

COMISION DE COMPRA  
DE EXCEDENTES DE VINO  
DELEGACION PROVINCIAL DE

ANEXO NUMERO 2

ACTA DE TOMA DE MUESTRAS

En ....., y siendo las ..... horas del día ..... de ..... de mil novecientos setenta y cuatro, se persona en la Bodega ..... sita en esta localidad, el Agente de la C. C. E. V. de ..... al objeto de proceder a la extracción de las muestras de vino ofertado por la citada Bodega, en escrito dirigido a la Comisión de Compra de Excedentes de Vino, por inmovilización con fecha ..... de ..... de 1974.

Se procede a la toma de muestras de vino, con las debidas garantías y en presencia del ..... dando los siguientes resultados:  
..... litros de vino ..... contenido en los envases números .....

Una vez obtenidas las muestras quedan lacradas con el «sello Inspección C. C. E. V. ....», y se entregan para que sean enviadas al laboratorio dependiente del Ministerio de Agricultura de ..... para los oportunos análisis y expedición del certificado correspondiente que habrá de comprender: Grado alcohólico a 20°, acidez volátil real expresada en gramos/litro de ácido acético, sulfuroso total y libre expresado en miligramos/litro, y contenido en materias reductoras expresado en gramos/litro, así como si es un vino de composición normal.

En prueba de conformidad con lo actuado, se levanta la presente acta, por triplicado, que firman los comparecientes en el lugar y fecha al principio indicados.

El agente de la C. C. E. V.,

El ofertante,

## MINISTERIO DE PLANIFICACION DEL DESARROLLO

23536

DECRETO 3209/1974, de 30 de agosto, por el que se aprueba la «Norma Sismorresistente P.D.S.-1 (mil novecientos setenta y cuatro) parte A (texto)», así como la constitución de la Comisión Permanente de Normas Sismorresistentes.

Por Decreto ciento seis/mil novecientos sesenta y nueve, de dieciséis de enero («Boletín Oficial del Estado» de cuatro de febrero), fué aprobada con carácter provisional la «Norma Sismorresistente P.G.S.-uno (mil novecientos sesenta y ocho), parte A», y se estableció el plazo de dos años para que la Comisión Interministerial creada por Orden de la Presidencia del Gobierno de diecisiete de mayo de mil novecientos sesenta y dos («Boletín Oficial del Estado» de dos de junio) preparase el texto completo enteramente corregido de dicha parte A y elaborase las dos restantes partes B (apéndices aclaratorios) y C (índices bibliográfico y tecnológico), de manera que la mencionada Norma reformada pudiese ser elevada a definitiva.

La especial naturaleza y dificultades de las materias implicadas en el asunto dieron lugar a la concesión de dos prórrogas adicionales al plazo primeramente señalado. La primera prórroga de dos años se dispuso por Decreto ciento noventa y nueve/mil novecientos setenta y uno, de cuatro de febrero («Boletín Oficial del Estado» de quince del mismo mes), y la segunda y última prórroga de un año se fijó por Decreto doscientos veintinueve/mil novecientos setenta y tres, de trece de febrero («Boletín Oficial del Estado» de diecisiete del mismo mes).

La Comisión Interministerial ha cumplimentado satisfactoriamente la misión para la que fué creada, formulando la nueva Norma Sismorresistente P.D.S.-uno (mil novecientos

setenta y cuatro), procediéndose por el presente Decreto a la aprobación de la parte A, por exigirlo así su carácter normativo, debiendo ser publicadas posteriormente, conforme a su específica naturaleza, las partes B y C de la misma.

Por último, la necesidad y conveniencia de mantener debidamente actualizada la citada Norma aconseja el constituir una Comisión Permanente, con la misión de estudiar los avances que se vayan produciendo en el campo de la ingeniería sísmica y proponer las modificaciones que, en su caso, procedan, de acuerdo con la información y experiencia adquiridas.

En su virtud, a propuesta del Ministro de Planificación del Desarrollo, con aprobación de la Presidencia del Gobierno y previa deliberación del Consejo de Ministros en su reunión del día treinta de agosto de mil novecientos setenta y cuatro,

### DISPONGO:

Artículo primero.—Se aprueba el texto completo de la Norma Sismorresistente P.D.S.-uno (mil novecientos setenta y cuatro), parte A, que se publica como anexo al presente Decreto, cuyo ámbito de aplicación se extiende a todas las obras y proyectos que se realicen en el territorio nacional.

Artículo segundo.—Se constituye, adscrita al Ministerio de Planificación del Desarrollo, Dirección General del Instituto Geográfico y Catastral, una Comisión Permanente de Normas Sismorresistentes, formada por representantes de los Ministerios del Ejército, Marina, Gobernación, Obras Públicas, Educación y Ciencia, Industria, Agricultura, Aire, Información y Turismo, Vivienda y Planificación del Desarrollo, así como de la Organización Sindical. Esta Comisión podrá ser ampliada por Orden ministerial con representantes de otros Ministerios interesados. El nombramiento de los miembros de la Comisión será hecho por el Ministro de Planificación del Desarrollo, a propuesta de los diversos Departamentos.

Será Presidente de la Comisión el Director general del Instituto Geográfico y Catastral, y Secretario, un funcionario experto en sismología de la Subdirección General de Geofísica de la Dirección General del Instituto Geográfico y Catastral.

Formará parte de esta Comisión un especialista en sismicidad, designado por la Comisión Nacional de Geodesia y Geofísica.

El régimen de constitución y funcionamiento de la Comisión Permanente de Normas Sismorresistentes será el contenido en el capítulo II del título primero de la Ley de Procedimiento Administrativo.

Artículo tercero.—Serán funciones de la citada Comisión:

a) Estudiar y recoger, si procede, los nuevos avances de la técnica sismorresistente y las sugerencias recibidas como consecuencia de la aplicación de la Norma citada en el artículo primero.

b) Promover y desarrollar en España los estudios de ingeniería sísmica, riesgo sísmico y sismicidad.

c) Revisar la Norma Sismorresistente cada cinco años como máximo, con objeto de proponer las modificaciones que procedan de acuerdo con la experiencia adquirida.

Artículo cuarto.—Los miembros de la expresada Comisión Permanente percibirán los derechos de asistencia, con arreglo a lo determinado en el artículo veintitrés del Reglamento de Dietas y Viáticos vigente, con cargo a la partida correspondiente consignada en el presupuesto de la Dirección General del Instituto Geográfico y Catastral.

Artículo quinto.—Quedan derogadas: La Norma Sismorresistente P.G.S.-uno (mil novecientos sesenta y ocho), que fue aprobada con carácter provisional por Decreto ciento seis/mil novecientos sesenta y nueve, de dieciséis de enero, y prorrogada sucesivamente por los Decretos ciento noventa y nueve/mil novecientos setenta y uno, de cuatro de febrero, y doscientos veintiuno/mil novecientos setenta y tres, de trece de febrero, así como también cualesquiera otras disposiciones, instrucciones y normas de igual o inferior rango que se opongan al presente Decreto.

Así lo dispongo por el presente Decreto, dado en Madrid a treinta de agosto de mil novecientos setenta y cuatro.

JUÁN CARLOS DE BORBÓN  
PRINCIPE DE ESPAÑA

El Ministro de Planificación del Desarrollo,  
JOAQUÍN GUTIÉRREZ CANO

## NORMA SISMORRESISTENTE P.D.S.-1 (1974)

### PARTE A, NORMATIVA

#### INDICE

##### CAPITULO PRIMERO

###### GENERALIDADES

- 1.1. *Ámbito de aplicación.*
- 1.2. *Aplicación de la Norma en los proyectos.*
- 1.3. *Aplicación de la Norma en las obras.*
  - 1.3.1. En la fase de construcción.
  - 1.3.2. En la fase de explotación.

###### COMENTARIOS (I)

1.1 y 1.3.1.

##### CAPITULO SEGUNDO

###### INTENSIDAD SISMICA

- 2.1. *Escala oficial macrosísmica.*
- 2.2. *Efectos que definen los grados de intensidad MSK.*
  - 2.2.1. Tipos de construcciones.
  - 2.2.2. Términos de cantidad.
  - 2.2.3. Clasificación de los daños en las construcciones.
- 2.3. *Descripción de los grados de intensidad MSK.*
- 2.4. *Correspondencias mecánicas de los grados de intensidad.*

###### COMENTARIOS (II)

2.1, 2.2, 2.2.1, 2.2.2, 2.3 y 2.4.

##### CAPITULO TERCERO

###### ZONAS SISMICAS

- 3.1. *División del territorio.*
- 3.2. *Zona sísmica primera.*

- 3.3. *Zona sísmica segunda.*
- 3.4. *Zona sísmica tercera.*
- 3.5. *Aplicación de las acciones sísmicas.*

###### COMENTARIOS (III)

3.1, 3.2, 3.3 y 3.4.

##### CAPITULO CUARTO

###### CALCULO

- 4.1. *Procedimiento de cálculo.*
- 4.2. *Sistema equivalente.*
- 4.3. *Acción sísmica horizontal.*
- 4.4. *Acción sísmica vertical.*
- 4.5. *Cargas para el cálculo de las acciones sísmicas.*
- 4.6. *Acciones que se consideran en el cálculo.*
- 4.7. *Verificación de la seguridad.*
- 4.8. *Evaluación del coeficiente sísmico.*
- 4.9. *Período del modo fundamental de una estructura.*
  - 4.9.1. Fórmulas aproximadas.
  - 4.9.2. Fórmulas empíricas para la determinación del período del modo fundamental.
  - 4.9.3. Clasificación de las construcciones a efectos de la evaluación del coeficiente sísmico.
  - 4.9.4. Período del segundo modo de oscilación.
  - 4.9.5. Período del tercer modo de oscilación.
  - 4.9.6. Limitación para los valores del período.
- 4.10. *Factor de intensidad  $\alpha$ .*
  - 4.10.1. Coeficiente sísmico básico C.
  - 4.10.2. Riesgo sísmico R.
- 4.11. *Factor de respuesta  $\beta$ .*
- 4.12. *Factor de distribución  $\eta$ .*
  - 4.12.1. Cálculo simplificado de  $\eta_1$  para el modo fundamental.
  - 4.12.2. Cálculo simplificado de  $\eta_2$  para el segundo modo de oscilación.
  - 4.12.3. Cálculo simplificado de  $\eta_3$  para el tercer modo de oscilación.
- 4.13. *Factor de cimentación  $\delta$ .*
- 4.14. *Evaluación de las fuerzas horizontales.*
- 4.15. *Momentos de torsión.*
- 4.16. *Acciones locales.*
- 4.17. *Muros de sostenimiento de tierras.*

###### COMENTARIOS (IV)

4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7, 4.8, 4.9, 4.9.1, 4.9.2, 4.10.1, 4.10.2, 4.11, 4.12, 4.14 y 4.15.

