

Sesión Especial

THE LARGE AND DESTRUCTIVE EARTHQUAKES OF 2010

Organizadores:

Vala Hjorleifsdottir

Denis Legrand

SE13-1

EL SISMO DE HAITÍ 2010: UN AVISO DE CÓMO DEBEMOS PREPARARNOS EN EL CARIBE

Payero De Jesús Juan S.¹, Carbó Andrés²,
McNamara Daniel³, Córdoba Diego⁴ y Dávila Martín⁵

¹Posgrado en Ciencias de la Tierra, IGEF, UNAM

²Departamento de Geodinámica, UCM

³USGS/ANSS/NEIC

⁴Departamento de Geofísica, UCM

⁵Real Observatorio de la Armada Española

payero@ollin.igeofcu.unam.mx

El 12 de enero del 2010 a las 21:53 (GMT) ocurrió un terremoto M7.0, con epicentro en la zona de Puerto Príncipe, sur de Haití. Con 300,000 muertos y más de un millón de afectados, miles de edificios, viviendas, carreteras y puentes, la destrucción fue enorme. Pequeño tsunami fue reportado en Haití, Rep. Dominicana hasta Islas Vírgenes.

Haití y República Dominicana comparten la Isla Hispaniola o la Española, ésta tiene un historial sísmico amplio, siendo afectada por más de 50 grandes sismos en los últimos 500 años. En 1770 (Puerto Príncipe) y 1751 (Azua en RD), habían sido los últimos terremotos sobre esa falla; mientras que en el sismo de 1842, murieron aproximadamente 6,000 personas (norte Hispaniola) y en el sismo 1946 M8.1 (noreste de RD) fallecieron entre 350-1,500 personas, se reportó tsunami.

Con este sismo ha quedado evidenciado la falta de preparación instrumental, de investigación geofísica y la concientización de las personas. En la reciente década, proyectos importantes se realizaron en la Hispaniola y otros países del Caribe: Red de alerta temprana contra tsunamis en el Caribe (McNamara, 2005); Geoprico-Do (Carbó y Córdoba, 2005) y CARIBENORTE (Carbó y Córdoba, 2009) entre otros. Aquí presentamos una síntesis del proceso de estos proyectos y los beneficios obtenidos, como una iniciativa para la incorporación de Haití; la forma en que RD ha podido desarrollar su red y la colaboración con otros países.

On January 12, 2010 at 21:53 (GMT) M7.0 earthquake occurred with its epicenter in the area of Port au Prince, Haiti's south. With 300,000 dead and more than one million affected, thousands of buildings, homes, roads and bridges, the destruction was enormous. A small tsunami was reported both in the part of Haiti, the Dominican Republic to the Virgin Islands.

Dominican Republic and Haiti share the island of Hispaniola island or Española, it has a large seismic history, being affected by more than 50 large earthquakes in the last 500 years. In 1770 (Port au Prince) and 1751 (Azua, RD), had been the last earthquake on that fault, while in the earthquake of 1842 killed about 6,000 people (northern Hispaniola) and the 1946 M8.1 earthquake (Northeastern RD) died between 350 to 1.500 people, was reported tsunami.

This earthquake has been shown the lack of preparation instruments, geophysical research and awareness of people. In the recent decade, major projects were carry out in Hispaniola and other Caribbean countries: A network of tsunami early warning in the Caribbean (McNamara, 2005); Geoprico-Do (Carbó and Cordoba, 2005) and CARIBENORTE (Carbó and Cordoba 2009) among others. Here's a summary of the process of these projects and the profits, as an initiative for the integration of Haiti, the way in which RD was able to develop their networking and collaboration with other countries.

SE13-2

MISIÓN DEL INSTITUTO DE INGENIERÍA A CHILE ASOCIADA AL TERREMOTO DEL 27 DE FEBRERO DE 2010, MW 8.8. EFECTOS DE SITIO

Rodríguez Miguel
Instituto de Ingeniería, UNAM
mrod@pumas.ii.unam.mx

La presentación trata sobre la misión del Instituto de Ingeniería de UNAM a Chile, asociada al terremoto del 27 de febrero de 2010, MW 8.8. En particular de las observaciones relacionadas a los posibles efectos de sitio observados en las ciudades de Santiago, Concepción y Viña del Mar.

