

de debate

Desde los primeros tiempos de "INFORMES" se han recibido en la redacción opiniones, sugerencias y, por supuesto, críticas sobre el contenido de alguno de los artículos.

Tradicionalmente, el procedimiento seguido, hasta la fecha, ha sido el de poner en contacto al autor del artículo con el lector que formulaba la correspondiente crítica o sugerencia, para que ellos solventaran las dudas o entablaran la discusión que estimasen oportuna.

A la vista del considerable número de aportaciones, en este sentido, que se reciben, el Comité de Redacción considera conveniente abrir una nueva sección que recoja, de forma sistemática, este tipo de colaboraciones. Las opiniones que se esperan deberán referirse a los trabajos publicados y a los aspectos relativos a la edición, dejando abierto el derecho a la réplica a los autores citados.

El Comité de Redacción de "INFORMES" confía que esta sección suscite

el interés de los lectores, avivando la polémica sobre los temas que vayan surgiendo en cada área.

No queremos establecer, a priori, ningún criterio limitativo, en cuanto a extensión, a las cooperaciones que se reciban, ya que consideramos que cada tema concreto puede requerir diferentes tratamientos.

No cabe duda que las observaciones y puntos de vista críticos que se vayan aportando contribuirán al enriquecimiento de esta revista.

Estas colaboraciones pueden enviarse por correo normal, fax o correo electrónico, a las siguientes direcciones:

Instituto de Ciencias de la Construcción "Eduardo Torroja"

INFORMES DE LA CONSTRUCCIÓN

c/ Serrano Galvache, s/n. 28033 MADRID.

Fax: (91) 302 07 00

E-mail: informes@ietcc.csic.es

COMENTARIOS SOBRE EL PLANO DE PELIGROSIDAD SÍSMICA Y LAS ACELERACIONES SÍSMICAS, BÁSICA Y DE CÁLCULO, DE LA NORMA DE CONSTRUCCIÓN SISMORRESISTENTE (PARTE GENERAL Y EDIFICACIÓN) NCSE-94

ÁNGEL GARCÍA YAGÜE, Dr. Ing. de Caminos, Canales y Puertos. Prof. Emérito de U.P.M. (Vocal representante del M.O.P. en la Comisión Interministerial desde 1962 hasta 1991)

Introducción

Han transcurrido ya dos años desde la puesta en vigor de la Norma NCS-94, tiempo suficiente para que se comenten algunos de los aspectos de mayor interés. No pretendo exponer el proceso de redacción de la norma sismorresistente en España, en el que estuve involucrado desde su inicio en el año 1962¹, sino exponer parte de los temas cuya solución no ha sido completamente satisfactoria para algún o algunos de los miembros de la Comisión. En estos comentarios trataré, únicamente, los relacionados con el "Mapa de peligrosidad sísmica" y las aceleraciones básica y de cálculo, obtenidas, estas últimas, a través de los "espectros de respuesta" adoptados.

Mapa de peligrosidad sísmica

La relación oficial de terremotos históricos se puede considerar completa para los grandes terremotos catastróficos al menos desde el siglo VIII, para los de intensidad superior a VIII (MSK) desde el siglo X; a partir del siglo XVIII para intensidades superiores a VII; la relación de terremotos registrados

instrumentalmente también es completa para los sismos con magnitud Richter superior a 5, en la primera mitad del siglo XIX (exceptuando el trienio de nuestra guerra civil, 1936-39) y superior a 4, a partir de los años 70. Del análisis de estos registros y observaciones se concluye que en la Península Ibérica predominan las zonas de baja o muy baja actividad sísmica, con peligrosidad que podríamos considerar despreciable, y tres o cuatro de actividad sísmica media y media baja, en clasificación cualitativa mundial.

La relación de sismos disponible es suficientemente amplia en lo referente a los sismos catastróficos para poder descartar la probabilidad de terremotos intraplacas tipo New Madrid (USA) (16/12/1811, 23/01/1812 y 07/02/1812, con magnitudes Richter superiores a 8,0), para los que se les asigna periodos medios de retorno variables entre 500 y 1.000 años. Es decir, parece lógico excluir terremotos de magnitudes superiores a las observadas en los últimos 300 años, ya que no existe base para considerar un cambio en la actividad tectónica de tal importancia que, en los márgenes de tiempo que utilizamos en la técnica se modifique sustancialmente la velocidad de acumulación y liberación de energía tectónica.

Se ha propuesto un cambio importante en la frecuencia de terremotos en Medio Oriente (Siria, Israel, Jordania

¹ La O. M. de Presidencia de Gobierno de fecha 17/05/62 (B.O.E. 02/06/62) creó la "Comisión Interministerial encargada de redactar unas Normas Sismorresistentes", Comisión que preparó la "Norma Sismorresistente PGS-1 (1968)", luego la PDS-1 (1974) y posteriormente la que comentamos.