##### CAPITULO QUINTO

###### CRITERIOS PARA LA APLICACION DE LA NORMA

- 5.1. *Generalidades.*
- 5.2. *Clasificación de las zonas del territorio nacional.*
- 5.3. *Clasificación de las obras según su destino.*
- 5.4. *Clasificación de las obras según sus características estructurales.*
- 5.5. *Consideración de la ubicación de la obra.*
- 5.6. *Prescripciones que deben observarse según la ubicación, destino y características de las obras.*

###### COMENTARIOS (V)

5.1, 5.3, 5.4, 5.5 y 5.6.

##### CAPITULO SEXTO

###### PRESCRIPCIONES PARA LA COMPOSICION Y CONSTRUCCION DE LAS OBRAS

###### 6. RECOMENDACIONES PARA LA DISPOSICIÓN DE CONJUNTO.

- 6.1. *Disposición de conjunto.*
  - 6.1.1. Disposición en planta.
  - 6.1.2. Disposición en altura.
  - 6.1.3. Juntas.
    - 6.1.3.1. Ancho de las juntas.
    - 6.1.3.2. Canalizaciones de las instalaciones.
- 6.2. *Cimentaciones.*
  - 6.2.1. Tipo de cimentación.
  - 6.2.2. Enlaces entre las cimentaciones.
  - 6.2.3. Enlace de la estructura con la cimentación.

## 6.3. Obras de fábrica.

- 6.3.1. Muros de fábrica.
- 6.3.2. Refuerzo de muros de fábrica.
- 6.3.3. Dimensiones generales.
- 6.3.4. Cálculo de los encadenados.
  - 6.3.4.1. Escuadrias de los encadenados.
    - 6.3.4.1.1. Encadenados de hormigón armado.
    - 6.3.4.1.2. Encadenados metálicos.
- 6.3.5. Muros de cerramiento.
- 6.3.6. Tabiquerías.
- 6.3.7. Muros con borde superior libre.
- 6.3.8. Muros de hormigón en masa.

## 6.4. Estructuras reticulares.

- 6.4.1. Disposición de conjunto.
- 6.4.2. Arriostramiento.
- 6.4.3. Observaciones para la ejecución de la estructura.

## 6.5. Elementos constructivos.

- 6.5.1. Forjados.
- 6.5.2. Bóvedas tabicadas.
- 6.5.3. Escaleras.
- 6.5.4. Revestimientos.
- 6.5.5. Materiales frágiles.

## COMENTARIOS (VD)

6.1.1., 6.1.3., 6.1.3.1., 6.2.3., 6.4.1. y 6.4.2.

## CAPITULO PRIMERO

## GENERALIDADES

## 1.1. Ambito de aplicación

Esta Norma Sismorresistente será de aplicación en el proyecto, construcción y explotación de las obras y servicios del territorio nacional, cualquiera que sea su clase y su destino, de conformidad con lo que se señala en el epígrafe 3.5 y capítulo V.

Las Normas o Instrucciones que se refieren a estructuras especiales tendrán en cuenta como mínimo las prescripciones sismicas de índole general contenidas en esta Norma y las específicas que sean necesarias para el correcto planteamiento del problema sismorresistente. Los Organismos competentes llevarán a cabo el estudio y publicación de tales reglamentaciones específicas.

## 1.2. Aplicación de la Norma en los proyectos

El facultativo autor del proyecto de una obra está obligado a tener en cuenta la presente Norma, de acuerdo con lo establecido en el epígrafe 3.5 y en el capítulo V.

Podrá adoptar valores de las acciones sismicas o sistemas de cálculo diferentes de los que en ella se señalan, siempre que lo justifique debidamente y bajo las responsabilidades a que en su caso pudiera haber lugar.

En la Memoria del proyecto se incluirá un apartado con el título de «Acciones sismicas», en el que figurarán los valores adoptados.

Todos los Organismos competentes, ya sean del Estado, Provincia, Municipio u otros legalmente autorizados comprobarán que en la Memoria del proyecto figura el apartado indicado en el párrafo anterior.

Los Colegios Profesionales de los facultativos autores de dichos proyectos exigirán este cumplimiento al efectuar el visado correspondiente.

## 1.3. Aplicación de la Norma en las obras

## 1.3.1. En la fase de construcción

Si el facultativo encargado de la dirección de una obra no estuviere conforme con el contenido del apartado de la Memoria del proyecto, citado en el 1.2, dará cuenta de ello al Organismo o Entidad competente y en su caso redactará las modificaciones precisas y las comunicará a los mismos.

El facultativo encargado de la dirección de una obra debe tener en cuenta las acciones sismicas en las fases de ejecución prolongada y sólo para aquellas partes o elementos cuya destrucción por las precitadas acciones pueda dar lugar a consecuencias muy importantes.

## 1.3.2. En la fase de explotación

Registrado en la zona donde se ubique una obra o servicio un movimiento sísmico de grado de intensidad igual o superior a VII (escala M. S. K.) será preceptivo estudiar, por el facultativo encargado de su conservación o explotación, las consecuencias que hayan podido producirse para tomar las medidas que procedan.

## COMENTARIOS (I)

1.1. La presente Norma PG S-1 (1974) sustituye, en lo referente a las acciones sísmicas, a la Norma MV 101-1962, del Ministerio de la Vivienda, y a la Instrucción para proyecto, construcción y explotación de grandes presas, del Ministerio de Obras Públicas, que fueron antecedentes de la Norma PG S-1 (1969) y que ha sido sustituida por la presente.

1.3.1. No siendo posible asegurar un comportamiento sismorresistente de todos los elementos de una construcción durante la ejecución, sin aumentar el coste en una medida que resultaría desproporcionada al de los procedimientos de la práctica usual, y dada la pequeña probabilidad de ocurrencia de un sismo en el intervalo de ejecución de cada elemento, no puede obligarse a que se tomen medidas complementarias de seguridad contra sismos durante la construcción. Por eso, el contenido de la Norma solamente se refiere a las estructuras muy importantes y para aquellos elementos cuya fase de ejecución sea superior a tres meses.

## CAPITULO II

## INTENSIDAD SISMICA

## 2.1. Escala oficial macrosísmica

En esta Norma las intensidades sísmicas se expresan en grados de la escala macrosísmica internacional (M. S. K.) definida en este capítulo.

## 2.2. Efectos que definen los grados de intensidad MSK

Los grados de intensidad de la escala M. S. K. se definen por:

- a) Los fenómenos sentidos por las personas y percibidos en su medio ambiente.
- b) Los daños producidos en las construcciones según sus diversos tipos.
- c) Los cambios advertidos en la naturaleza.

## 2.2.1. Tipos de construcciones

Para la estimación de los daños se consideran las construcciones no proyectadas para resistir acciones sísmicas y se clasifican en tres tipos:

- Tipo A. Con muros de mampostería en seco o con barro, de adobes, de tapial.
- Tipo B. Con muros de fábrica de ladrillo, de bloques de mortero, de mampostería con mortero, de sillarejo, de sillería, entramados de madera.
- Tipo C. Con estructura metálica o de hormigón armado.

## 2.2.2. Términos de cantidad

Los términos de cantidad utilizados en la definición de los grados de intensidad corresponden aproximadamente a los siguientes porcentajes:

Algunos .....	5 por 100
Muchos .....	50 por 100
La mayoría .....	75 por 100

## 2.2.3. Clasificación de los daños en las construcciones

Los daños producidos en una construcción se clasifican como sigue:

- Clase 1. *Daños ligeros*.—Fisuras en los revestimientos, caída de pequeños trozos de revestimiento.
- Clase 2. *Daños moderados*.—Fisuras en los muros, caída de grandes trozos de revestimiento, caída de tejas, caída de pretilas, grietas en las chimeneas e incluso derrumbamientos parciales en las mismas.
- Clase 3. *Daños graves*.—Grietas en los muros, caída de chimeneas de fábrica o de otros elementos exentos.
- Clase 4. *Destrucción*.—Brechas en los muros resistentes, derrumbamiento parcial, pérdida del enlace entre distintas partes de la construcción, destrucción de tabiques y muros de cerramiento.
- Clase 5. *Colapso*.—Ruina completa de la construcción.

### 2.3. Descripción de los grados de intensidad MSK

**Grado I.** La sacudida no es percibida por los sentidos humanos, siendo detectada y registrada solamente por los sismógrafos.

**Grado II.** La sacudida es perceptible solamente por algunas personas en reposo, en particular en los pisos superiores de los edificios.

**Grado III.** La sacudida es percibida por algunas personas en el interior de los edificios y sólo en circunstancias muy favorables en el exterior de los mismos. La vibración percibida es semejante a la causada por el paso de un camión ligero. Observadores muy atentos pueden notar ligeros balanceos de objetos colgados, más acentuados en los pisos altos de los edificios.

**Grado IV.** El sismo es percibido por muchas personas en el interior de los edificios y por algunas en el exterior. Algunas personas que duermen se despiertan, pero nadie se atemoriza. La vibración es comparable a la producida por el paso de un camión pesado con carga. Las ventanas, puertas y vajillas vibran. Los pisos y muros producen chasquidos. El mobiliario comienza a moverse. Los líquidos contenidos en recipientes abiertos se agitan ligeramente. Los objetos colgados se balancean ligeramente.

**Grado V.** a) El sismo es percibido en el interior de los edificios por la mayoría de las personas y por muchas en el exterior. Muchas personas que duermen se despiertan y algunas huyen. Los animales se ponen nerviosos. Las construcciones se agitan con una vibración general. Los objetos colgados se balancean ampliamente. Los cuadros golpean sobre los muros o son lanzados fuera de su emplazamiento. En algunos casos los relojes de péndola se paran. Los objetos ligeros se desplazan o vuelcan. Las puertas o ventanas abiertas batan con violencia. Se vierten en pequeña cantidad los líquidos contenidos en recipientes abiertos y llenos. La vibración se siente en la construcción como la producida por un objeto pesado arrastrándose.

b) En las construcciones de tipo A son posibles ligeros daños (clase 1).

c) En ciertos casos se modifica el caudal de los manantiales.

