup>, Hjorleifsdottir Vala<sup>1</sup> y Cruz-Atienza Victor M.<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup>Scripps Institution of Oceanography, UCSD, USA  
xyoli@geofisica.unam.mx

Partiendo de un sismo hipotético con epicentro en las costas de Guerrero, con una magnitud de momento, Mw, de 8.2, se analizarán los datos sintéticos generados. Dado que se conocen los parámetros de fuente, ponemos a prueba las herramientas que se tienen operando actualmente en el Departamento de Sismología del Instituto de Geofísica para determinar el potencial tsunamigénico de dicho sismo. El proceso a probar es el siguiente: (1) determinación del área de ruptura y localización relativa con respecto a la costa del Pacífico; (2) estimación rápida de su Mw; (3) determinación de su tensor de momentos, mecanismo focal y Mw. El punto (1) se lleva a cabo con datos de desplazamiento horizontal simulados en estaciones GPS. Probamos y calibramos el algoritmo de selección de estaciones y determinación de la longitud de la ruptura de Singh et al. (2011). Los datos generados de desplazamiento vertical dan la posición del límite inferior de la ruptura con respecto a la línea de costa. Con estos datos, se estima un valor de Mw (punto 2) siguiendo a Okada (1992) y Singh et al. (2011). En un escenario como el planteado en este ejercicio, con datos de desplazamiento en tiempo real, se podrían conocer estos parámetros en menos de 5 minutos. Con ellos se puede generar un primer estado de alerta. A la par, se da inicio el proceso de inversión del tensor de momentos sísmicos a partir de la fase W. Con los resultados de éste se confirma el estado de alerta inicial o se modifica acorde.

SE04-9

#### ESTUDIO DE PGA DE TERREMOTO DE ESCENARIO UTILIZANDO LA RED DE ATRAPA SISMS

Husker Allen y Marca Mariana  
Instituto de Geofísica, UNAM  
allen@geofisica.unam.mx

Este trabajo se centra en el estudio de amplitudes para la Red de Atrapa Sismos (RAS) que es una red de acelerómetros de bajo costo, está compuesta por 38 sensores de los cuales 14 están instalados en la Ciudad de México y 24 en Acapulco, Guerrero. Los sensores están conectados al puerto USB de computadoras prestadas. Al momento de un sismo, el software en la computadora genera un disparo y manda la hora y la amplitud del disparo. Se requiere que por lo menos 3 acelerómetros cercanas generan disparos para evitar ruido. Se está desarrollando mapas de alerta que son parecidos a los Shakemaps, pero solo se usa el PGA determinado automáticamente de cada sitio. En adición se determinan el epicentro y la magnitud. Eso se hace adentro de 7 segundos en pruebas en Nueva Zelandia donde hay M 5+ terremotos muy frecuente.

Se invierten valores de PGA para determinar efectos de sitio utilizando una ecuación básica de atenuación y una ecuación elaborada por el espectro de la señal (Arroyo et al., 2010). Los valores de efectos de sitio fueron utilizados para crear un escenario de un sismo de Mw=7.8 para la RAS. Se comparan los efectos de sitio y las ecuaciones con valores obtenidos del M 5.5 de 26 de abril de 2011. Se encuentra que los valores de PGA prevista no son adecuados para determinar los valores reales.

SE04-10

**SISMICIDAD INDUCIDA EN LA CUENCA DE MÉXICO POR EL SISMO DE 'LA BRECHA DE GUERRERO'**

Rodríguez González Miguel<sup>1</sup> y Quintanar Luis<sup>2</sup>

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

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

mrod@gea.iingen.unam.mx

La presentación trata de la actualización del catálogo de sismos locales registrados en la cuenca de México, para conocer si ha habido incremento de la sismicidad local, relacionado con sismos fuerte ocurridos a lo largo de la costa del Pacífico mexicano, en la zona de subducción.