Se consideró que el efecto de sitio fue significativo cuando observamos que varias edificaciones en un área relativamente pequeña tuvieron daños severos. Adicionalmente a la inspección del edificio se intentó identificar las características básicas de los suelos que las sustentan, así como la estructura geológica en el entorno del sitio. En los sitios de interés se hicieron también mediciones de ruido sísmico ambiente para estimar la frecuencia predominante del sitio. Encontramos que la zona empresarial en la ciudad de Santiago, la zona plana de la ciudad de Viña del Mar y la ciudad de Concepción son sitios en los que probablemente la contribución del efecto de sitio al movimiento del terreno sentido es importante. También se presentan avances en la comparación de las prácticas chilenas y mexicanas en incluir la contribución de los efectos de sitio al cálculo de espectros de sitio.

SE13-3

IMPACTO GEOLÓGICO Y REGISTRO SEDIMENTARIO DEL TSUNAMI DEL 27 FEBRERO 2010: LEVANTAMIENTO POST-TSUNAMI, CHILE CENTRAL INTERNATIONAL TSUNAMI SURVEY TEAM – POST-TSUNAMI SURVEY RAPID RESPONSE

Ramírez María Teresa¹, Lagos Marcelo² y Arcas Diego³

¹Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, UNAM

²Laboratorio de Investigación de Tsunami, Instituto de Geografía, Pontificia Universidad Católica de Chile

³National Oceanic and Atmospheric Administration

mtramirez@ciga.unam.mx

El estudio realizado tras el tsunami generado por el terremoto del 27 de febrero del 2010 nos ha permitido evaluar y recopilar datos sobre los efectos geológicos y en la geomorfología de la costa central de Chile. El levantamiento de datos y la evaluación se realizó una semana después de ocurrido el tsunami como parte de la misión del grupo de Respuesta Rápida convocado por UNESCO-ITST (International Tsunami Survey Team – Post-tsunami Survey Rapid Response). El levantamiento realizado incluyó un vuelo aéreo de reconocimiento, así como el reconocimiento del terreno y su cartografía, mediciones de la altura de ola y runup, incluyendo transectos topográficos durante un periodo de 13 días, y posteriormente el análisis pre- y pos-evento mediante fotografías aéreas e imágenes satelitales.

Entrevistas a los testigos permitieron confirmar nuestras observaciones sobre los efectos producidos por el tsunami a lo largo de ~ 500 km de la costa central de Chile. En este trabajo analizamos los efectos del terremoto y tsunami en la morfología de la costa, las características de los depósitos del tsunami, las variaciones en la altura de las olas, runup y área de inundación, así como su relación con las características en la morfología de la costa.

SE13-4

¿SISMICIDAD DISPARADA EN MÉXICO POR EL TERREMOTO DE CHILE DE 2010?

Iglesias Mendoza Arturo¹, Pérez Campos Xyoli¹, Singh Shri K.¹ y Legrand Denis²

¹Departamento de Sismología, Instituto de Geofísica, UNAM

²Departamento de Vulcanología, Instituto de Geofísica, UNAM

arturo@geofisica.unam.mx

En un análisis de los registros de banda ancha de la red del Servicio Sismológico Nacional, correspondientes al sismo de Cauquenes, Chile, del 27 de febrero de 2010 (Mw=8.8), se observaron sismos locales (tiempo S-P < 5 s) en tres estaciones alejadas entre sí por más de 200 km. El más grande de ellos es muy cercano a la estación PNIG (Pinotepa Nacional, Oax.), con una magnitud estimada de 3.3. Al ser también observado en otras estaciones de la red, se pudo obtener una localización aproximada. Su registro comienza en el tren de ondas P del telesismo. Si bien las velocidades máximas del registro son dominadas por el telesismo, las aceleraciones máximas son provocadas por el sismo local.

Por otro lado, y de manera independiente al anterior, el registro telesísmico de la estación MMIG (Maruata, Mich.) contiene, nuevamente en el tren de ondas P, un evento local (más pequeño). Finalmente, en la estación CAIG (Cayaco, Gro.) se observa otro pequeño evento, en este caso montado al inicio del tren de ondas superficiales del registro telesísmico.