**Grado VI.** a) Lo sienten la mayoría de las personas, tanto dentro como fuera de los edificios. Muchas personas salen a la calle atemorizadas. Algunas personas llegan a perder el equilibrio. Los animales domésticos huyen de los establos. En algunas ocasiones, la vajilla y la cristalería se rompen. Los libros caen de sus estantes, los cuadros se mueven y los objetos inestables vuelcan. Los muebles pesados pueden llegar a moverse. Las campanas pequeñas de torres y campanarios pueden sonar.

b) Se producen daños moderados (clase 2) en algunas construcciones del tipo A. Se producen daños ligeros (clase 1) en algunas construcciones del tipo B y en muchas del tipo A.

c) En ciertos casos pueden abrirse grietas de hasta un centímetro de ancho en suelos húmedos. Pueden producirse deslizamientos en las montañas. Se observan cambios en el caudal de los manantiales y en el nivel de agua de los pozos.

**Grado VII.** a) La mayoría de las personas se aterroriza y corre a la calle. Muchas tienen dificultad para mantenerse en pie. Las vibraciones son sentidas por personas que conducen automóviles. Suenan las campanas grandes.

b) Muchas construcciones del tipo A sufren daños graves (clase 3) y algunas incluso destrucción (clase 4).

Muchas construcciones del tipo B sufren daños moderados (clase 2).

Algunas construcciones del tipo C experimentan daños ligeros (clase 1).

c) En algunos casos, se producen deslizamientos en las carreteras que transcurren sobre laderas con pendientes acusadas; se producen daños en las juntas de las canalizaciones y aparecen fisuras en muros de piedra.

Se aprecia oleaje en las lagunas y el agua se enturbia por remoción del fango. Cambia el nivel del agua de los pozos y el caudal de los manantiales. En algunos casos, vuelven a manar manantiales que estaban secos y se secan otros que manaban. En ciertos casos se producen derrames en taludes de arena o de grava.

**Grado VIII.** a) Miedo y pánico general, incluso en las personas que conducen automóviles. En algunos casos se desgajan las ramas de los árboles. Los muebles, incluso los pesados, se desplazan o vuelcan. Las lámparas colgadas sufren daños parciales.

b) Muchas construcciones de tipo A sufren destrucción (clase 4) y algunas colapso (clase 5).

Muchas construcciones de tipo B sufren daños graves (clase 3) y algunas destrucción (clase 4).

Muchas construcciones de tipo C sufren daños moderados (clase 2) y algunas graves (clase 3).

En ocasiones, se produce la rotura de algunas juntas de canalizaciones. Las estatuas y monumentos se mueven y giran. Se derrumban muros de piedra.

c) Pequeños deslizamientos en las laderas de los barrancos y en las trincheras y terrapienes con pendientes pronunciadas. Grietas en el suelo de varios centímetros de ancho. Se enturbia el agua de los lagos. Aparecen nuevos manantiales. Vuelven a tener agua pozos secos y se secan pozos existentes. En muchos casos cambia el caudal y el nivel de agua de los manantiales y pozos.

**Grado IX.** a) Pánico general. Daños considerables en el mobiliario. Los animales corren confusamente y emiten sus sonidos peculiares.

b) Muchas construcciones del tipo A sufren colapso (clase 5). Muchas construcciones del tipo B sufren destrucción (clase 4) y algunas colapso (clase 5).

Muchas construcciones del tipo C sufren daños graves (clase 3) y algunas destrucción (clase 4).

Caen monumentos y columnas. Daños considerables en depósitos de líquidos. Se rompen parcialmente las canalizaciones subterráneas. En algunos casos, los carriles del ferrocarril se curvan y las carreteras quedan fuera de servicio.

c) Se observa con frecuencia que se producen extrusiones de agua, arena y fango en los terrenos saturados. Se abren grietas en el terreno de hasta 10 centímetros de ancho y de más de 10 centímetros en las laderas y en las márgenes de los ríos. Aparecen además, numerosas grietas pequeñas en el suelo. Desprendimientos de rocas y aludes. Muchos deslizamientos de tierras. Grandes olas en lagos y embalses. Se renuevan pozos secos y se secan otros existentes.

**Grado X.** b) La mayoría de las construcciones del tipo A sufren colapso (clase 5). Muchas construcciones de tipo B sufren colapso (clase 5). Muchas construcciones de tipo C sufren destrucción (clase 4) y algunas colapso (clase 5). Daños peligrosos en presas; daños serios en puentes. Los carriles de las vías férreas se desvían y a veces se ondulan. Las canalizaciones subterráneas son retorcidas o rotas. El pavimento de las calles y el asfalto forman grandes ondulaciones.

c) Grietas en el suelo de algunos decímetros de ancho que pueden llegar a un metro. Se producen anchas grietas paralelamente a los cursos de agua. Deslizamientos de tierras sueltas en las laderas con fuertes pendientes. En los ribazos de los ríos y en laderas escarpadas se producen considerables deslizamientos. Desplazamientos de arenas y fangos en las zonas litorales. Cambio de nivel de agua en los pozos. El agua de canales y ríos es lanzada fuera de su cauce normal. Se forman nuevos lagos.

**Grado XI.** b) Daños importantes en construcciones, incluso en las bien realizadas, en puentes, presas y líneas de ferrocarril. Las carreteras importantes quedan fuera de servicio. Las canalizaciones subterráneas quedan destruidas.

c) El terreno queda considerablemente deformado tanto por desplazamientos horizontales como verticales y con anchas grietas. Muchos deslizamientos de terrenos y caídas de rocas.

Para determinar la intensidad de las sacudidas sísmicas se precisan investigaciones especiales.

**Grado XII.** b) Prácticamente se destruyen o quedan gravemente dañadas todas las estructuras, incluso las subterráneas.

c) La topografía cambia. Grandes grietas en el terreno con importantes desplazamientos horizontales y verticales. Caídas de rocas y hundimientos en los escarpes de los valles, producidas en vastas extensiones. Se cierran valles y se transforman en lagos. Aparecen cascadas y se desvían los ríos.

Para determinar la intensidad sísmica se precisan investigaciones especiales.

### 2.4. Correspondencias mecánicas de los grados de intensidad

En la tabla 2.4 se dan los valores representativos para el periodo  $T = 0,50$  del desplazamiento ( $X$ ), velocidad ( $X'$ ) y aceleración ( $X''$ ) horizontales, en sus amplitudes máximas, de osciladores lineales simples sobre el suelo tipo para cada grado de intensidad ( $G$ ).

#### COMENTARIOS (II)

2.1. El Seguro de Riesgo Catastrófico («Boletín Oficial del Estado» de 3 de mayo de 1952) ampara los daños producidos por sismos de intensidad igual o superior al grado VII de la escala «Wood - Newman», que corresponde al punto medio entre

los grados VI y VII de la escala macrosísmica internacional (M. S. K.).

La correspondencia entre las escalas citadas y otras utilizadas figura en el comentario al artículo 2.3.

2.2. Los efectos del apartado b) se refieren a construcciones no proyectadas para soportar acciones sísmicas.

2.2.1. Las construcciones citadas corresponden al tipo medio representativo.

2.2.2. Los términos de cantidad deben entenderse como orientativos del orden de magnitud.

2.3. En la descripción de cada grado de intensidad se sobrentienden incluidos, además de los efectos de ese grado, los efectos de todos los grados antecedentes.

Correspondencia de escalas

M. M. (Mercalli modif.)	.....	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
M. S. K. (internacional)	.....	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
C. M. O. II (Japón)	.....	1	2	2.3	3	4	4.5	5	5.6	6	6.5	7	

2.4. La correspondencia de valores mecánicos adoptados en esta Norma para la escala macrosísmica ha sido establecida después de un estudio del estado de esta cuestión. Se ha partido de las ordenadas de la velocidad horizontal que se manifiesta en la forma general de algunos espectros.

El valor de  $X_G$  se expresa analíticamente por:

$$X_G = 2G^{-0.5} [e^{-\pi T} (\text{sen } \pi T + \cos \pi T) + 1.3]$$

Esta expresión de  $X_G$  se ha obtenido por un ajuste aproximado del espectro considerado como típico. Es decir, para intensidad  $G = V = 5$ .

Los grados de intensidad quedan definidos como bandas de valores mecánicos. Los máximos se consideran característicos del grado correspondiente de intensidad.

Los valores característicos figuran en la tabla 2.4 obtenidos para  $T = 0.5$  segundos del oscilador simple en el suelo tipo.

La velocidad ( $X'_G$ ) varía de acuerdo con el siguiente diagrama (figura 2.4, línea fina). No obstante, en la presente Norma se ha simplificado la variación utilizando la línea dibujada en grueso, en razón a fenómenos de transferencia entre suelo y estructura para periodos del terreno menores de 0.5 segundos.

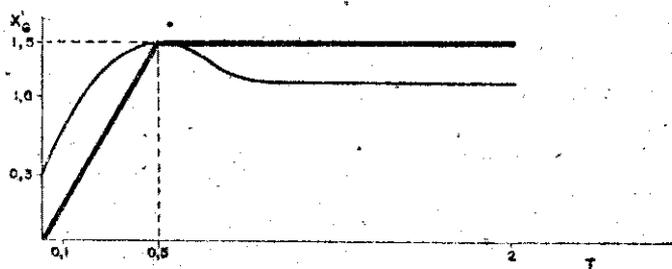


Fig. 2.4

Las aceleraciones se han obtenido por la fórmula:

$$X''_G = X'_G \frac{2\pi}{T}$$

y los desplazamientos, por

$$X_G = X'_G \frac{T}{2\pi}$$

Suelo tipo, en esta Norma, es el formado por gravas y arenas de compacidad media que no están saturadas y cuya velocidad de propagación de las ondas elásticas longitudinales sea de 1.000 m/s.

TABLA 2.4

Valores representativos del desplazamiento, velocidad y aceleración horizontales de osciladores lineales simples para el suelo tipo para cada grado de intensidad de la escala internacional macrosísmica (M. S. K.), desde  $G = V$  a  $G = X$ , para  $T = 0.5$  segundos.

Intensidad M. S. K. (Grado G)	Desplazamiento (X en cm.)	Velocidad (X' en cm/s²)	Aceleración (X'' en cm/s²)
V	0,12	1,5	18,9
VI	0,24	3,0	37,7
VII	0,48	6,0	75,4
VIII	0,96	12,0	150,7
IX	1,91	24,0	301,4
X	3,82	48,0	602,9

CAPITULO III

ZONAS SÍSMICAS

3.1. División del territorio

El territorio nacional, en cuanto atañe a las acciones sísmicas, ha sido dividido en tres zonas correlacionadas con el grado de intensidad, que figuran en el mapa adjunto (figura 3.1) y que se definen como sigue:

- Zona primera: De sismicidad baja.
- Zona segunda: De sismicidad media.
- Zona tercera: De sismicidad alta.

