

EVALUACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN EN EDIFICACIÓN TRAS SISMO

Alcañiz Martínez, J.H. ^{1*}; Lasheras Estrella, A. ¹; Sánchez Medrano, F. J. ¹; Estrella Sevilla, E. ²

^{1*} *Escuela Politécnica Superior. Universidad Católica de Murcia (UCAM)*

² *Departamento de Ingeniería Civil. Universidad Politécnica de Cartagena (UPCT)*

jalcaniz@ucam.edu

Resumen

Tras producirse un terremoto, se hace imprescindible conocer el estado en el que se encuentran las edificaciones que hayan podido verse afectadas, tanto de los bienes inmuebles comunes, como de aquellos que tengan la calificación de Bien de Interés Cultural (BIC) y el de sus construcciones anejas, dada su importancia, a través de ensayos y técnicas de obtención de información, que posteriormente sirvan como base para la redacción del proyecto del Restauración. Mediante la presente investigación se aborda el tema, presentando un plan integral de evaluación de daños, donde a su vez se analizan los ensayos, de campo y de laboratorio, más adecuados a realizar en cada caso.

La metodología que se plantea para realizar dicha inspección tiene un claro objetivo: realizar un profundo y acertado diagnóstico de los daños que presenten las edificaciones, como herramienta básica para realizar una correcta intervención, con suficiente rigor, ya que en base a ese diagnóstico se van a tomar decisiones decisivas para recuperar la integridad de la edificación.

En primer lugar, debe plantearse la fase de inspección, el chequeo a realizar, los ensayos más adecuados a llevar a cabo y la completa toma de datos, para la confección de un diagnóstico fiable del estado en que se encuentra el inmueble.

Se deben tener claros los criterios de actuación, totalmente independientes, para diseñar el Plan de Inspección y Diagnóstico del edificio, en cuestión. Asimismo se deben fijar los criterios de toma de datos, de inspección, de investigación, el plan de ensayos pertinentes y todo lo necesario para finalmente emitir el diagnóstico más fiable.

En definitiva, mediante la presente comunicación, se pretende, exponer el desarrollo de un esquema práctico y concreto para llevar a cabo un estudio de las lesiones que presente un inmueble, tras verse afectado por un fenómeno sísmico, estableciendo un modelo de actuación y dando unas pautas claras y prácticas de cómo actuar ante casos similares.

Palabras clave: *Evaluación; Edificación; Sismo; Ensayos; Lesiones.*

1. Introducción

Los desastres se han convertido en un problema de enorme preocupación para los gobiernos de todo el mundo. La reducción de su recurrencia, severidad e impacto, especialmente en los países en desarrollo, es uno de los principales retos en la actualidad (SUÁREZ, 2009).

A nivel nacional, la Norma de Construcción Sismorresistente es la normativa que regula la construcción de estructuras sismorresistentes en España. Se publica en dos partes: parte general y edificación (NCSE), y Puentes (NCSP). La elaborada la Comisión Permanente de Normas Sismorresistentes (CPNS).

La NCSE-02 fue publicada en el BOE el 11 de octubre de 2002 y sustituyó a la NCSE-94. Propone un método de cálculo basado en la resistencia, por lo que sus comprobaciones sólo son válidas en estado límite último. Esto implica que la norma trata solamente de la estabilidad de la estructura, ignorando los daños que se puedan producir en el resto de materiales y elementos del edificio. Un edificio que resiste a un sismo según NCSE puede perder todos sus muros, instalaciones y demás elementos, siempre y cuando su estructura permanezca en pie.

La peligrosidad sísmica del territorio nacional se define por medio del mapa de peligrosidad sísmica (Figura 1). Dicho mapa suministra, expresada en relación al valor de la gravedad, g , la aceleración sísmica básica, a_b (un valor característico de la aceleración horizontal de la superficie del terreno) y el coeficiente de contribución K , que tiene en cuenta la influencia de los distintos tipos de terremotos esperados en la peligrosidad sísmica de cada punto.

