



Evaluación sísmica de los edificios de mampostería típicos de Barcelona aplicando la metodología Risk-UE

R. Moreno González y J.M. Bairán García

Departamento de Ingeniería de la Construcción, Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, España

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 1 de julio de 2011
Aceptado el 12 de agosto de 2011
On-line el 28 de junio de 2012

Palabras clave:

Vulnerabilidad
Espectros de capacidad
Curvas de fragilidad
Daño sísmico
Mampostería y análisis *pushover*

Keywords:

Vulnerability
Capacity spectra
Fragility curves
Seismic damage
Masonry and pushover analysis

R E S U M E N

En este trabajo se realiza un estudio para evaluar la vulnerabilidad y el daño sísmico en edificios de obra de fábrica de ladrillo no reforzada. Se han elegido 3 modelos de edificios representativos del distrito *Eixample* de Barcelona. El análisis de la vulnerabilidad sísmica se lleva a cabo mediante la metodología Risk-UE. La demanda sísmica se define a partir del espectro de proyecto elástico con 5% de amortiguamiento, definido, en este caso, por el Eurocódigo 8. Las curvas de fragilidad se obtienen a partir de un análisis no lineal, teniendo en cuenta los espectros de capacidad. El daño sísmico esperado se consigue con las matrices de probabilidad de daño, las cuales indican la probabilidad de ocurrencia de un estado de daño para una demanda sísmica específica. La modelización de los edificios se realiza con el programa *TreMuri* mediante un modelo de macroelementos, el cual representa las paredes de los edificios. Los edificios aquí analizados son reales y se dispuso de planos e informes específicos. Los resultados obtenidos muestran una vulnerabilidad importante en este tipo de edificios, teniendo en cuenta el escenario sísmico considerado el daño sísmico esperado es alto.

© 2011 CIMNE (Universitat Politècnica de Catalunya). Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

Seismic assessment of the masonry buildings typical of Barcelona using the Risk-UE methodology

A B S T R A C T

In this work, a study about the vulnerability and seismic damage of unreinforced masonry buildings is carried out. Three models of buildings representatives of the *Eixample* district of Barcelona have been chosen. The seismic vulnerability is evaluated by means of the Risk-UE methodology. The seismic demand is described by elastic project spectrum, in this case, defined by the Eurocode 8. Fragility curves are obtained from a nonlinear analysis, considering the capacity spectra. Expected seismic damage is gotten with the damage probability matrices, which indicate the occurrence probability of a damage state for a seismic demand given. The analysis of the buildings has been performed by *TreMuri* program by means of a macroelements model, which represents of a whole masonry panel. The buildings, here, analyzed are real and detailed structural drawings and reports have been used to model them. The results shown a considerable vulnerability in this type of buildings, therefore, in spite of the seismic hazard the expected seismic risk is significant.

© 2011 CIMNE (Universitat Politècnica de Catalunya). Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

1. Introducción

Los estudios de riesgo sísmico se han convertido en una herramienta excelente para predecir y gestionar los efectos catastróficos de los terremotos en ambientes urbanos. Sin duda alguna, el siglo xx

ha contemplado el crecimiento de la población mundial y las grandes aglomeraciones humanas y el estilo de vida moderno aumentan el riesgo. En el mundo, durante este siglo xx han ocurrido más de 1.100 terremotos fuertes que han causado más de millón y medio de víctimas. Ejemplos de terremotos que produjeron grandes pérdidas, solo en el último cuarto de siglo, son, entre otros, Perú (1970, 2007), China (1976, 2008), Rumania (1977), Italia (1980, 2009), Chile (1985), México (1985), Ecuador (1987), Armenia (1988), Estados Unidos (1987, 1989, 1994), Japón (1995), Venezuela (1967,

Correos electrónicos: mgrosangel@ciccp.es (R. Moreno González), jesus.miguel.bairan@upc.edu (J.M. Bairán García).

Tabla 1
Distribución de las tipologías existentes en Barcelona [1]

Tipologías	Descripción	Edificios existentes
M31:	Edificio de obra de fábrica con forjado de viguetas de madera	32%
M32:	Edificio de obra de fábrica con forjado de bóveda de revoltón cerámico	18%
M33:	Edificio de obra de fábrica con forjado de viguetas metálicas y bóveda de revoltón cerámico	26%
M34:	Edificio de obra de fábrica con forjado de viguetas de hormigón y bóveda de revoltón cerámico	1%
RC32:	Edificio de hormigón armado con forjado reticular, sistema estructural irregular y paredes de relleno dispuestas de forma irregular	18%
S1:	Edificio metálico porticado	1%
S2:	Edificio metálico arriostrado	1%
S3:	Edificio metálico de pórticos con paredes de obra de fábrica	1%
S5:	Edificio metálico porticado con sistemas formados de hormigón (forjado de hormigón)	2%

1997), Colombia (1983, 1999), Turquía (1999), El Salvador (2001), India (2001), Irán (2003), el terremoto de Indonesia (2004), con más de 250.000 víctimas producidas por el tsunami generado por la magnitud del sismo y el reciente devastador terremoto en Haití (2010) y Chile (2010), también hay que indicar el terremoto de Japón del presente año.