Si bien se ha reportado sismicidad disparada a distancias grandes después de sismos (p.ej Izmit, Turquía 1999, Hector Mine EU, 1999, etc.), dado que las estaciones donde fueron observados estos sismos locales se encuentran en zonas sísmicamente activas, existe alguna posibilidad de que se trate de una coincidencia temporal.

En este trabajo llevamos a cabo un análisis para determinar la probabilidad de que estos eventos hayan sido disparados o no por el sismo de Chile. Los resultados preliminares muestran que existe menos del 25% de probabilidad de que ocurra un sismo local de manera aleatoria en intervalos de una hora. De tal manera que la probabilidad conjunta de que existan tres sismos independientes en el mismo intervalo de una hora es menor que el 1.5%.

SE13-5

ENERGÍA SÍSMICA, TENSOR DE MOMENTOS Y VALORES MÁXIMOS DE VELOCIDAD Y ACCELERACIÓN DE LOS SISMOS DE HAITÍ (MW=7.0), CHILE (MW=8.8) Y MÉXICO (MW=7.2) DE 2010

Pérez Campos Xyoli, Iglesias Mendoza Arturo y Singh Shri K.

Departamento de Sismología, Instituto de Geofísica, UNAM

xyoli@geofisica.unam.mx

En este año 2010 han habido tres sismos importantes, por sus magnitudes e impacto a la sociedad, en la región de Latinoamérica: Haití 12 enero, Chile 27 de febrero y México 4 de abril. Se llevaron a cabo estimaciones de energía

sísmica liberada para cada uno de ellos, y estos valores se compararon con los reportados por otros autores. El primero liberó una energía sísmica equivalente a una magnitud $7.3 < M_e < 7.5$, en comparación con la magnitud Mw de 7.0 reportada por las diferentes agencias. A pesar de esta diferencia, este sismo no podría considerarse anómalo en estos términos, ya que los sismos de corrimiento lateral presentan consistentemente una diferencia positiva. El segundo liberó una energía sísmica equivalente a una magnitud $8.2 < M_e < 8.6$, menor a la magnitud Mw de 8.8 reportada. Nuevamente, esta diferencia no parece anómala, en este caso por tratarse de un sismo de mecanismo inverso. El tercer sismo liberó una energía sísmica proporcional a una magnitud Me de 7.4; la diferencia nuevamente es positiva con respecto a la magnitud reportada Mw de 7.2. En este caso la diferencia no es tan grande como para el sismo de Haití a pesar de haber tenido un mecanismo de corrimiento lateral. Además de estos análisis de energía sísmica, presentaremos las inversiones realizadas para el tensor de momentos sísmicos a partir de la fase W (fase de período largo entre la P y la S); así como la distribución de los valores máximos de velocidad y aceleración presentados por estos tres sismos, tanto a distancias telesísmicas como aquéllos registrados por el Servicio Sismológico Nacional.

SE13-6

COMPARISON OF MAINSHOCK AND AFTERSHOCK FOCAL MECHANISMS OF THE HAITI, CHILE AND MEXICO EARTHQUAKES OF 2010

Hjorleifsdottir Vala¹, Diehl Tobias² y Legrand Denis³¹Departamento de Sismología, Instituto de Geofísica, UNAM²LDEO, Columbia University³Departamento de Vulcanología, Instituto de Geofísica, UNAM
vala@geofisica.unam.mx

In a simple "textbook" earthquake sequence, the mainshock ruptures large patches of a fault plane and the aftershocks occur as a response to stress concentrations around the edges of the ruptured patches and to stress changes on other parts of the fault plane. More generally, aftershocks occur as a response to stress changes in a volume around the ruptured fault patches, on other fault planes, oriented sub-parallel or at angles to the main fault, as well as on the same fault(s) as the main shock.

Focal mechanisms provide information on the orientation of the fault planes ruptured in an earthquake. In this study we compare the mainshock focal mechanisms of three large earthquakes occurring in the first four months of 2010 to the focal mechanisms of their aftershocks. The mechanisms are obtained from the Global CMT catalog (globalcmt.org) and from "Nettles and Hjorleifsdottir (2010)" (for the Haiti earthquake).

