

Intensidades Regionales asociadas al Terremoto de Arequipa del 23 de Junio de 2001

*Hernando Tavera, Efraim Fernández, Luis Vilcapoma
Yanet Antayhua, Ivonne Perez-Pacheco
Centro Nacional de Datos Geofísicos – Sismología*

Resumen

En este estudio se presenta el Mapa de Intensidad Regional correspondiente al Terremoto del 23 de Junio de 2001 ocurrido en la región Sur de Perú. La información utilizada ha sido obtenida a partir de interrogaciones telefónicas realizadas inmediatamente después de ocurrido el terremoto y mediante encuestas in situ. Esta información ha permitido elaborar dos Mapas de Intensidad Regional utilizando las escalas de Mercalli Modificada (MM) y MSK. Los resultados obtenidos indican que el terremoto de Arequipa produjo una intensidad máxima de VII-VIII en la escala MM dentro de una área elipsoidal con eje mayor de 320 km de longitud, mientras que, en la escala MSK la intensidad máxima es del orden de 6 grados. En ambos casos, el epicentro del terremoto del 23 de Junio se ubica en el extremo NE del área de intensidad máxima. Asimismo, se presenta los mapas de intensidad regional en la escala Mercalli Modificada para las réplicas de magnitud mayor ocurridas el 25 de Junio, 5 y 7 de Julio de 2001.

Abstract

In this study is presented the Map of Regional Intensity to the June 23, 2001 earthquake occurred in the southern region of Peru. The information has been obtained by telephonic interrogations immediately after the earthquake and through surveys in situ. This information has permitted to elaborate two Maps of Regional Intensity based on the Modified Mercalli (MM) and MSK scales. The results obtained indicate that the earthquake present a maximum intensity of VII-VIII in the MM scale in ellipsoidal area with a principal axis 320 km long. In MSK scale, the maximum intensity is of the order of 6 degrees. In either case, the epicenter of the June 23, earthquake is located in the extreme NE of the maximum intensity area. We also present the maps of regional intensity for the aftershocks of larger magnitude, which occurred on June 25, July 5 and July 7 in Modified Mercalli scale.

Introducción

El terremoto de Arequipa del 23 de Junio de 2001 (15h33m, hora local), se constituye como el de mayor tamaño de todos los ocurridos en la región sur de Perú en la última centuria. El epicentro del terremoto fue localizado a 82 km al NW de la localidad de Ocoña (Departamento de Arequipa) y tuvo una magnitud de 6.9 en la escala de Richter. Este terremoto afectó principalmente a los departamentos de Arequipa, Ayacucho, Moquegua y Tacna en donde produjo muerte y destrucción. La estadística final indica que aproximadamente 217,400 personas sufrieron los efectos del terremoto, además de 35,000 viviendas dañadas y alrededor de 17,580 totalmente

destruidas. Asimismo, el tsunami de carácter local que afectó a la localidad de Camaná, produjo la muerte de 23 personas y otras 64 fueron declaradas como desaparecidas.

Conocidos los parámetros hipocentrales del terremoto de Arequipa, se procedió a realizar la evaluación de los efectos y daños causados por el mismo en toda la región Sur del Perú siguiendo dos procedimientos. Primero, la información fue obtenida mediante llamadas telefónicas a las localidades y ciudades afectadas por el terremoto inmediatamente después de ocurrido el mismo. Así, se llegó a disponer de información confiable sobre los daños y efectos generales causados por el terremoto en las personas y estructuras. La información fue proporcionada principalmente por personal de las municipalidades, policía nacional, compañía de bomberos, hospitales y algunas veces por personas naturales. El total de la información disponible ha sido interpretada con la escala de intensidades de Mercalli Modificada.

Por otro lado, y después de ocurrido del terremoto de Arequipa, personal del Instituto Geofísico del Perú se desplazó a la región Sur a fin de realizar la evaluación in situ de los efectos y daños causados por el terremoto. En este caso, las encuestas fueron realizadas utilizando los formularios correspondientes a los “Formatos de Encuesta de Intensidades y Efectos en Construcciones”. La información obtenida fue interpretada utilizando la escala MSK-64 en su versión adaptada por Ocola (1979) para ser usada en Perú.