La principal causa de pérdidas humanas y económicas que se producen a causa de los terremotos está enfocada en el comportamiento sísmico inadecuado de las estructuras. La sociedad actual vive en la cultura del riesgo y muchos han aprendido a reducir los efectos dañinos de los terremotos sobre los edificios y la población. Cada vez más, la ocurrencia de terremotos pone de manifiesto la diferencia de daños entre países desarrollados y países en vías de desarrollo. Los países en vías de desarrollo y otros, cuya sismicidad es moderada o con largos períodos de recurrencia, siguen siendo víctimas de las catástrofes naturales. Además, la baja y/o moderada sismicidad o los largos períodos de retorno de grandes terremotos, producen una escasa preocupación por el riesgo sísmico, una ausencia total de memoria histórica y un descuido de cualquier precaución sísmica. En zonas de sismicidad moderada o baja es frecuente encontrar que las construcciones no incluyan ningún tipo de análisis o diseño antisísmico, debido a que las normativas no suelen obligar a ello o que no existían en el momento de su construcción o, sencillamente, que la población no reconoce el evento sísmico como un factor de riesgo para su comunidad. Todo ello induce un importante aumento de la vulnerabilidad, del daño y por ende del riesgo sísmico.

Los avances que se realizan en el diseño de estructuras se aplican a las estructuras nuevas y, en menor medida, a la rehabilitación de estructuras existentes; sin embargo existen muchas más estructuras antiguas que edificios de nueva construcción. Para reducir el riesgo hay que reducir la vulnerabilidad de los edificios. No existe una metodología estándar para estimar la vulnerabilidad sísmica de los edificios, ni de las estructuras en general. La base fundamental para estudiar la vulnerabilidad o el riesgo sísmico, a nivel estructural, es disponer de una amplia información sobre los elementos con los que se pretende trabajar para evaluar la vulnerabilidad sísmica y, a partir de aquí, calcular el daño probable que se pueda sufrir a causa de un sismo.

Este trabajo hace referencia a la estimación del daño sísmico directo en edificios de obra de fábrica (conocidos también como edificios de mampostería) existentes en Barcelona (España) construidos durante la época del modernismo. Aquí se describe y se aplica uno de los modelos más avanzados en la evaluación de la vulnerabilidad y el daño sísmico. Para llevar a cabo este estudio se emplea una metodología que contempla la modelización de edificios mediante técnicas basadas en el desempeño sísmico. El método describe la acción sísmica en términos de espectros de proyecto elásticos con 5% de amortiguamiento y el edificio en términos de curvas y/o espectros de capacidad, la evaluación del daño esperado se efectúa mediante curvas de fragilidad y matrices de probabilidad de daño. Siendo el objetivo principal, de este trabajo, la obtención de las matrices de probabilidad de daño específicas para los edificios

de obra de fábrica de ladrillo existentes en el Ensanche («*Eixample*» en catalán) de Barcelona.

A finales del siglo XIX y principios del siglo XX, el sistema constructivo más frecuente en Barcelona, utilizaba muros de carga de obra de fábrica de ladrillo y forjados de bovedilla con vigas de madera o viguetas metálicas. En el distrito *Eixample*, aproximadamente, el 75% de los edificios pertenecen a esta tipología. En general, la tipología que representa un mayor número de edificios son los edificios de obra de fábrica de ladrillo, seguido, los edificios de hormigón armado con forjados reticulares y, finalmente, los edificios metálicos, estos últimos representan un 5% de los edificios existentes. La tabla 1 muestra la distribución de los edificios existentes, en la ciudad de Barcelona, según su tipología [1].

La Municipalidad de Barcelona tiene una base catastral, la cual está muy bien documentada en el informe Infocca [2], referente a la edad y características constructivas de los edificios; permite determinar las características geométricas, en planta y en altura de los edificios de cada parcela. Se dispone de información de 63.000 edificios que representan, aproximadamente, el 91% del total de edificios, los cuales corresponden a edificios residenciales. De estos edificios se conoce, como ya se dijo, su configuración en planta y en altura, así como su situación dentro de la manzana, la tipología constructiva, el año de construcción y el estado de conservación; además, se dispone de planos arquitectónicos y estructurales de varios edificios existentes, así como también, de informes patológicos.

2. El *Eixample* de Barcelona y sus edificios

En Barcelona, durante la primera mitad del siglo XIX se intensifica la urbanización del interior de la ciudad que, progresivamente, se dota del aspecto e infraestructuras de una ciudad moderna. Lo que da paso al nacimiento de la Barcelona actual es el distrito *Eixample*, el cual fue proyectado por el ingeniero Ildefonso Cerdá [3]. Este proyecto de expansión de la ciudad permitió unir el núcleo de la ciudad con los pueblos que darán nombre a los distritos y barrios de la ciudad actual. La aprobación del «Plan del *Eixample*» de Barcelona, de Ildefonso Cerdá, en el año 1859 va a cambiar y a convertir a la ciudad catalana en un referente del urbanismo moderno. Este plan urbanístico tiene ya 150 años y ha permitido a la ciudad crecer ordenadamente y resolver con eficiencia los problemas de una ciudad atrapada dentro de murallas; también ha significado la unión armónica entre historia y progreso.

En la actualidad, Barcelona está delimitada entre las montañas de *Montjuïc* y *Collserola* y los ríos *Llobregat* y *Besós*, que limitan claramente su crecimiento en superficie, dejando, como única alternativa de crecimiento, la reconstrucción de zonas en desuso o industriales. El distrito del *Eixample* (Ensanche en español) destaca como la principal área de Barcelona donde se acumula una importante población, una notable actividad económica y un importante patrimonio cultural [4,5]. Hoy en día, es el distrito con mayor número de habitantes. Actualmente, el municipio de Barcelona se extiende en una superficie de 9907Ha con una población de 1,5

Download English Version:

<https://daneshyari.com/en/article/1702679>

Download Persian Version:

<https://daneshyari.com/article/1702679>

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