The January 14, Mw 7.0 Haiti, predominantly strike-slip earthquake is remarkable for having only two events larger than Mw 4.5 detected, that have a similar focal mechanism as the mainshock, and 47 events detected with predominantly thrust motion (Nettles and Hjorleifsdottir 2010). Assuming that the mainshock ruptures one planar fault, the overwhelming majority of the aftershocks cannot occur on the same fault plane as the mainshock.

The February 27, Mw 8.8 Chile earthquake broke a large section of the subduction interface. The focal mechanism indicates a low angle thrust and many of the aftershocks have very similar focal mechanisms, pointing to slip on the megathrust. However, two of the largest aftershocks indicate normal faulting, one occurring in the outer rise and one in the hanging wall above the thrust interface.

We present preliminary double-difference locations of part of the aftershock sequence, supporting the evidence from focal mechanisms of multiple fault planes involved.

At the time of writing of this abstract, only the focal mechanisms for two aftershocks, with magnitudes larger than or equal to Mw 5.5, are available in the Global CMT catalog for the April 4, Mw 7.2 Mexico earthquake. The focal mechanisms of both of the aftershocks indicate predominantly strike-slip motion, similarly to the mainshock, indicating slip on the same fault or sub-parallel fault strands. The focal mechanisms for events with Mw 5.0-5.5 are expected to be available for analysis by the time of the meeting.

The three large events presented in this study show a large variety of faults involved in their aftershock sequences, highlighting the complex interaction between neighboring faults that can occur after a large earthquake.

SE13-7

COMPARACIÓN DE LAS DISTRIBUCIONES EN MAGNITUD, TIEMPO Y ESPACIO DE LAS REPLICAS EN LOS TERREMOTOS DE HAITÍ, CHILE Y MÉXICO, 2010

Legrand Denis¹, Rodríguez Miguelf², Lermo Samaniego Javier²,
Hjorleifsdottir Vala¹, Suárez Gerardo¹ y Barrientos Sergio³¹Instituto de Geofísica, UNAM²Instituto de Ingeniería, UNAM³Servicio Sismológico, Universidad de Chile
denis@geofisica.unam.mx

Comparamos las leyes de escalamiento en magnitud (Gutenberg-Richter), en tiempo (Omori) y en el espacio (geometría fractal) para los tres terremotos de 2010 en Haití, Chile y México. El factor b de la ley de Gutenberg-Richter es de 1.01, 1.18 and 1.09 respectivamente. El valor bastante grande para Chile muestra un déficit de grandes réplicas respecto al número de eventos más pequeños. El factor p de la ley de Omori es de 0.82, 1.07 and 0.81 respectivamente. Este valor bastante grande para Chile muestra que el número de réplicas disminuye bastante rápido después del evento principal. Las dimensiones fractales D son de 1.9, 2.45 and 2.49 respectivamente. Los valores de Chile y México muestra una distribución de las réplicas en un espacio casi en 3D, que puede ser atribuido al gatillo de otras fallas que están localizadas fuera del plano principal de ruptura del evento principal, como por ejemplo las réplicas asociadas a la réplica la más grande de magnitud 6.9 que no ocurrió en el plano de ruptura del evento principal, sino en la corteza en el caso de Chile.

Se compara también cuales son las réplicas las más grandes y cuando ocurren, alejándose de la ley de Bath (1965) que estipula que la réplica la más fuerte es de 1.2 menor que el shock principal. Para los terremotos de Chile y México del 2010 es de 1.9 y 1.8 respectivamente. Los valores bastante grandes del factor b para Chile y México son compatibles con este resultado. En el caso de Haití y México, estas réplicas ocurren algunos minutos después del evento principal, mientras que para Chile la réplica la más grande ocurre 12 días después. Sabiendo que estos terremotos tienen mecanismos focales muy diferentes, eso se podría explicar por el hecho que una gran parte del plano de falla rompió durante el shock principal, independiente del tipo de mecanismo focal, lo que no favorece réplicas grandes.