(c) Consejo Superior de Investigaciones Científicas

Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)

y Palestina que alterna con la actividad del Norte de la península de Anatolia), donde existen claros efectos de seísmos importantes en ruinas de ciudades grecorromanas. Además, el supuesto proceso presentaría un período de 1.000-1.500 años, que estaría cubierto con las observaciones históricas peninsulares, que teóricamente alcanzan hasta el año 400 a. C. con monumentos y ruinas de ciudades que no presentan las huellas de su destrucción por fenómenos sísmicos. En definitiva, no se justifica utilizar datos de seísmos diferentes de los que constan en las relaciones oficiales.

El "Mapa de Peligrosidad Sísmica" de la norma NCS-94 presenta líneas de igual aceleración sísmica básica (horizontal) de todo el territorio nacional a partir de 0,04g para un período de retorno de 500 años, o probabilidad media de ocurrencia de 0,02 anual, lo que supone una gran mejora respecto al plano de zonas sísmicas expresadas en intensidades, representación adoptada en la anterior norma PDS-1974. En el anejo 1 incluye una relación de todos los términos municipales donde la aceleración es igual o superior a 0,04, nueva ventaja con muy leves reparos en contados casos especiales, que no merece la pena comentar. También son correctas las sencillas fórmulas que permiten obtener otros períodos de retorno o probabilidad de ocurrencia, pero en las que se han introducido simplificaciones no despreciables.

Mayoración de las secciones sísmicas definidas por la NCSE-94.

El plano de peligrosidad sísmica sugiere una exactitud que no es real y, en mi opinión, los valores indican un "maximum maximorum" incrementado, al incluir coeficientes mayoritarios o factores de seguridad en cada una de las simplificaciones efectuadas, con resultado final posiblemente próximo al factor 2. Este coeficiente mayoritario puede deducirse de las aclaraciones incluidas en los comentarios de la norma y procede de:

a -Operar con intensidades, que se han deducido a través de las descripciones de los efectos destructivos, con desconocimiento de las características resistentes de las edificaciones y su estado de conservación en muchos de los terremotos históricos y sin distinguir adecuadamente entre los sismos superficiales, intermedios y profundos.

b -Fijar aceleraciones características a cada grado de intensidad, fórmula aparentemente muy precisa, con 5 cifras decimales significativas, cuando procede de haber asignado una intensidad a cada nivel de destrucción (calificación siempre un tanto subjetiva), y a cada intensidad un movimiento sinusoidal de máximo específico (magnitud exacta).

c -Aceptar una fórmula de amortiguamiento única para todo el territorio, fórmula deducida para intensidades máximas (en las que sería obligado tener en cuenta la profundidad del foco) sin tener en cuenta las características del terreno.

d -Considerar que la fórmula de Gutenberg-Richter, que facilita el número medio de terremotos de magnitud igual o superior a una prefijada, que se presentarían en un área fijada, es aplicable, sin más, a las intensidades y que éstas y aquéllas pueden adquirir cualquier valor, en cualquier zona del territorio nacional.

No es fácil abordar el problema con mayor aproximación, pues se debería:

1 -Operar con magnitudes, diferenciando las frecuencias con las profundidades²

2 -Determinar la magnitud máxima para cada una de las zonas sismogénicas consideradas, ya que la capacidad de almacenamiento de energía en una zona no es ilimitada y las grandes magnitudes presuponen la posibilidad de movimientos a lo largo de fallas activas con longitudes de varios cientos de kilómetros, no presentes en las zonas sísmicamente más activas del territorio nacional.

3 -Disponer de observaciones instrumentales de terremotos recientes para obtener curvas de atenuación, que deben deducirse de intensidades normalizadas a un terreno patrón o base, no mezclando las correspondientes a poblaciones y construcciones apoyados en rocas y suelos.

4 -Para operar con intensidades debiéramos disponer de descripciones más detalladas y fiables de los daños, determinando las intensidades una vez clasificadas las construcciones por su disposición estructural y por su estado de conservación, descartando todas las que fueran ruinosas antes del terremoto. Además, sólo deben considerarse los daños en el terreno tipo, al que se aplica el coeficiente unidad en los espectros de respuesta, y deducir la intensidad para estos terrenos en el caso de los daños en construcciones con otros tipos de terreno.

5 -Para obtener una curva de atenuación con la distancia deberían haber utilizado las profundidades del foco y las intensidades normalizadas.