Intensidades en la Escala Mercalli Modificada

La información disponible y utilizada para elaborar el Mapa de Intensidades del terremoto del 23 de Junio en la escala Mercalli Modificada consta de 34 fichas. La evaluación de dicha información ha permitido considerar de manera inicial los siguientes valores de intensidad:

- .- Intensidad VIII:* Localidades de Ocoña, Cocachacra, Camaná, Mollendo, El Arenal, Punta de Bombón.
- .- Intensidad VII-VIII:* Localidad de Corire.
- Intensidad VII:* Localidades de Caravelí, Yura, Chuquibamba, Chala y la ciudad de Arequipa (Departamento de Arequipa). Ciudad de Moquegua y

- localidad de Ilo (Departamento de Moquegua). Ciudad de Tacna y localidades de Locumba y Toquepala (Departamento de Tacna).
- .- *Intensidad VI*: Localidades de Pampacolca en el Departamento de Arequipa y Candarave y Calana en Tacna.
 - .- *Intensidad V*: Localidad de Puquio en el Departamento de Ayacucho.
 - .- *Intensidades IV-V*: Localidad de Coracora en el Departamento de Ayacucho.
 - .- *Intensidad de IV*: Localidad de Cangallo en el Departamento de Ayacucho y Andahuaylas en Apurímac.
 - .- *Intensidad III*: Localidades de Huanipaca y Tamburgo en el Departamento de Apurímac y Espinar y Paruro en el Departamento de Cusco. Asimismo, en la ciudad de Huancavelica.
 - .- *Intensidad II*: Ciudades de Lima y Huancayo.

Por otro lado, la Dirección de Emergencias de la Región I de la República de Chile informó que el terremoto del 23 de Junio produjo en las ciudades de Arica e Iquique intensidades de VII y VI en la escala Mercalli Modificada.

En la Figura 1 se presenta el Mapa de Intensidades en la escala Mercalli Modificada correspondiente al terremoto del 23 de Junio. En dicha figura, se observa que el valor de la intensidad máxima es de VIII y considera un área elipsoidal con el eje mayor de 320 km de longitud paralelo a la línea de costa. Asimismo, en la figura se puede ver que el epicentro del terremoto se ubica en el extremo NE de dicha área y que la distribución y geometría de las isosistas de grado VIII y VII consideran a las ciudades y localidades que soportaron los mayores efectos y daños causados por el terremoto. Por otro lado, en Figura 1 se observa que para una distancia de 570 km en dirección NE con respecto al epicentro del terremoto, el valor de intensidad es de II (MM); mientras que, en dirección SE es del orden de VI (MM). Esta diferencia en intensidad sugiere que la mayor cantidad de energía emitida por el terremoto se propagó en dirección SE.

Intensidades en la Escala MSK

Los formatos de Encuesta de Intensidades y Efectos en Construcciones obtenidos de toda la región Sur de Perú, ha permitido organizar una base de datos de 667 encuestas. Inicialmente, esta información fue utilizada para elaborar los mapas de

Intensidades Macrosísmicas para las ciudades de Arequipa y Moquegua (Fernández et al, en este Informe), Tacna e Ilo (Agüero et al, en este Informe), para las provincias de Caravelí y Camaná (Zamudio y Valdivia, en este Informe), además de las localidades de Corire, Aplao, Chuquibamba, Mollendo, y Punta de Bombón. Una vez construidos los mapas de intensidades macrosísmicas, se procedió a considerar los valores promedios a fin de identificar el valor de intensidad representativo para cada ciudad y localidad evaluada. Esta información permitió organizar una nueva base de datos compuesta por 80 valores de intensidad, la misma que fue utilizada para elaborar el Mapa de Intensidades en la escala MSK que se presenta en la Figura 2.



Figura 1. Mapa de intensidad Regional en la escala Mercalli Modificada para el terremoto de Arequipa del 23 de Junio de 2001. Los números indican los nombres de algunas localidades contenidas en el recuadro superior.

El mapa de Intensidades MSK (Figura 2), a diferencia de las intensidades MM, considera únicamente el territorio peruano y a las ciudades de Arica en Chile y La Paz en Bolivia. En la Figura 2 se observa que el valor de intensidad máxima es de 6 grados y cubre un área elipsoidal paralela a la línea de costa que considera a las localidades distribuidas entre Chala al NW del epicentro, hasta la ciudad de Arica (Chile) por el SE. El epicentro del terremoto se ubica en el extremo NE del área de intensidad máxima y al igual que el mapa de intensidades en la escala MM, la geometría y distribución de las isosistas sugieren que la energía liberada por el terremoto se ha propagado en dirección SE.

Discusión

La información sobre los efectos y daños causados por el terremoto del 23 de Junio en toda la región Sur de Perú fue obtenida mediante dos procedimientos, interrogaciones por medio de llamadas telefónicas realizadas inmediatamente después de ocurrido el terremoto y mediante encuestas in situ. Así, la información obtenida ha permitido elaborar el Mapa de Intensidades Regionales en la escala Mercalli Modificada y MSK. En ambos mapas las isosistas se distribuyen de manera elipsoidal y paralelas a la línea de costa, similar a los mapas de intensidad de otros terremotos con origen en el proceso de fricción de placas.