El mapa de la figura 3.1 define oficialmente las zonas sísmicas del territorio nacional y anula cualquier otro mapa sísmico publicado anteriormente a la aprobación de la presente Norma.

A efectos de cálculo, es admisible que todo punto situado entre dos isosistas consecutivas de la figura 3.1 sea considerado con el grado de intensidad correspondiente a la menor, salvo para las obras del grupo tercero, en las que se estará a lo que preceptúa el epígrafe 5.5.

3.2. Zona sísmica primera

Está delimitada en el mapa (figura 3.1) e incluye las islas de Menorca, Ibiza y Formentera. El límite superior de esta zona es el isosista de grado VI.

3.3. Zona sísmica segunda

Está delimitada en el mapa de la figura 3.1 e incluye las dos provincias insulares de Canarias, las islas de Mallorca y Cabrera, las ciudades de Ceuta y Melilla, las islas Chafarinas, el Peñón de Vélez de la Gomera y la isla de Alborán. Está comprendida entre las isosistas de grados VI y VIII.

3.4. Zona sísmica tercera

Comprende las tres regiones del territorio peninsular señaladas en el mapa de la figura 3.1. Dada la complejidad de estas regiones, es necesaria una información local complementaria para las construcciones del grupo tercero indicadas en el capítulo V. El límite inferior de esta zona es la isosista de grado VIII y la intensidad puede superar al grado IX.

TABLA 3.1

Grado de intensidad correspondiente al casco urbano de las capitales de provincia y de algunas otras poblaciones

Albacete	.....	VI	Jerez	.....	VI
Alicante	.....	VIII	Castellón	.....	V
Alcoy	.....	VII	Ciudad Real	.....	V
Elche	.....	IX	Córdoba	.....	VI
Almería	.....	VI-VII	Baena	.....	VIII
Melilla	.....	VI	Lucena	.....	VII-VIII
Ávila	.....	V	Prfego	.....	IX
Badajoz	.....	VI	La Coruña	.....	VI
Don Benito	.....	VII	Ferrol del Caudillo	.....	VI
Mérida	.....	VI	Cuenca	.....	V
Barcelona	.....	VII	Gerona	.....	V-VI
Arenys	.....	VI	Figueras	.....	VI
Badalona	.....	VII	Ripoll	.....	VII
Hospitalet	.....	VII	Granada	.....	IX
Mataró	.....	VII	Baza	.....	VIII
Tarrasa	.....	VII	Loja	.....	VIII
Sabadell	.....	VII	Motril	.....	IX
Vich	.....	VII	Guadalajara	.....	V
Bilbao	.....	V	Huelva	.....	VII
Burgos	.....	V	Huesca	.....	VIII
Cáceres	.....	V	Jaca	.....	IX
Cádiz	.....	VI	Monzón	.....	VII
Algeciras	.....	VI	Jaén	.....	VIII
Ceuta	.....	VI	Baeza	.....	VII

La Carolina .....	VII	Pontevedra .....	V
Ubeda .....	VII	Vigo .....	V
Las Palmas .....	VII	Salamanca .....	V
León .....	V	San Sebastián .....	V
Ponferrada .....	V	Santa Cruz Tenerife .....	VII
Lérida .....	VI	La Laguna .....	VII
Seo de Urgel .....	VI-VII	Puerto de la Cruz .....	VII
Solsona .....	VI	Santander .....	VI
Viella .....	VIII	Torrelavega .....	V
Logroño .....	VII	Segovia .....	V
Lugo .....	V	Sevilla .....	VI-VII
Madrid .....	V	Utrera .....	VI-VII
Málaga .....	VII	Soria .....	VI
Antequera .....	VII	Tarragona .....	VI
Marbella .....	VI	Reus .....	V
Ronda .....	VI	Tortosa .....	V
Murcia .....	IX	Villanueva .....	VI
Cartagena .....	VIII	Teruel .....	V
Lorca .....	VIII	Toledo .....	V
Orense .....	V	Valencia .....	V-VI
Oviedo .....	V	Játiva .....	V-VI
Gijón .....	V	Valladolid .....	V
Palencia .....	V	Vitoria .....	VI
Palma .....	VI	Zamora .....	V
Ibiza .....	V-VI	Zaragoza .....	VI-VII
Mahón .....	V	Calatayud .....	VI
Pamplona .....	VI-VII		

COMENTARIOS (III)

3.1. Sísmicidad nula no puede decirse en ningún territorio.

— Sísmicidad media es la que puede ocasionar daños calificados de clase 2-4 en las construcciones de tipo A, de clase 2-3 en las de tipo B, de clase 1-2 en las de tipo C. (Ver 2.2.1.)

— Sísmicidad acusada es aquella que produce daños superiores a los antedichos en las construcciones de los tipos A, B y C.

— Para localidades cuya longitud geográfica está dada con respecto al meridiano de Madrid, se recuerda que la longitud del Observatorio Astronómico Nacional es de 3° 41' 16".5 W con respecto al meridiano de Greenwich, al que viene referido el mapa de la figura 3.1.

La tabla 3.1 consigna a título de orientación los grados de intensidad que corresponden a las capitales de provincia y de algunas otras localidades importantes a los efectos de esta Norma. (Si se tratase de estructuras del tipo C, véase 5.4 y 5.5.)

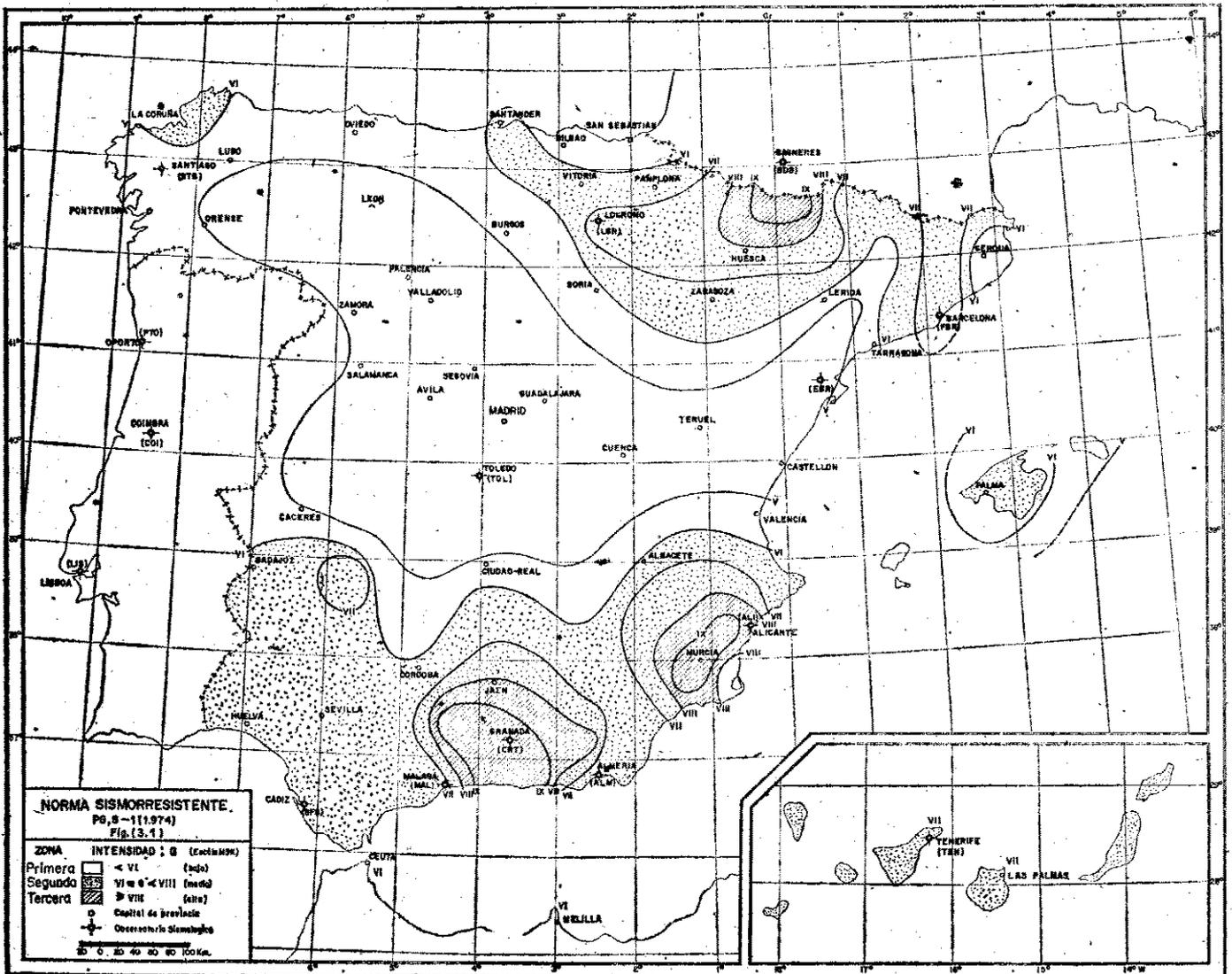
3.2. En esta zona se han registrado pocos movimientos sísmicos, y los localizados hasta el presente no han causado daños de consideración.

3.3. No existen datos sísmicos completos para otros territorios no mencionados y de latitud inferior a 35° N.

3.4. El mapa de la figura 3.1 presenta toda la información disponible de orden general debidamente ponderada. En casos concretos y según la importancia de la obra, podrá ser necesario un conocimiento del terreno de cimentación y de las estructuras geológicas locales, e incluso de la situación e importancia de focos sísmicos activos, fallas, etc. A estos efectos, pueden consultarse los mapas publicados por el Instituto Geológico y Minero y por el Instituto Geográfico y Catastral, o solicitar información complementaria a los Organismos citados.

3.5. Aplicación de las acciones sísmicas

No es necesario considerar las acciones sísmicas en las obras y servicios localizados en la zona sísmica primera, excepto para el caso de estructuras o instalaciones especiales. Será preceptiva su consideración en las zonas segunda y tercera, de acuerdo con lo especificado en el capítulo V.



CAPITULO IV

CALCULO

4.1. Procedimiento de cálculo

El cálculo de una construcción sometida a la acción sísmica puede hacerse según uno de los criterios siguientes:

- i) Estudio dinámico de la construcción, con los criterios de la mecánica y elasticidad.
- ii) Estudio estático de la construcción, sometida a un sistema de fuerzas equivalentes (epígrafe 4.2).

