



Evaluación probabilista del riesgo sísmico en Lorca mediante simulaciones de escenarios



M.A. Salgado-Gálvez^{a,*}, M.L. Carreño^a, A.H. Barbat^a y O.D. Cardona^b

^a Centre Internacional de Mètodes Numèrics en Enginyeria (CIMNE), Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona, España

^b Instituto de Estudios Ambientales (IDEA), Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales, Manizales, Colombia

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 20 de noviembre de 2014

Aceptado el 4 de diciembre de 2014

On-line el 11 de marzo de 2015

Palabras clave:

Peligrosidad sísmica

Evaluación de riesgo sísmico

Simulación numérica

Curva de excedencia de pérdidas

Pérdida anual esperada

R E S U M E N

En este artículo se ha realizado una evaluación probabilista e integral del riesgo sísmico para las edificaciones de Lorca, la ciudad más afectada tras el sismo de mayo de 2011 en la Región de Murcia, España. La amenaza sísmica se ha representado mediante un conjunto de escenarios estocásticos que permite considerar el efecto de eventos pequeños, moderados y extremos en las posibles pérdidas futuras. Mediante funciones de transferencia espectral, se ha considerado la respuesta dinámica del suelo. Se ha utilizado una base de datos de elementos expuestos con nivel de resolución edificio por edificio, la cual permite la desagregación de los resultados en diferentes categorías y, además, la obtención de mapas de riesgo sísmico para la visualización de la distribución geográfica de las pérdidas futuras. Para cada una de las tipologías estructurales identificadas se ha asignado una función de vulnerabilidad que permite obtener las pérdidas esperadas para diferentes niveles de aceleración. Los resultados de riesgo se han obtenido en forma de curva de excedencia de pérdidas a partir de la cual pueden derivarse otras métricas probabilistas de riesgo como la pérdida anual esperada y la pérdida máxima probable. Los resultados de riesgo resultan útiles para los tomadores de decisiones en ámbitos de planeación de emergencia, desarrollo de planes de refuerzo de edificaciones existentes y protección financiera mediante mecanismos tradicionales de seguro y reaseguro u otros instrumentos alternativos para la transferencia del riesgo.

© 2014 CIMNE (Universitat Politècnica de Catalunya). Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Probabilistic seismic risk assessment of Lorca through scenario simulations

A B S T R A C T

A comprehensive and probabilistic seismic risk assessment has been performed for the buildings of Lorca, the most affected city in the region of Murcia, Spain, after the May 2011 earthquake. Seismic hazard is represented through a set of stochastic scenarios that allow accounting for small, moderate and extreme events in the future losses, also through spectral transfer functions the dynamic soil response has been considered. A building by building resolution level database has been used allowing the disaggregation of risk results in several categories besides allowing the generation of risk maps to visualize the geographical distribution of the future losses. For each of the identified building classes a vulnerability function has been assigned to determine the expected losses for different acceleration levels. Risk results have been obtained in terms of the loss exceedance curve from where other probabilistic risk metrics such as the average annual loss and the probable maximum loss can be derived. Risk results are useful for the decision-makers in the fields of emergency planning, existent building retrofitting schemes and financial protection through traditional insurance and reinsurance schemes or with alternative risk transfer instruments.

© 2014 CIMNE (Universitat Politècnica de Catalunya). Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Keywords:

Seismic hazard

Seismic risk assessment

Numeric simulation

Loss exceedance curve

Average annual loss

* Autor para correspondencia: Edifici C-1, Despatx C-111, Carrer Gran Capità s/n, Campus Nord UPC. 08034 Barcelona, España.

Correos electrónicos: mario.sal.gal@gmail.com (M.A. Salgado-Gálvez), liliana@cimne.upc.edu (M.L. Carreño), alex.barbat@upc.edu (A.H. Barbat), odcardonaa@unal.edu.co (O.D. Cardona).

<http://dx.doi.org/10.1016/j.rimni.2014.12.001>

0213-1315/© 2014 CIMNE (Universitat Politècnica de Catalunya). Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

1. Introducción

El 11 de mayo de 2011, un sismo de magnitud 5,1 (M_W) sacudió la Región de Murcia y, en específico, la ciudad de Lorca fue la más afectada. El epicentro se localizó a poco más de 5 km al norte del casco urbano de Lorca, lo que, combinado con la poca profundidad del evento y a pesar de la magnitud moderada del sismo, causó la muerte de 9 personas, heridas a más de 300, mientras que alrededor de 10.000 no pudieron regresar a sus hogares. Históricamente, varios eventos han sacudido la región, tales como aquellos ocurridos en marzo de 1911, enero de 1917, junio de 1948, agosto de 2002 y enero de 2005 [1], pero solo el de mayo de 2011 causó fallecidos, heridos, daños estructurales severos e interrupciones en el funcionamiento normal de la comunidad. Adicionalmente, debido a la inexperiencia en la aplicación de un plan de emergencias, los daños en la infraestructura desembocaron en una situación caótica, con el agravante que muchas de las acciones de respuesta tomaron más tiempo del esperado inicialmente por la comunidad [2].

En trabajos anteriores se han realizado comparaciones de los daños registrados y modelizados para escenarios sísmicos con características similares a las del sismo de Lorca [3,4], las cuales han permitido la validación de las metodologías e información base utilizada en dichos trabajos. Algunos estudios se han realizado incluso antes del sismo del 2011 [5]. En este artículo se cuantifica el riesgo sísmico no en forma de proporción medias de daño (*mean damage ratio* [MDR]), sino a partir de la curva de excedencia de pérdidas (CEP) obtenida tras la convolución de la amenaza y la vulnerabilidad de los elementos expuestos. A partir de esta se pueden derivar métricas probabilistas como la pérdida anual esperada (PAE) y la pérdida máxima probable (PMP), que permiten la caracterización con mayor detalle de los elementos expuestos y de la amenaza sísmica que las evaluaciones regionales previas [6].