Se ha observado que el área de intensidad máxima en la escala MSK corresponde al grado 6, siendo esta proporcional al área definida en la escala Mercalli Modificada con valores de VII-VIII; mientras que, para las áreas con intensidades menores, los valores en ambas escalas son prácticamente los mismos. Las diferencias observadas en los valores de intensidad máxima pueden ser atribuidas al procedimiento seguido para la obtención de la información, más no a la interpretación de la misma.

En ambos mapas se observa que las áreas de intensidad máxima considera a las localidades mas afectadas por el terremoto, todas ubicadas cerca de la costa de los departamentos de Arequipa, Moquegua y Tacna en Perú, además de Arica e Iquique en Chile.

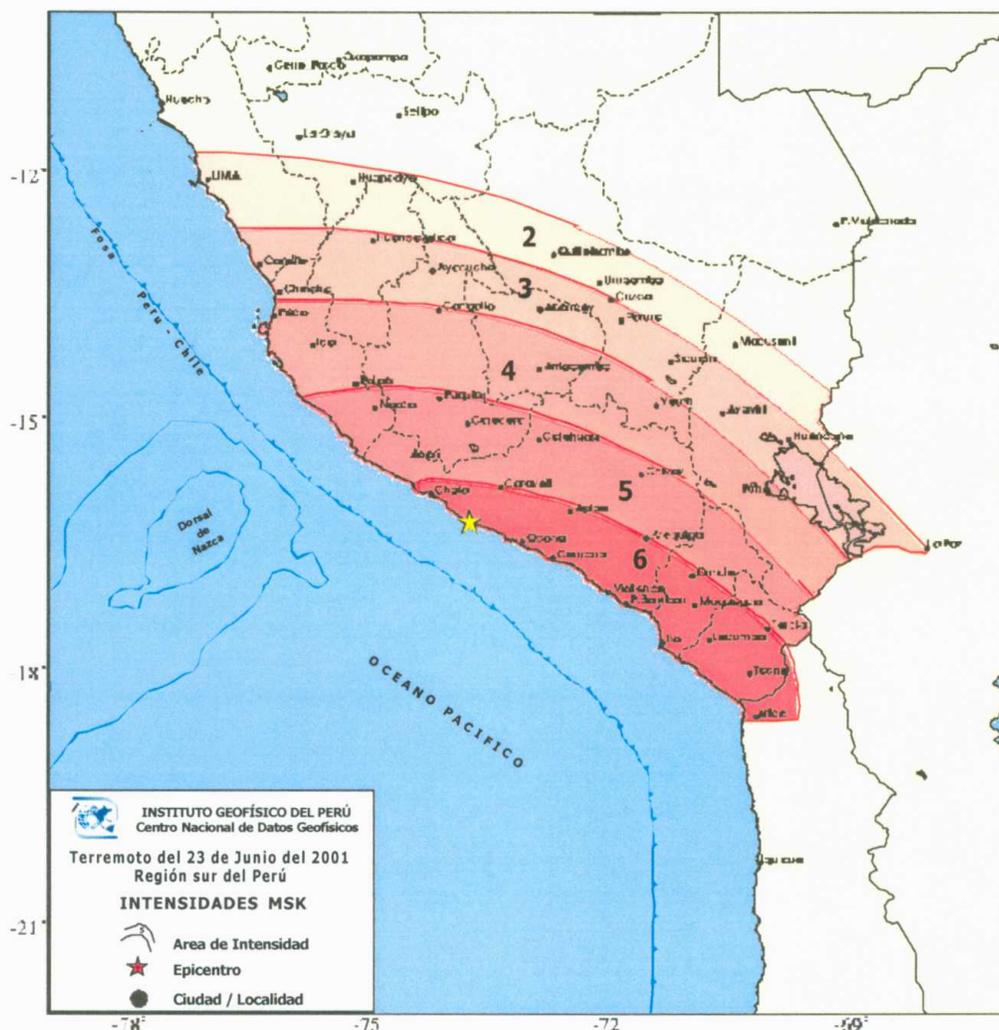


Figura 2. Mapa de Intensidades Regionales en la escala MSK para el terremoto de Arequipa del 23 de Junio de 2001.