En la presente Norma se utiliza el criterio del apartado precedente ii).

4.2. Sistema equivalente

Los efectos de un sismo sobre una construcción pueden estudiarse por la acción de un sistema estático de fuerzas que produzca sobre los elementos estructurales solicitaciones equivalentes a las que se originan en los procesos dinámicos producidos por el sismo.

Las fuerzas que constituyen el sistema equivalente se denominan acciones sísmicas y, al ser debidas a las masas de inercia de los distintos elementos constructivos, se desarrollan en todos los puntos materiales que los forman.

Con el fin de reducir el sistema de fuerzas a un sistema discreto, pueden descomponerse los elementos de la construcción en un sistema finito de elementos, acumulando la totalidad de la masa de cada elemento en uno de sus puntos característicos.

Las acciones sísmicas que actúan en cada elemento pueden estudiarse determinando separadamente las componentes horizontal y vertical, como se indica en 4.3 y 4.4.

4.3. Acción sísmica horizontal

En cada uno de los puntos en que se haya descompuesto el sistema estructural, y acumuladas las masas, la componente horizontal F de la acción sísmica característica se calculará por la fórmula

$$F = s \cdot Q$$

siendo Q el peso que corresponde al punto considerado, según 4.5 y s un coeficiente denominado «coeficiente sísmico».

La dirección de la fuerza F dentro del plano horizontal puede ser cualquiera, debiendo elegirse la más desfavorable en cada caso. Es admisible sustituir esta condición por la comprobación en dos direcciones ortogonales.

4.4. Acción sísmica vertical

En cada uno de los puntos en que se haya descompuesto el sistema estructural, la componente vertical de la acción sísmica característica se determinará con la fórmula

$$V = \pm v \cdot Q$$

siendo Q el peso que corresponde al punto considerado, según 4.5, y v un coeficiente que se obtendrá por la expresión

$$v = \chi C$$

en la que  $\chi$  es un coeficiente que depende de la intensidad del sismo, cuyos valores figuran en la tabla 4.4, y C, el coeficiente sísmico básico, definido en 4.8.1.1.

TABLA 4.4

Valores del coeficiente  $\chi$  para cada grado de intensidad:

Intensidad grados MSK	Coficiente $\chi$
VI .....	2,00
VII .....	1,50
VIII .....	1,20
IX .....	1,00

En general, se puede prescindir de los efectos debidos a las fuerzas sísmicas verticales. Sin embargo, deberán considerarse en vigas ménsula, vigas de grandes luces, arcos, estructuras abovedadas, cupuliformes, laminares, etc., y siempre que lo especifiquen las Instrucciones, Normas y Reglamentos particulares.

4.5. Cargas para el cálculo de las acciones sísmicas

La evaluación del peso Q se hará tomando en cuenta las siguientes cargas en valores característicos:

- Concarga (peso propio más cargas permanentes).
- Sobrecarga de uso, afectada de un coeficiente reductor según tabla 4.5.
- Sobrecarga de nieve, según tabla 4.5.

TABLA 4.5

— Coeficiente reductor para las sobrecargas de uso en los casos indicados.

Caso 1.º:

Azoteas, viviendas y hoteles (salvo locales de reunión) ..... 0,50

Caso 2.º:

Oficinas, comercios, calzadas y garajes ..... 0,60

Caso 3.º:

Hospitales, cárceles, edificios docentes, iglesias, edificios de reunión y espectáculos y salas de reunión de hoteles ..... 0,80

— Sobrecarga de nieve, afectada de un valor de reducción que vale:

- 0,5 en los casos en que habitualmente permanezca acumulada más de treinta días seguidos.
- Cero en los restantes casos.

4.6. Acciones que se consideran en el cálculo

Las acciones sísmicas se considerarán actuando en las combinaciones más desfavorables con las acciones que se señalan a continuación:

I) Acciones gravitatorias

- a) Concarga (peso propio y cargas permanentes).
- b) Sobrecargas de uso afectadas del coeficiente reductor del epígrafe 4.5.
- c) Sobrecarga de nieve, afectada del coeficiente reductor del epígrafe 4.5.

II) Acciones dinámicas

d) Acción del viento. No se considerará salvo en construcciones en situación topográfica muy expuesta. En este último caso se adoptarán los valores fijados en las Normas oficiales para la acción del viento, afectados por un coeficiente reductor igual a 0,25.

e) Acciones producidas por masas móviles. No se tendrán en cuenta salvo en el caso de maquinarias pesadas que actúen permanentemente.

III) Acciones del terreno

f) Empuje del terreno afectado de un coeficiente de mayoración de valor  $1 + C$ , siendo C el coeficiente sísmico básico (epígrafe 4.8.1).

IV) Acciones indirectas

- g) Acciones reológicas.
- h) Acciones térmicas.
- i) Acciones por asiento.

Tales acciones, simultáneas a las sísmicas, se determinarán de acuerdo con los valores característicos fijados en las Instrucciones, Normas y Reglamentos oficiales afectados de los coeficientes reductores que se han señalado en el epígrafe 4.5.

4.7. Verificación de la seguridad

Para la verificación de la estructura, bajo las acciones sísmicas, se comprobará que, en la combinación más desfavorable de acciones contemplada en el epígrafe 4.6, los coeficientes de seguridad o tensiones admisibles, correspondan a los que fijan las diferentes Instrucciones, Normas y Reglamentos cuando se consideran las acciones sísmicas.

En el caso de que no estén fijados expresamente, tales valores del coeficiente de seguridad o tensiones admisibles, se procederá como sigue:

- Si se opera con métodos de cálculo en estado límite de rotura, el coeficiente de mayoración de las acciones se tomará igual a la unidad, manteniendo los coeficientes establecidos para la minoración de la resistencia de los materiales utilizados.
- Si se opera con métodos en tensiones admisibles se acepta en éstas un incremento del 50 por 100 sobre las adoptadas para los estados en que no interviene la acción sísmica.
- La comprobación de las tensiones transmitidas al terreno se realizará igualmente con un incremento del 50 por 100 sobre las admisibles en los estados de sollicitación en que no intervienen las acciones sísmicas.

#### 4.8. Evaluación del coeficiente sísmico $s$

El coeficiente sísmico en un punto de una estructura es la relación entre la aceleración del punto y la aceleración de la gravedad.

En una construcción asimilable a un oscilador múltiple, el coeficiente puede expresarse por el producto de cuatro factores:

$$s = \alpha \cdot \eta \cdot \beta \cdot \delta$$

que se denominan como sigue:

- $\alpha$  = factor de intensidad
- $\beta$  = factor de respuesta
- $\eta$  = factor de distribución
- $\delta$  = factor de cimentación

cuya determinación se establece respectivamente en los epígrafes 4.10, 4.11, 4.12 y 4.13.

El coeficiente sísmico,  $s$ , a través de los  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\eta$  y  $\delta$ , depende del modo de oscilación de la estructura y por ello de su período fundamental calculado como se indica en el epígrafe 4.9.

En general no se tomará para  $s$  un valor superior a 0,20 salvo en los casos en que preceptivamente se establezca uno mayor.

En una construcción no asimilable a un oscilador múltiple de las características señaladas (véase comentario), no es válida en general la determinación de las fuerzas sísmicas a partir del coeficiente  $s$  que se acaba de definir. En este caso, el cálculo habrá de realizarse por procedimientos de la dinámica.

#### 4.9. Período del modo fundamental de una estructura

Se determinará por cualquiera de los procedimientos siguientes, enunciados por orden de preferencia:

- i) Por ensayos sobre construcciones de características iguales o semejantes a la que se trata de realizar.
- ii) Por ensayos sobre modelos de la construcción proyectada.
- iii) Por procedimientos teóricos de la mecánica y elasticidad.
- iv) Mediante fórmulas aproximadas o empíricas.

##### 4.9.1. Fórmulas aproximadas

Puede utilizarse cualquiera de las fórmulas aceptadas universalmente (Rayleigh, Dunkerley, Vianello-Stodola...).

##### 4.9.2. Fórmulas empíricas para la determinación del período del modo fundamental

Las fórmulas que siguen han sido obtenidas de la experiencia sobre construcciones ordinarias y pueden ser utilizadas para la determinación aproximada del período de vibración solamente en edificios de planta sencilla, con alturas de entreplanta sensiblemente iguales y plantas semejantes en los distintos pisos:

— Edificios con muros de fábrica:

$$T = 0,06 \sqrt{\frac{H}{2L + H}} \frac{H}{\sqrt{L}}$$

— Edificios con estructura de entramado de hormigón armado:

$$T = 0,09 \frac{H}{\sqrt{L}}$$

— Edificios con estructura de entramado metálico:

$$T = 0,10 \frac{H}{\sqrt{L}}$$

En edificios con estructura de hormigón armado con arriostros constituidos por entrepaños o muros de hormigón armado y edificios de estructura metálica con arriostros triangulados (como cruces de San Andrés) los valores obtenidos por las fórmulas anteriores se multiplicarán por

$$0,85 \sqrt{\frac{1}{1 + \lambda}} \quad \left( \lambda = \frac{L}{H} \right)$$

En todas las fórmulas antecedentes se simboliza con  $H$  la altura del edificio en metros y  $L$  la dimensión en m de la planta, en el sentido de la vibración.

$T$ , se obtiene en segundos.

#### 4.9.3. Clasificación de las construcciones a efectos de la evaluación del coeficiente sísmico

Según el valor del período del modo fundamental, las construcciones se clasifican en:

Normales	$T \leq 0,75$ s.
Esbeltas	$0,75 < T \leq 1,25$ s.
Muy esbeltas	$T > 1,25$ s.

##### 4.9.4. Período del segundo modo de oscilación

A falta de una determinación más precisa podrá tomarse para el período del segundo modo de oscilación:

$$T' = \frac{1}{3} T$$

siendo  $T$  el período del modo fundamental.

##### 4.9.5. Período del tercer modo de oscilación

Salvo una determinación más precisa puede tomarse el valor

$$T'' = \frac{1}{5} T$$

##### 4.9.6. Limitación para los valores del período

Los valores obtenidos para el período del modo fundamental y de los modos segundo y tercero de oscilación, se tomarán de valor no inferior a los siguientes:

$$\begin{aligned} T &= 0,50 \text{ segundos} \\ T' &= 0,25 \text{ segundos} \\ T'' &= 0,25 \text{ segundos} \end{aligned}$$

adoptándose éstos cuando se obtengan valores inferiores a ellos.

#### 4.10. Factor de intensidad $\alpha$

Depende del movimiento provocado por un sismo de determinado grado de intensidad y del riesgo sísmico correspondiente, en un cierto intervalo de tiempo.