Se ha ensamblado una base de datos de elementos expuestos con un nivel de resolución edificio por edificio, el más detallado para este tipo de evaluaciones, la cual captura información relevante en cuanto a parámetros y tipologías estructurales, los cuales han sido asignados a partir de índices basados en el más reciente censo de población y vivienda [7]. Es importante tener en cuenta que, cuando se realizan análisis probabilistas de riesgo sísmico, una de las suposiciones está relacionada con la ley de los grandes números, es decir, que se requiere un número considerable de elementos expuestos, con lo que aun cuando se produzcan errores por sobre o subestimación, el resultado final tiende al valor medio.

Para la obtención de los resultados de riesgo sísmico en términos de la CEP se requiere una representación probabilista de la amenaza sísmica a partir de escenarios estocásticos, así como de la definición de funciones de vulnerabilidad para las diferentes tipologías estructurales identificadas en el área bajo análisis. La evaluación probabilista del riesgo sísmico se ha realizado únicamente para las edificaciones, tanto públicas como privadas,

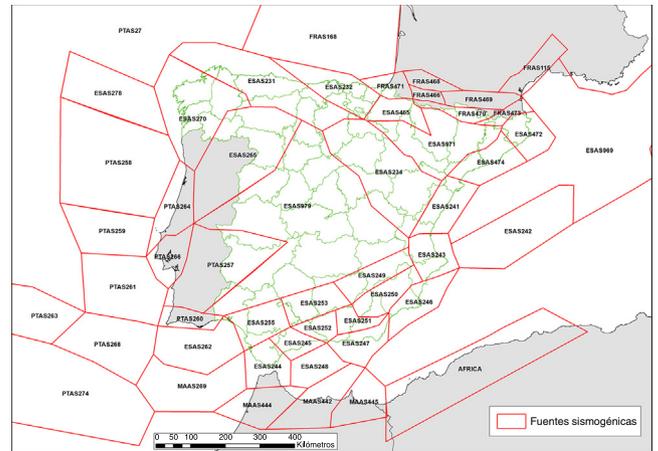


Figura 2. Zonificación tectónica utilizada para la evaluación de la amenaza sísmica.

localizadas dentro del área urbana de Lorca y considerando pérdidas económicas directas; sin embargo, los resultados presentados pueden servir como insumo para evaluaciones que abarcan otras dimensiones del riesgo, como las propuestas en las referencias [8-13].

Dentro de las diferentes herramientas para la evaluación del riesgo sísmico, se ha seleccionado la Plataforma CAPRA¹ [14-19], la cual consiste en diferentes módulos para la evaluación de la amenaza sísmica, la vulnerabilidad estructural y el riesgo físico. La plataforma realiza procesos de evaluación y simulación numérica por ordenador que abarca varios ámbitos, tal y como se presenta en la figura 1

2. Evaluación probabilista de la amenaza sísmica

La evaluación de la amenaza sísmica para Lorca se ha realizado con un enfoque probabilista para dar cuenta de las incertidumbres asociadas al proceso de generación de terremotos tales como su localización, profundidad, magnitud, frecuencia de ocurrencia y movimiento del terreno [20]. Para ello, la amenaza en roca se expresa a partir de un conjunto de escenarios estocásticos y, además, debido a que existe información relacionada con la respuesta dinámica del suelo y se han identificado una serie de zonas de suelo homogéneo [21], se han definido funciones de transferencia espectrales para la obtención del movimiento del terreno en el suelo y no en el basamento rocoso. A continuación se presentan los detalles de la evaluación de la amenaza sísmica.

2.1. Evaluación de la amenaza en roca

Como se ha mencionado anteriormente, la metodología de evaluación probabilista de riesgo aplicada en este estudio requiere un conjunto de escenarios estocásticos que representen de manera exhaustiva e integral la amenaza sísmica en Lorca. Para ello, se ha realizado una evaluación tanto probabilista como espectral de la amenaza sísmica que considera fuentes sísmogénicas tanto en la península Ibérica como en zonas aledañas, donde cada una de dichas fuentes se ha caracterizado a partir de un modelo de sismicidad Gutenberg-Richter [22]. La zonificación tectónica es la propuesta en el marco del proyecto SHARE [23], más una fuente adicional en el norte de África, tal como se muestra en la figura 2.

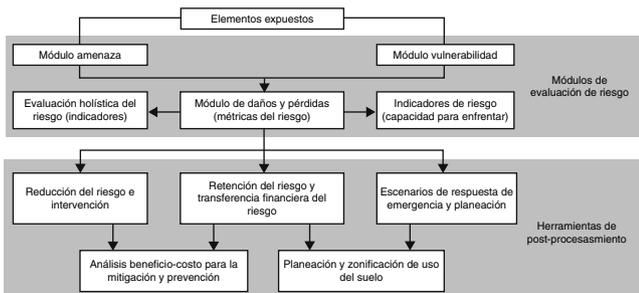


Figura 1. Modelación probabilista del riesgo y usos en la gestión de riesgo de desastres.

¹ Comprehensive Approach to Probabilistic Risk Assessment (www.ecapra.org).

Download English Version:

<https://daneshyari.com/en/article/1702504>

Download Persian Version:

<https://daneshyari.com/article/1702504>

[Daneshyari.com](https://daneshyari.com)