En la norma actual se opera con intensidades deducidas de relaciones que describen los daños máximos en las

² Existen fórmulas aproximadas que permiten obtener la profundidad del foco y la magnitud a partir del área de la zona pleisostática, fórmulas aproximadas con errores del mismo o menor orden que la asignación de aceleraciones a las intensidades o la obtención de estas intensidades.

poblaciones, sin tener en cuenta las características del terreno, que modifican las aceleraciones y los daños: en el terremoto de San Fernando (USA) (9 de febrero de 1971), las intensidades en Sylmar Valley Area³, en una zona de 6x5 km², variaron entre VI y X, variaciones que han de atribuirse a diferencias en el terreno de cimentación; en el terremoto de México (19/IX/85) las aceleraciones oscilaron entre menos de 0,10g en arenas arcillosas compactas y rocas volcánicas, y más de 0,50g en arcillas blandas.

Con independencia de estas importantes variaciones, que corresponden a registros de toda garantía en terremotos recientes y son muy superiores a las aceptadas en la norma NCS-94, en ésta se ha tomado como terreno tipo el más compacto y favorable, por lo que el coeficiente del terreno, que modifica la aceleración a tener en cuenta en el cálculo es igual o superior a la unidad. En la norma PDS-1974 se consideraba como terreno tipo el más desfavorable, aquél que motivaría los daños mayores y que definen las intensidades de los terremotos históricos y, en consecuencia, el coeficiente del terreno variaba entre 1,0 y 0,3.

³ "Damage Distribution in the Sylmar Valley Area". E. Johnsen and C. Martin Duke. San Fernando, California. "Earthquake of February 9, 1971 - U.S.". Department of Commerce. NOAA. Washington. USA.

Un análisis detallado de las variaciones entre las aceleraciones de cálculo de una y otra norma es más complejo, pues en PDS-1974 se disponía de un solo espectro de respuesta y en NCS-94, en postura más razonable, son tres los espectros a utilizar, pero en cualquier caso y en mi opinión, es claro que se han mayorado las aceleraciones de cálculo, posiblemente con un factor del orden o superior a 2. Otras consideraciones referentes a los espectros de los tres tipos de terreno (se ha prescindido del correspondiente a rocas), al modo de clasificarlos (velocidades de las ondas transversales, que es labor difícil, costosa o casi imposible en zonas urbanas) o sobre el coeficiente de contribución (que olvida los terremotos profundos de Dúrcal), son de menor importancia ante las observaciones anteriores.

Pudiera establecerse una discusión sobre estos temas, pero temo que al igual que hasta 1991, fecha de mi jubilación forzosa y cese en la Comisión Interministerial, no servirán para convencer a los que defienden posturas opuestas. Quizás, si comparan las acciones sísmicas de cálculo que según la NCS-94 han de aplicarse en Granada, por ejemplo, y las comparan con las que deben tomarse en otras regiones del mundo con elevada actividad sísmica y, simultáneamente, consideran la ausencia en el territorio español de terremotos destructivos durante más de 100 años, frente su presencia en esas zonas elegidas, encontrarán que los valores deducidos son algo elevados.

* * *

COMENTARIOS SOBRE LA NORMA DE CONSTRUCCIÓN SISMORRESISTE NCSE-94

AVELINO SAMARTÍN QUIROGA, Dr. Ing. de Caminos, Canales y Puertos.
Catedrático de la U.P.M.

La Norma de construcción Sismorresistente (Parte General y Edificación) NCSE-94, aprobada por R. D. 2543/1994 de 29 de diciembre, representa una puesta al día de los conocimientos adquiridos en materia de acciones sísmicas y su influencia en las construcciones durante los veinte años transcurridos desde la anterior Norma Sismorresistente PDS-74.

El contenido de la Norma -referente, como su título indica, a datos básicos sísmicos y su actuación en edificios- muestra, por una parte, su limitación y, por otra, la necesidad de ser complementada por otras normativas o recomendaciones específicas a obras públicas singulares. Ejemplos de éstas son las presas, los puentes, las obras marítimas, las centrales nucleares, etc., que presentan problemas sísmicos muy concretos y especiales, tanto en su cálculo y en su diseño como en cuanto a distintos niveles de seguridad a los de las estructuras de edificación.

Se pone de relieve el formato utilizado, siguiendo el Eurocódigo EC8, en la Norma que se comenta, para definir el terremoto. Emplea los conceptos de aceleración básica y los espectros elásticos y de diseño, con sus modificaciones eventuales debidas al terreno y a la distancia epicentral, distinguiendo, en este aspecto, entre terremotos cercanos y lejanos.

Se echa de menos alguna indicación acerca de los valores máximos de un seísmo en un suelo, y los máximos desplazamientos diferenciales, cuyo conocimiento puede ser preciso en el análisis sísmico de estructuras de gran longitud de cimentación, tal como indican otras Normas, como la francesa AFPS-92 sobre puentes.

Por otra parte, sobre el estudio sísmico de la edificación no se comentan los efectos P-Δ, ni se sugieren los esquemas simplificados de introducción de los efectos