Se establece el factor de intensidad por el producto

$$\alpha = C R$$

siendo

$C$  el coeficiente sísmico básico (epígrafe 4.10.1) y  $R$  el riesgo sísmico (epígrafe 4.10.2).

##### 4.10.1. Coeficiente sísmico básico $C$

El coeficiente sísmico básico es la relación entre la aceleración máxima horizontal de osciladores lineales sobre el suelo tipo y la aceleración de la gravedad:

$$C = \frac{X''}{g}$$

Los valores del coeficiente sísmico básico se dan en la tabla 4.10.1 para  $T = 0,5$  segundos.

TABLA 4.10.1

Valores del coeficiente sísmico básico C para cada grado de intensidad G, correspondientes al período T = 0,5 segundos

Grado de intensidad G	Coficiente sísmico básico C
V	0,02
VI	0,04
VII	0,08
VIII	0,15
IX	0,30

Para períodos inferiores a T = 0,5 segundos se tomará T = 0,5 segundos.

Para períodos T > 0,5 segundos, puede calcularse el coeficiente sísmico básico correspondiente a la intensidad G por la fórmula

$$C_G = \frac{C}{2T}$$

siendo C el coeficiente sísmico básico que figura en la tabla anterior correspondiente al grado G y expresando T en segundos.

Para los modos segundo y tercero se determinarán los respectivos coeficientes básicos C' y C'' con los valores de T' y T'' y la misma fórmula

$$C_G = \frac{C}{2T}$$

con T = T' y T = T'' respectivamente y los límites inferiores indicados (4.9.6).

4.10.2. Riesgo sísmico R ..

El riesgo sísmico R es un factor de corrección que considera la probabilidad de ocurrencia de un terremoto de grado G en un cierto intervalo de tiempo.

Los valores de R se dan en la tabla 4.10.2 para los diferentes grados de intensidad y distintos intervalos o períodos de riesgo en años.

TABLA 4.10.2

Valores del riesgo sísmico R para distintos períodos de tiempo

Intensidad del sismo (Grados M. S. K.)	Períodos del riesgo en años			
	50	100	200	500
VII	1	1	1	1
VIII	0,90	0,99	1	1
IX	0,72	0,92	0,99	1
X	0,53	0,78	0,95	1

4.11. Factor de respuesta β

Depende del movimiento de la estructura al ser solicitada por la acción dinámica del sismo y es función del período considerado de oscilación y de sus características de amortiguamiento.

Se calculará con la expresión

$$\beta = \frac{B}{\sqrt{T}} \leq 0,5$$

El valor del coeficiente B se elegirá según los casos:

- 1.º Edificios con plantas bastante subdivididas con tabiquerías y muros como edificios para viviendas y análogos ..... B = 0,6
- 2.º Edificios con plantas poco subdivididas con tabiquerías como edificios docentes, grandes almacenes y análogos ..... B = 0,8

Para el cálculo del coeficiente sísmico correspondiente al modo fundamental, el valor de β se obtendrá con el período T correspondiente a este modo, y para el cálculo de dicho coe-

ficiente para los modos segundo y tercero de oscilación se tomará el valor del período T'' y T''' que corresponden a dichos modos, con las limitaciones indicadas en 4.9.6.

4.12. Factor de distribución

En estructuras asimilables a un oscilador múltiple con una distribución de cargas q(z) función de la altura sobre el suelo z, y con desplazamientos horizontales máximos en cada punto X(z), el factor de distribución que corresponde a la altura z está definido por:

$$\eta(z) = X(z) \frac{\int_0^H q(z) X(z) dz}{\int_0^H q(z) X(z)^2 dz}$$

siendo H la altura total del oscilador.

En el caso de una distribución discreta de cargas, dicho factor η correspondiente al punto de cota z, viene dado por:

$$\eta_i = X_i \frac{\sum_{k=1}^n Q_k X_k}{\sum_{k=1}^n Q_k X_k^2}$$

en la que

- n = número de cargas discretas.
- X<sub>k</sub> = desplazamiento máximo del punto de cota z<sub>k</sub>.
- Q<sub>k</sub> = carga en el punto de cota z<sub>k</sub>.

Los desplazamientos X(z) o X<sub>k</sub> se calcularán para el modo fundamental de vibración y los modos superiores que sean necesarios.

4.12.1. Cálculo simplificado de η<sub>i</sub> para el modo fundamental

Se acepta asimilar la deformada a una recta (fig. 4.12.1), en cuyo caso:

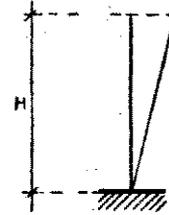
$$\eta_i = Z_i \frac{S}{I}$$

siendo S el momento estático e I el momento de inercia de las cargas Q respecto a la base del oscilador.

En construcciones con alturas iguales o poco diferentes entre sus pisos, y cargas también iguales o no muy diferentes de sus plantas, se obtiene

$$\eta_i = \frac{3r}{2n+1}$$

siendo n el número total de plantas (figura 4.12.1).



1.º modo

Fig. 4.12.1

4.12.2. Cálculo simplificado de η<sub>i</sub> para el segundo modo de oscilación.

La forma de vibración del oscilador da lugar a una deformada, con un punto fijo o nodo.

En las mismas condiciones del epígrafe 4.12.1 se puede suponer la deformada constituida por dos rectas (fig. 4.12.2) en

que el nodo está situado en la cota correspondiente a  $\frac{2}{3} H$  y

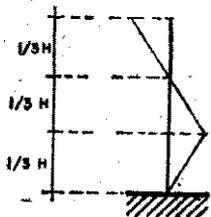
los puntos de máxima elongación corresponden a los de cotas:

$$\frac{1}{3} H \text{ y } H$$

En estas condiciones  $\eta_r$  se calcula con la expresión

$$\eta_r = X_r \frac{\sum X_r}{\sum X_r^2}$$

debiendo tomarse los valores de X con su correspondiente signo (fig. 4.12.2).



2º modo

Fig. 4.12.2

4.12.3. Cálculo simplificado de  $\eta_r$  para el tercer modo de oscilación.

La forma de vibración del oscilador corresponde a una deformada, con dos puntos fijos o nodos.

En las condiciones señaladas en el artículo 4.12.1 se puede suponer la deformada constituida por tres segmentos rectilíneos (fig. 4.12.3), de modo que los nodos estén situados en las cotas

$$\frac{2}{5} H \text{ y } \frac{4}{5} H$$

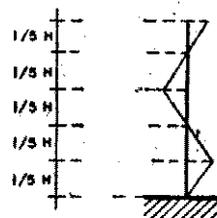
y los puntos de máxima elongación en las cotas

$$\frac{1}{5} H, \frac{3}{5} H \text{ y } H$$

Con esta simplificación, el factor de distribución correspondiente al punto de cota r se calcula por

$$\eta_r = X_r \frac{\sum X_r}{\sum X_r^2}$$

en la que los valores de X se tomarán con su signo (figura 4.12.3).



3º modo

Fig. 4.12.3

4.13. Factor de cimentación  $\delta$

Los valores aplicables de  $\delta$  están consignados en la tabla 4.13, según sea la naturaleza del terreno y el tipo de cimentación.

TABLA 4.13

Valores del factor de cimentación

Tipo de cimentación	Clases de terreno				
	Fangos	Gravas y arenas sueltas	Gravas y arenas consolidadas Rocas blandas	Rocas compactas	Rocas muy compactas
	$c \leq 500$	$500 < c \leq 1.000$	$1.000 < c \leq 2.000$	$2.000 < c \leq 4.000$	$c > 4.000$
<b>Pilotes:</b>					
Resistentes por el fuste .....	(2,0)	1,0	0,7	—	—
Resistentes por la punta .....	(1,8)	0,9	0,6	—	—
<b>Zapatatas:</b>					
Aisladas .....	(1,6)	1,1	0,8	0,5	0,5
Corridas .....	(1,5)	1,0	0,7	0,4	0,3
Losas .....	(1,4)	0,7	0,5	0,3	(0,2)

$c$  = velocidad de propagación de las ondas elásticas de compresión, en metros/segundo.

4.14. Evaluación de las fuerzas horizontales

Como señala el epígrafe 4.3, y en las condiciones que indica, la fuerza horizontal se obtiene multiplicando el coeficiente sísmico por la carga correspondiente.

La acción sísmica horizontal será en cada piso:

Acción debida al modo fundamental de oscilación.  $F = s Q$   
 Acción debida al segundo modo  $F' = s' Q$   
 Acción debida al tercer modo  $F'' = s'' Q$

siendo  $s$ ,  $s'$  y  $s''$  los coeficientes sísmicos que corresponden a los modos fundamental, segundo y tercero de oscilación en el piso considerado y  $Q$  la carga que actúa en dicho piso.

Las acciones correspondientes en cada modo producen en cada punto de la estructura la sollicitación  $S$ ,  $S'$  y  $S''$ , respectivamente (esfuerzo axial  $N$ , momento flector  $M$  y esfuerzo cortante  $T_0$ ).

El cálculo se hará con la sollicitación que a continuación se indica:

Estructuras normales:  $T \leq 0,75$  segundos  $S$ .

Estructuras esbeltas:  $0,75 < T \leq 1,25$  segundos  $\sqrt{S^2 + S'^2}$ .

Estructuras muy esbeltas:  $T > 1,25$  segundos  $\sqrt{S + S' + S''^2}$ .

Como procedimiento simplificado, se admite el cálculo de las fuerzas horizontales equivalentes por las expresiones:

Estructuras normales:  $T \leq 0,75$  segundos

$$F_e = F = s Q$$

Estructuras esbeltas:  $0,75 < T \leq 1,25$  segundos

$$F_e = \sqrt{F^2 + F'^2} = Q \sqrt{s^2 + s'^2}$$

Estructuras muy esbeltas:  $T > 1,25$  segundos

$$F_0 = \sqrt{F^2 + F'^2 + F''^2} = Q \sqrt{s^2 + s'^2 + s''^2}$$

obteniéndose las solicitaciones a partir de dicho sistema de fuerzas equivalentes.

Ambos métodos son admisibles también cuando el cálculo de las acciones se hace por procedimientos dinámicos, por no ser la estructura asimilable a un oscilador.

4.15. Momentos de torsión

Cuando la resultante de las fuerzas horizontales correspondientes a una planta no pasa por el centro de torsión de dicha planta, su momento respecto a él debe ser absorbido por los pilares que soportan dicha planta, engendrando fuerzas en sus cabezas, que habrán de adicionarse a las obtenidas a partir de las fuerzas horizontales calculadas según el epígrafe 4.14.