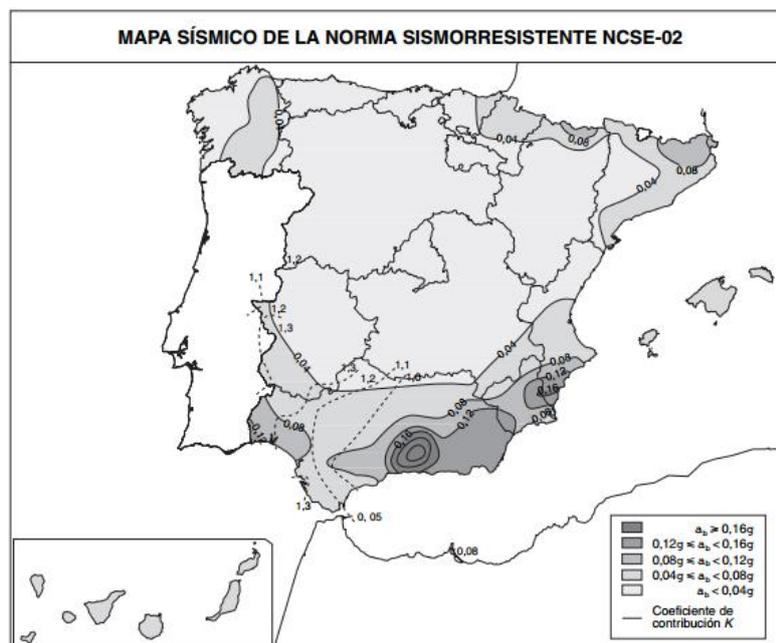


Figura 1: Mapa de peligrosidad sísmica de España (en valores de aceleración). Fuente: Instituto Geográfico Nacional.

Con el objetivo de analizar la cantidad y la frecuencia con la que los fenómenos sísmicos se producen en España, se ha confeccionado la Tabla 1, en la que se presentan cronológicamente los sismos superiores a 5 grados en la escala Richter que han tenido lugar en los últimos años.

Tabla 1. Relación de Terremotos analizados

Lugar del epicentro	Fecha	Grados en la escala Richter
Albolote (Granada)	20/04/1956	5,0
Huelva	20/12/1989	5,3
Puebla de Mula	02/02/1999	5,2
A 200 kilómetros del cabo portugués de San Vicente (Portugal)	12/02/2007	6,1
Ciudad Real	12/08/2007	5,1
A 100 kilómetros del Cabo de San Vicente (Portugal)	17/12/2009	6,3
A 5 Km de Lorca	11/05/2011	5,1
Océano Atlántico	30/07/2012	5,6
Frailles (Jaén)	10/01/2013	5,2
El Hierro	27/12/2013	5,1
Ossa de Montiel (Albacete)	23/02/2015	5,2

A la vista de los resultados recabados tras los terremotos anteriormente citados, cabe tener en cuenta que cuando se produce un terremoto las ondas sísmicas afectan a las estructuras en función de diferentes características (FERICHE FERNÁNDEZ-CASTANYS, 1994):

- Ondas de baja frecuencia: hacen que los edificios entren en resonancia, afectando en menor grado a los bajos.
- Ondas de alta frecuencia: afectan sobre todo a las casas bajas y en menor grado a las grandes estructuras.
- El mayor daño se produce en terreno blando y menos en terreno duro.
- Los edificios altos sufren más daños que los bajos en suelos blandos y de gran potencia.

Cada terremoto afecta de forma diferente a las construcciones, ya que influyen múltiples factores, desde las especificaciones tectónicas del terremoto, a la composición litológica del suelo urbano y a las características de las estructuras de los edificios. Por tanto, el análisis del comportamiento real de las construcciones será crucial a la hora de valorar la seguridad estructural de los edificios construidos y para conseguir mejorarla en el futuro (Salcedo Hernández et al., 2012).