De acuerdo a las Figuras 1 y 2, a similares distancias desde el epicentro del terremoto, en dirección SE los valores de intensidad son aproximadamente el doble que las evaluadas en dirección NW. La forma y geometría de las isosistas, con mayor elongación hacia el SE, sugiere que la mayor cantidad de energía se ha liberado en esa dirección, lo cual es coherente con lo indicado por Tavera et al. (en este informe) y Antayhua et al. (en este informe) a partir del modelado de ondas de volumen y distribución espacial de las replicas del terremoto de Arequipa.

En este estudio se ha presentado dos mapas de intensidad para el terremoto del 23 de Junio de 2001 expresados en las escalas de Mercalli Modificada y MSK, siendo el usuario quien debe decidir que información considerar en sus estudios e investigaciones.

Apéndice

Durante los primeros 15 días de ocurrido el terremoto del 23 de Junio, se produjo tres réplicas de magnitud mayor el 25 de Junio (23h18m, hora local; Mw=6.8), 5 de Julio (8h53m, hora local; Mw=6.6) y el 7 de Julio (4h38m, hora local; Mw=7.5). Estas replicas fueron localizadas al SE del epicentro del terremoto de Arequipa a excepción de la replica del 5 de Julio que presentó su epicentro en dirección NE y a mayor profundidad (Tavera, en este informe). Para estas replicas, al igual que para el terremoto principal, se procedió a realizar las evaluaciones de intensidad regional por medio de llamadas telefónicas a fin de elaborar sus respectivos mapas de intensidad en la escala Mercalli Modificada y que se presentan en la Figura 3.

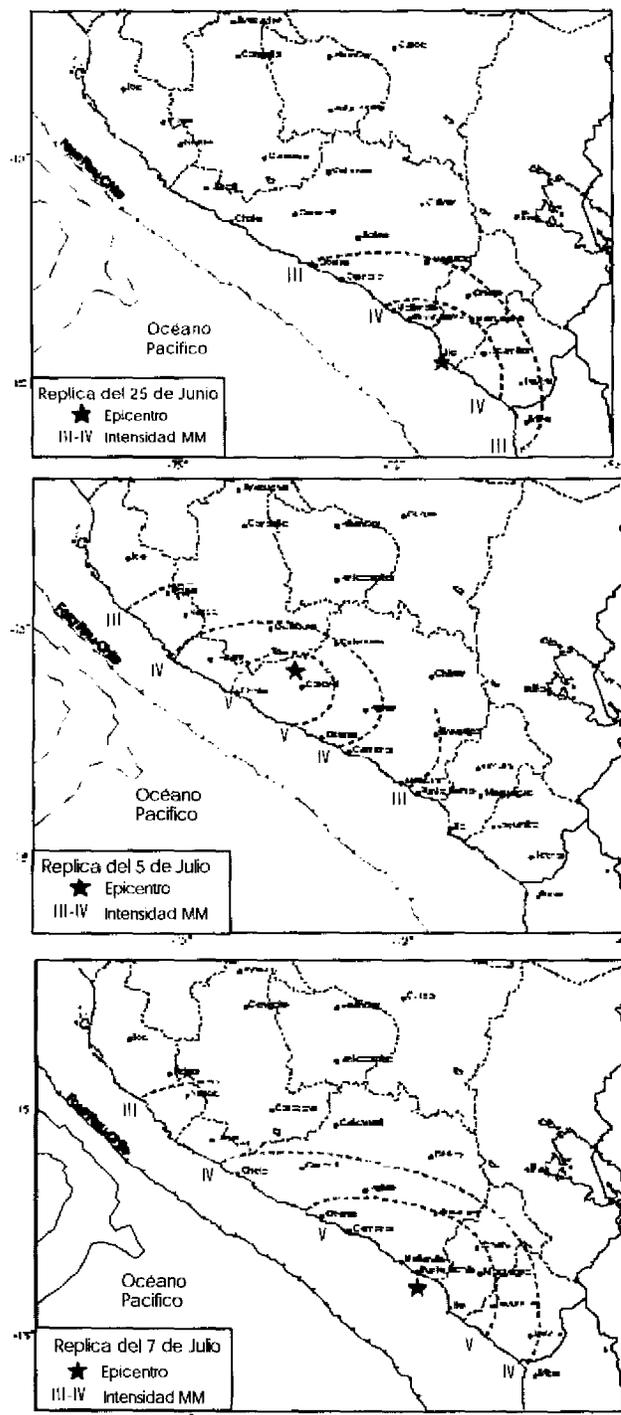


Figura 3. Mapas de Intensidad Regional correspondientes a las replicas del 25 de Junio, 5 y 7 de Julio.