Para la determinación de las fuerzas debidas a la torsión se supondrá que la planta considerada gira, con centro de giro el de torsión, y por tanto, los desplazamientos de las cabezas de los soportes serán proporcionales a las distancias al centro de torsión y normales a ellas.

Conocidos los desplazamientos, las fuerzas creadas en las cabezas de los soportes son proporcionales a dicho desplazamiento y al momento de inercia de la sección del soporte.

Expresando que el sistema de estas fuerzas produce un momento respecto del centro de torsión que equilibra al de la resultante H de las fuerzas horizontales, quedará determinada la constante de proporcionalidad y con ello las fuerzas que se buscan.

Salvo en el caso de acusada disimetría de planta (disimetría geométrica o mecánica) o en el de plantas simétricas, pero cuya dimensión mayor sea superior a 2,5 veces la menor, no se precisa en general la consideración del momento torsor.

4.16. Acciones locales

Con independencia del cálculo sismorresistente del conjunto de la construcción, según lo establecido en los epígrafes anteriores de esta Norma, deberá comprobarse la estabilidad de elementos singulares no bien ligados al sistema estructural, tal como son: los muros de cierre, muros cortina, cerramientos prefabricados, parapetos, pináculos, chimeneas, etcétera.

La comprobación se realizará con una fuerza horizontal, aplicada en el centro de gravedad del elemento de valor

$$F = s Q$$

siendo Q el peso de dicho elemento y s un coeficiente sísmico, cuyo valor será en caso de:

-- Elementos de cerramiento

$$s = C + 0,10$$

tomándose F sobre la normal al elemento.

-- Elementos verticales libres en un extremo

$$s = C + 0,20$$

F se tomará en la dirección más desfavorable.

En ambos casos, C es el coeficiente sísmico básico que se calculará, salvo determinación más precisa, para  $T = 0,5$  segundos.

4.17. Muros de sostenimiento de tierras

Las componentes horizontal y vertical del empuje se ponderan multiplicándolas, respectivamente, por los siguientes coeficientes:

$$K_h = 1 + C$$

$$K_v = 1 + C$$

salvo determinación precisa del periodo propio de oscilación del elemento, se tomarán para C los valores que se señalan en la tabla 4.10.1.

OBSERVACIONES

1.º Para utilizar el concepto de rocas muy compactas, la superficie de apoyo de la cimentación debe estar situada bajo la zona decomprimida o alterada.

2.º Se consideran como rocas muy compactas: las plutónicas, volcánicas densas, areniscas silíceas cementadas, cuarcitas, dolomías y calizas masivas sin meteorización profunda.

3.º Se consideran rocas compactas: las de la observación segunda algo tectonizadas o fracturadas, calizas algo margositas, areniscas cementadas y pizarras no meteorizadas.

4.º Se consideran rocas blandas: margas y arcillas compactas y cualquier tipo de roca no asimilable a las anteriores.

5.º Para los tres primeros tipos de terrenos, con velocidad inferior a 2.000 m/s. y cuando la superficie de cimentación se encuentre bajo el nivel freático, se tomarán los valores de la columna anterior, situada a su izquierda.

6.º Los valores entre paréntesis corresponden a casos extremos, salvo los de la primera columna, donde se incluyen valores para cumplimentar la observación quinta.

COMENTARIOS (IV)

4.2. En construcciones con estructuras reticulares, la acumulación de masas suele hacerse en los nudos de la estructura. Las vigas de grandes dimensiones, arcos, muros importantes, etc., se descomponen en elementos parciales, acumulando las masas de cada uno de ellos en su centro de gravedad.

4.3. La fuerza de inercia debida al sismo se obtiene por el producto de la aceleración j inducida por el sismo, multiplicada por la masa de cada punto

$$F = j \cdot m$$

pero como en el cálculo se opera con pesos ( $Q = g \cdot M$ ), se tendrá

$$F = \frac{j}{g} Q = s Q$$

donde el coeficiente sísmico s es el cociente entre la aceleración producida por el sismo y la aceleración de la gravedad.

4.4. Como indica el signo  $\pm$  en la fórmula de 4.4 (acción sísmica vertical), el sentido de V puede ser el mismo o el contrario de Q. La comprobación debe hacerse en general para la actuación en el mismo sentido de Q, pero también deberá comprobarse que la actuación en el sentido contrario no es peligrosa, lo que puede suceder en algunos casos, especialmente cuando la carga del elemento produce acciones estabilizadoras en otros elementos de la construcción.

4.5. En la mayor parte del país la probabilidad de coincidencia de un sismo con una sobrecarga de nieve es muy pequeña; por ello, y dado que durante un sismo la nieve se desprende en parte durante las primeras sacudidas, se adoptan los coeficientes reductores indicados.

4.6. La pequeña probabilidad de que concorra con el sismo el efecto máximo de viento justifica las reducciones que pueden admitirse en esta acción cuando se consideran las hipótesis de simultaneidad con la acción sísmica, análogamente a lo dicho en 4.5 para la nieve.

El estudio de la combinación más desfavorable que se prescribe en este artículo puede hacerse con distintos criterios, introduciendo coeficientes de ponderación que se establecen con consideraciones probabilísticas.

De esta manera, en la Instrucción para el proyecto y la ejecución de obras de hormigón en masa o armado (EH-73) se establece como preceptiva la que se denomina hipótesis III, con la siguiente combinación de acciones

$$0,8 (\gamma_{ig} G + \gamma_{iq} Q) + 1,1 F_{eq} + \gamma_{iw} W$$

donde:

- G, es el valor de las acciones permanentes (conargas).
- Q, el de las cargas variables de explotación de nieve e indirectas, excepto las sísmicas.
- W, la carga de viento.
- F<sub>eq</sub>, la acción sísmica.
- $\gamma$ , los coeficientes de ponderación.
- $\gamma_{ig}$ , el aplicable a cargas con carácter permanente (conargas).
- $\gamma_{iq}$ , el aplicable a cargas variables.
- $\gamma_{iw}$ , el aplicable a la carga de viento que establece la Norma Sismorresistente.

En la Norma MV-103-1972, para cálculo de las estructuras de acero laminado en edificaciones, también de manera

preceptiva se establece en el caso III: «Acciones constantes y combinación de cuatro acciones variables, incluso las acciones sísmicas», los siguientes coeficientes de ponderación:

Clase de acción	Efecto de la acción	
	Desfavorable	Favorable
Acciones constantes (concargas) ...	1,00	1,00
Sobrecarga .....	r (1)	0
Viento .....	0,25 (2)	0
Nieve .....	0,50 (3)	0
Acción sísmica .....	1,00	0

- (1) r es el coeficiente reductor establecido en la Norma Sismo-resistente (tabla 4.5).
- (2) Sólo se considerará en construcciones en situación topográfica expuesta y muy expuesta (Norma MV-101).
- (3) En caso de lugares en que la nieve permanece acumulada más de treinta días; en el caso contrario, el coeficiente será cero.

4.7. La pretensión de las Normas Sismo-resistentes no es que las construcciones puedan resistir sin daño cualquier terremoto que pueda presentarse, sino evitar su hundimiento brusco o colapso con el consiguiente ahorro de daños a las personas. En este sentido pueden proyectarse las construcciones, de modo que, ante las acciones sísmicas, aleatorias y de breve duración, además de tener en cuenta el comportamiento de los materiales bajo los efectos dinámicos, se permite que los materiales experimenten mayores deformaciones que las permitidas en los casos ordinarios. Lo anterior justifica que, en el cálculo, pueda tomarse un coeficiente de mayoración próximo a la unidad, conservándose la minoración de las resistencias características que se tomen para los materiales que constituyen la estructura.

En relación con las tensiones producidas en el terreno, es precisa la comprobación de que su valor, al actuar la acción sísmica juntamente con las distintas hipótesis de carga, no superará las admisibles incrementadas en el 50 por 100 de este valor.

Debe aclararse que en el estudio de una estructura, es preciso hacer las hipótesis de las distintas combinaciones de acciones que se señalen en las Normas y Reglamentos correspondientes, para, juntamente con la hipótesis que se fija en esta Norma, se tomen en cada uno de sus elementos la sollicitación más desfavorable.

4.8. Una construcción con estructura entrapada, cuyos nudos en un mismo plano horizontal no pueden sufrir desplazamientos relativos, prescindiendo de los debidos alargamientos o acortamientos de las barras que los unen, puede asimilarse a un oscilador múltiple. Este oscilador está constituido por cargas concentradas a la altura de cada planta. Cada una de estas cargas es la suma de las que gravitan en dicha planta (no deben, por tanto, considerarse las procedentes de las plantas superiores transmitidas por los soportes).

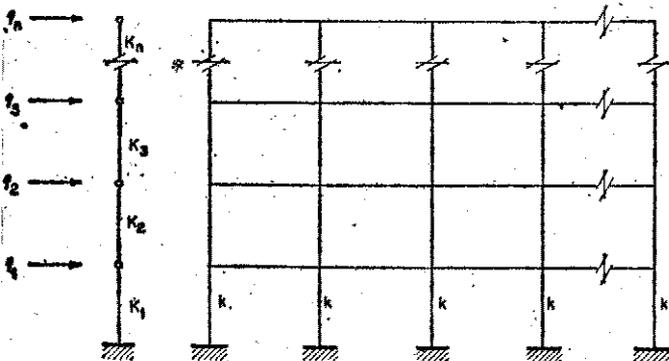


Fig.- 4.8

Entre cada dos plantas, la barra elástica tiene una sección cuyo momento de inercia es igual a la suma de los momentos de inercia de los soportes que enlazan las dos plantas que se consideran.

El coeficiente sísmico se expresa como producto de los cuatro factores siguientes:

- Factor  $\alpha$ : Caracteriza el movimiento del oscilador simple equivalente provocado por un sismo y la probabilidad de ocurrencia en el territorio.
- Factor  $\beta$ : Modifica el movimiento inducido en la estructura por el terremoto según las condiciones de amortiguamiento de dicha estructura.
- Factor  $\gamma$ : Caracteriza mecánicamente la distribución de las masas en el sistema estructural.
- Factor  $\delta$ : Caracteriza la influencia de la naturaleza del terreno donde está erigida la construcción y el sistema de cimentación.