2. Metodología

Mediante la presente investigación se presenta un plan integral de evaluación de daños, analizando, los diferentes elementos a tener en cuenta a la hora de realizar una correcta evaluación de una edificación que haya podido verse afectada por un sismo y aportando a su vez, fotografías que muestran algunas lesiones producidas tras el terremoto de Lorca de 2011.

Los principales elementos para una metodología y un procedimiento de evaluación post-sísmica son: la clasificación de los daños, la definición de las posibilidades de uso de las edificaciones que sufrieron daños, la organización para la recolección de los datos y el análisis y procesamiento de la información. Para ejecutar esta labor eficientemente es fundamental establecer con anterioridad comisiones de inspección muy bien entrenadas en cada sector y elaborar los planes de inspección. El éxito del procedimiento de recolección de datos depende significativamente del nivel de preparación y entrenamiento desarrollado antes del evento sísmico (GTIEDS, 2002).

Para realizar la evaluación del edificio se analizarán tanto los elementos estructurales como los elementos no estructurales, presentados en las Tablas 2 y 3.

Tabla 2. Elementos estructurales de acuerdo con el sistema estructural

Sistema estructural	Elementos estructurales
Pórticos en Hormigón Armado o (con) muros de cortante	Columnas/muros, vigas, nudos y losas
Pórticos en acero o madera	Columnas, vigas, conexiones y losas
Mampostería no reforzada/reforzada/confinada	Muros de carga y losas
Muros de tapia	Muros de carga y losas

Tabla 3. Elementos no estructurales a analizar

Elementos no estructurales
Escalera
Antepecho
Particiones
Fachada
Cubierta
Instalaciones

Se asignará para cada elemento estructural una calificación, dependiendo del daño observado utilizando cinco niveles de daños, en función de la gravedad del daño: 0 (ninguno), 1(leve), 2 (medio), 4 (grave), 5 (muy grave).

Una vez determinados los elementos a analizar se definen los datos iniciales a recabar, sobre el inmueble en cuestión, de manera urgente.

- Año de construcción.
- Número de plantas sobre el nivel del suelo.
- Número de sótanos.
- Sistema estructural.
- Localización en la calle (en esquina, entre medianeras). Esta variable es importante para conocer si hubo posibilidades de daño por lesiones en edificios colindantes.
- Condiciones generales del edificio. La capacidad de una estructura de soportar daños significativos permaneciendo estable se puede atribuir por lo general a su resistencia, ductilidad y redundancia. El daño severo o colapso de muchas estructuras durante terremotos importantes es, por lo general, consecuencia directa del fallo de un solo elemento o serie de elementos con ductilidad o resistencia insuficiente (GTIEDS, 2002).



Figura 2: Colapso en total de una edificación en Lorca, fotografía realizada el 11 de Mayo de 2011. (Fuente: Los autores).

- Edificio inclinado a uno de sus niveles.
- Asentamiento de la cimentación.
- Planta más afectada.
- Daño en elementos estructurales (vigas, pilares y nudos). Uno de los problemas más comunes de configuración estructural es el conocido efecto de pilar corto (Figura 3, derecha). Dicho pilar tiende a fallar en forma frágil al ser sometido a esfuerzos cortantes excesivos que se generan por estar impedida su deformación hasta la altura de los tabiques.



Figura 3: Daños localizados en pilares. (Fuente: Los autores).

- Daños en elementos no estructurales (escalera, antepecho, particiones, fachada, cubierta e instalaciones).



Figura 4: Daño localizado en fachada con desprendimiento del revestimiento (Izquierda). Daño producido en escalera (Derecha). (Fuente: Los autores).

- Condiciones del suelo (grietas y deslizamientos de tierra).
- Asentamientos o licuación del suelo.
- Condiciones preexistentes.
- Calidad de los materiales de construcción.
- Irregularidades en planta.
- Irregularidades de altura.
- Configuración estructural.