SE04-11

**BUSCANDO LOS TREMORES NO-VOLCÁNICOS (NVT) DISPARADOS POR UN TERREMOTO M8.2 OCURRIDO EN MÉXICO**

Payero De Jesús Juan Silvestre<sup>1</sup>, Kostoglodov Vladimir<sup>2</sup>, Husker Allen<sup>2</sup> y Real Pérez Jorge Arturo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Geofísica/Posgrado Ciencias de la Tierra, UNAM

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

payero@ollin.igeofcu.unam.mx

El estudio de la actividad de Tremores No-Volcánicos (NVT) ha ido en aumento, desde que se reportaran por primera vez (Obara, 2002) en Japón. Los disparos de NVT inducidos, después de un gran sismo, se han reportado para diferentes partes del mundo: Cascadia, San Andrés California, Alaska, Taiwan, México y otros lugares. La ocurrencia de un terremoto M8.2 en México producirá una gran actividad tanto en la zona cercana como en la lejana, efectos reportados para otros eventos. La intensidad y duración de estos NVT está en función de varios parámetros entre ellos la magnitud, azimut, la tectónica regional.

En la simulación de este sismo M8.2 analizamos las características de las ondas superficiales, generadas en algunos lugares para determinar la probabilidad de disparos de NVT, comparados con eventos reales. Mostramos la forma automática de producir los resultados a partir de datos del SSN y posteriormente mejorados mediante la inserción de datos de réplicas de redes temporales y autónoma (caso G-GAP). Estimamos el tiempo en que se producirán las actividades NVT inducidas.

SE04-12

**CREATION OF AN AFTERSHOCK GROUP IN ORDER TO RECORD AND PROCESS AFTERSHOCKS OF A POTENTIAL MEXICAN EARTHQUAKE**

Legrand Denis, Iglesias Mendoza Arturo, Husker Allen, Pérez-Campos Xyoli, Valenzuela Wong Raúl, Cruz-Atienza Víctor M., Valdés González Carlos, Sánchez Osvaldo, Hjorleifsdottir Vala y Group Student

Instituto de Geofísica, UNAM

denis@geofisica.unam.mx

We are forming a group (Aftershock Group) in order to record and process aftershocks of a mainshock that could occur in Center-South of Mexico. This group is composed of permanent staff and students. The Department of Seismology already count with 4 broad-band stations, and have financial support for 4 more broad-band stations. We propose to form a team that will be able to:

1. Install seismological stations
2. Collect data
3. Process the data in quasi real time: mainly locate aftershocks; calculate magnitude; establish basic statistics (Omori's and Gutenberg-Richter laws) and if possible determine focal mechanisms of the greatest aftershocks.
4. Disseminate of the results and outreach to the public.

These 4 points will be followed by scientific studies to understand the rupture process of the earthquake. It will be, in association with the modeling group (see others in this section).

The group should have some common targets: 1. communication (inside and outside the group) 2. Redundancy, 3. Independence and 4. Efficiency

The group does not count yet of a constant financial support in case of an earthquake. It is one point we should solve in the next future. This group may also be extended in the future for any intervention on active volcanoes in México.

Invitamos a toda otra persona participar a ese grupo.

SE04-13

**SISTEMA DE EVALUACIÓN DE DAÑO SÍSMICO TEMPRANO DE ALTA RESOLUCIÓN EN LA CIUDAD DE MÉXICO BASADO EN UNA SOLA ESTACIÓN**

Ordaz Mario, Jaimes Miguel A., Reinoso Eduardo, Alcántara Leonardo y Pérez Citali

Instituto de Ingeniería, UNAM

mors@ii.unam.mx

Se presenta un sistema de evaluación de daño sísmico temprano de alta resolución para la Ciudad de México basado en intensidades espectrales sísmicas calculadas en tiempo real en un sitio de referencia (Ciudad Universitaria, CU). Para obtener las intensidades para todo el valle de México, se usan relaciones espectrales de respuesta pre-calculadas en sitios blandos de la ciudad. Con las estimaciones de intensidades sísmicas (aceleración máxima del suelo, velocidad máxima del suelo y ordenadas espectrales para periodos estructurales seleccionados), junto con las relaciones de intensidad-daño para edificios, fatalidades y red de agua potable, se obtiene la distribución espacial en toda la ciudad de daños esperados en edificios, fatalidades y daño en la red de agua potable. El proceso toma aproximadamente 10 minutos sin intervención humana. Debido a que el tiempo para realizar todos los cálculos es corto, se construyó una base de datos representativa de edificios y población que concentra en una malla cuadrada de 400 x 400 m toda la información. Los resultados son enviados a un Centro de Emergencia y a tomadores de decisiones para detonar los planes de emergencia que previamente deben haber sido elaborados y proveer información antes que los planes de emergencia sean totalmente desarrollados.