Dentro de los trabajos necesarios para la inspección y el conocimiento de las características geométricas de aquellos elementos estructurales, necesarios para la posterior evaluación resistente de la estructura del inmueble, se recomienda la apertura de una serie de calicatas y calas o rozas en distintas zonas del edificio (Figura 5) , tanto en el terreno junto a la cimentación, como en muros de carga y en forjados, confeccionándose un cuadro tipo, conteniendo: Tipología de la cata, identificación, localización, número de croquis y fotografía, naturaleza y cota de profundidad o plano de apoyo, etc.



Figura 5: Catas de inspección, para la toma de muestras. Inspección de la cimentación de los muros (izquierda). Comprobación del revestimiento (derecha). (Fuente: los autores).

Una vez analizado el daño se determinará el riesgo (Tabla 4) de la edificación analizada y se aplicarán las medidas de seguridad oportunas.

Tabla 4. Parámetros de riesgo a tener en cuenta

Tipos de riesgos
Riesgo estructural
Riesgo no estructural
Daño en el edificio
Estado de la capacidad simorresistente
Estado global del inmueble

En cuanto a la habitabilidad, la revisión del estado general de una edificación es el mejor indicador del daño en el sistema estructural. Edificios con colapso total o parcial son un excelente indicador de daño estructural que afecta la estabilidad de toda la edificación en su conjunto. Por lo tanto, deberán calificarse directamente como no habitables, no siendo necesario describir los daños arquitectónicos o estructurales cuando existe colapso total.

3. Conclusiones

A la vista de todo lo expuesto en esta investigación se alcanzan las siguientes conclusiones:

- Es imprescindible disponer de una adecuada documentación inicial como base de partida, previamente al inicio de los trabajos.
- Importancia de la actuación de los técnicos responsables en la toma de datos, trabajos de campo, caracterización de los materiales y tipología estructural del edificio afectado tras producirse un terremoto.
- Necesidad de criterios propios de actuación, adecuadamente fundados y fruto de los conocimientos y experiencia en este tipo de labores.
- Realizar un trabajo minucioso y con un alto grado de rigurosidad, que conlleve un alto grado de fiabilidad de los resultados. No olvidar que en base a las conclusiones dadas, se van a tomar decisiones de gran responsabilidad para el futuro del inmueble.
- Se hace imprescindible continuar investigando en la dinámica de los riesgos naturales y la vulnerabilidad sísmica, e informar a la población sobre cómo actuar en caso de fenómenos sísmicos.
- Destacar la importancia de el cumplimiento de la norma en todas sus especificaciones de diseño y constructivas.

Proyectando estas conclusiones, extraídas de la experiencia adquirida por los autores, habremos conseguido disponer de una guía práctica, estableciendo un modelo de actuación aplicable a aquella edificación con necesidad de ser evaluada y diagnosticada.

Bibliografía

FERICHE FERNÁNDEZ- CASTANYNS, Mercedes. Daños producidos por Terremotos. Instituto Andaluz de Geofísica y Prevención de Desastres Sísmicos. Pp 87-112.

SALCEDO HERNÁNDEZ, José-Carlos. CAMPESINO FERNÁNDEZ, Antonio-José. *Experiencias Constructivas del Terremoto de Lorca. Investigaciones Geográficas*, nº57 (2012), pp.7-32. ISSN 0213-4691.

SUÁREZ, Dora Catalina. *Informe Técnico. Diagnóstico del riesgo urbano y la gestión del riesgo para la planificación y el mejoramiento de la efectividad a nivel Local: Aplicación a la ciudad de Manizales*. Universidad Nacional de Colombia. Septiembre de 2009.

GUÍA TÉCNICA PARA LA INSPECCIÓN DE EDIFICACIONES DESPUÉS DE UN SISMO. Mayo de 2002. Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS).

NCSE-02.: Norma de Construcción Sismorresistente, parte general y edificaciones.