4.9. Véanse a estos fines los ejemplos seguidos en la parte B, capítulos III y IV.

4.9.1. La fórmula según el método de Rayleigh facilita el período del primer modo y viene expresada por:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\sum m_i X_i^2}{g \sum m_i X_i}}$$

- T = Período del primer modo, o fundamental, en segundos.
- $m_i$  = Masas concentradas del oscilador múltiple.
- $X_i$  = Desplazamientos de las masas  $m_i$ , suponiendo que sus pesos actúan estáticamente en la dirección de oscilación.
- g = Aceleración de la gravedad.

Si se tienen en cuenta los desplazamientos unitarios:

$$\left( U_i = \frac{X_i}{gM_i} = \frac{1}{k} \right)$$

resulta

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\sum m_i^2 u_i^2}{\sum m_i^2 u_i}}$$

En el caso de que puedan suponerse constantes las masas y los k a cada nivel:

$$T = 2\pi \sqrt{m \frac{\sum u^2}{\sum u}} = 2\pi \sqrt{\frac{m \cdot F}{k}}$$

siendo F denominado el factor de forma para el modo fundamental.

En el caso de una estructura que se pueda considerar con alturas iguales de plantas, masas en cada planta iguales y pilares iguales en su distribución y rigidez, se obtiene:

$$u_i = \frac{n + (n - 1) + \dots + (n - i + 1)}{k}$$

siendo:

- n = Número de pisos.
- k = Rigidez de los pilares, que se suponen iguales, expresada por:

$$k = \alpha \frac{EI}{h^3}$$

- $\alpha$  = Factor variable entre 3 y 12, según el grado de empotramiento de los pilares y dinteles.
- E = Módulo de elasticidad.
- I = Momento de inercia.
- h = Altura de los pilares.

Para una estructura de n pisos, con K iguales:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k} \cdot \frac{2n(n+1)+1}{5}} \quad \begin{matrix} m = m_1 \\ k = k_1 \end{matrix}$$

4.9.2. Estas fórmulas empíricas han sido adoptadas en varios países europeos y han sido aceptadas en recientes Congresos Internacionales destinados a estos fines.

Una fórmula muy simple utilizada en muchos países es  $T = 0,1n$ , siendo T el período en segundos y n el número de plantas de la estructura; la cual puede utilizarse como orientación de los valores obtenidos empleando fórmulas aproximadas o empíricas.

4.10.1. Suelo tipo, según esta Norma, es aquel terreno en que la velocidad de propagación de las ondas elásticas longitu-

dinales es de unos 1.000 m/s., como son las gravas cuaternarias algo compactadas.

Como valor de la aceleración de la gravedad normal se adopta  $g = 980 \text{ cm/s}^2$ .

Las limitaciones indicadas en 4.9.6, que sirven para utilizar la fórmula

$$C_G = \frac{C}{2T}$$

para valores  $T > 0,5$  segundos están justificadas al aplicar a los modos superiores el espectro de respuestas aceptado en la Norma para el primer modo o fundamental.

4.10.2. El riesgo sísmico se define por la fórmula:

$$R = 1 - \left(1 - \frac{1}{\bar{T}}\right)^n$$

en la que:

$n$  = Número de años para el cual se calcula  $R$  o período de riesgo.

$\bar{T}$  = Período de retorno para todos los sismos desde grado VII en adelante, con datos hasta 1965, y para todo el territorio en su conjunto.

Período de retorno es el tiempo transcurrido, en años, para que haya acontecido un sismo del grado de intensidad considerado.

A pesar de que  $R$  es la probabilidad de ocurrencia de un sismo de grado  $G$  en  $n$  años y, por tanto, la de que se presenten coeficientes sísmicos  $C_A$  comprendidos en la banda  $C_G$  y  $C_G/2$ , a los efectos de esta Norma Sismorresistente, al producto  $C \cdot R$ , se le asigna el significado de un coeficiente sísmico característico, o sea, del valor de  $C$  que sólo es superado en un tanto por ciento de casos pequeños que se supone próximo al 5 por 100.

4.11. El factor  $\beta$  depende del período correspondiente al modo de vibración, en la dirección estudiada, del amortiguamiento de la estructura y de otros factores.

El amortiguamiento efectivo es de difícil evaluación; por este motivo, en la presente Norma se acepta la simplificación de que  $\beta$  depende de un coeficiente propio de la estructura y del período del modo considerado.

En la tabla que sigue se dan valores de  $\beta$  para algunos de  $T$ .

TABLA 4.11  
Valores de  $\beta$  para algunos de  $T$

$\beta$	$T = 0,5$	$= 0,6$	$= 0,8$	$= 1,0$	$= 1,2$
0,80	1,00	0,95	0,86	0,80	0,75
0,60	0,75	0,71	0,65	0,60	0,56

4.12. El cálculo de los valores reales de los desplazamientos en general es muy laborioso, pero no es preciso conocerlos en su verdadera magnitud, pues basta conocer valores proporcionales a ellos.

	Esfuerzo axial	Momento flector	Esfuerzo cortante
— Estructuras normales .....	$N$	$M$	$T_0$
— Estructuras esbeltas .....	$\sqrt{N^2 + N'^2}$	$\sqrt{M^2 + M'^2}$	$\sqrt{T_0^2 + T_0'^2}$
— Estructuras muy esbeltas .....	$\sqrt{N^2 + N'^2 + N''^2}$	$\sqrt{M^2 + M'^2 + M''^2}$	$\sqrt{T_0^2 + T_0'^2 + T_0''^2}$

El procedimiento simplificado permite calcular las sollicitaciones partiendo de un solo sistema de acciones, lo que da valores naturalmente coincidentes con los que se acaban de señalar, en caso de estructuras normales, y por exceso, en general, en caso de estructuras esbeltas o muy esbeltas.

Ello implica conocer la deformada de la estructura. En los artículos 4.12.1, 4.12.2 y 4.12.3 se admite la simplificación de tomar la deformada como establecida por rectas.

Si se desea una mayor precisión pueden utilizarse las leyes sinusoidales siguientes:

— Modo fundamental:

$$X_1(z) = X_1 \text{ sen } \frac{\pi}{2} \cdot \frac{z}{H}$$

— Segundo modo de oscilación:

$$X_2(z) = X_2 \text{ sen } \frac{3\pi}{2} \cdot \frac{z}{H}$$

— Tercer modo de oscilación:

$$X_3(z) = X_3 \text{ sen } \frac{5\pi}{2} \cdot \frac{z}{H}$$

Inspiradas en mediciones reales sobre estructuras, se han ajustado las siguientes leyes polinómicas:

— Modo fundamental:

$$X_1(z) = \left(\frac{z}{H}\right)^2 \left[ \left(\frac{z}{H}\right)^2 - 4 \frac{z}{H} + 6 \right]$$

— Segundo modo de oscilación:

$$X_2(z) = \left(\frac{z}{H}\right)^2 \left[ 3 \frac{z}{H} - 2 \right] \left[ 21 \left(\frac{z}{H}\right)^2 - 42 \frac{z}{H} + 6 \right]$$

— Tercer modo de oscilación:

$$X_3(z) = \left(\frac{z}{H}\right)^2 \left( 5 \frac{z}{H} - 2 \right) \left( 5 \frac{z}{H} - 4 \right) \left[ 25 \left(\frac{z}{H}\right)^2 - 60 \frac{z}{H} + 36 \right]$$

las cuales tienen su arranque con tangente vertical, como corresponde a estructuras empotradas en la cimentación.

Con estas últimas deformadas se han obtenido las tablas de la Norma Tecnológica del Ministerio de la Vivienda.

4.14. En los casos en que deben considerarse, además del modo fundamental de oscilación, los modos superiores, sería preciso encontrar el valor máximo de la sollicitación que produce la combinación más desfavorable de las acciones debidas a cada uno de los modos de oscilación separadamente.

Dada la complejidad del estudio, se admiten los valores que se señalan en este epígrafe, fundamentados en consideraciones estadísticas.

De esta manera, si las sollicitaciones en el punto  $K$  son:

$$S(N_k, M_k, T_k), S'(N'_k, M'_k, T'_k), S''(N''_k, M''_k, T''_k)$$

producidas separadamente por las acciones  $F, F'$  y  $F''$  correspondientes al primero, segundo y tercer modo de oscilación, el cálculo se realizará con los valores:

4.15. El centro de torsión puede obtenerse teniendo en cuenta que la resultante de las fuerzas producidas en las cabezas de los soportes por un desplazamiento horizontal de la planta, pasa por el centro de torsión. Por tanto, la fuerza a considerar en cada soporte para obtener el centro de torsión

será proporcional al momento de inercia de la sección de dicho soporte respecto del eje baricéntrico normal al desplazamiento supuesto.

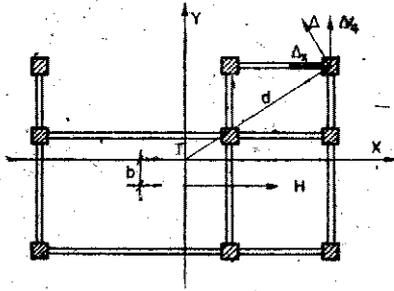


Fig.- 4.15

Obtenido el centro de torsión, y tomado como origen de un sistema de ejes coordenados (T X Y) el desplazamiento de la cabeza de un soporte S debido a la torsión será normal al radio del giro  $d$  y proporcional a éste, o sea:

$$\Delta = Kd \text{ y sus componentes } \begin{aligned} \Delta_x &= -Ky \\ \Delta_y &= Kx \end{aligned}$$

Estos desplazamientos  $\Delta_x$  y  $\Delta_y$  darán lugar a las fuerzas

$$F_x = -C y \text{ y } F_y = C x \text{ I}_x$$

siendo  $C$  una constante que engloba la  $K$  y las correspondientes a la fuerza que produce el desplazamiento.

El momento de esta fuerza respecto de  $T$  será:

$$M = -F_x y + F_y x = C (y^2 I_y + x^2 I_x)$$

que debe equilibrar al momento de la resultante  $H$  de las fuerzas horizontales

$$Hb = \sum C (y^2 I_y + x^2 I_x)$$

de donde

$$C = \frac{Hb}{\sum (y^2 I_y + x^2 I_x)}$$

y con ello quedan determinadas las fuerzas  $F_x$ ,  $F_y$  que actúan en cada soporte.

Se ha prescindido de la torsión propia de cada soporte, que se considera despreciable.

## CAPITULO V

### CRITERIOS DE APLICACIÓN DE LA NORMA

#### 5.1. Generalidades

Para la aplicación de la Norma, en cada caso particular, deben tenerse en cuenta la ubicación, el destino y las características de la construcción, como se señala en los epígrafes siguientes:

#### 5.2. Clasificación de las zonas del territorio nacional

De acuerdo con lo señalado en los epígrafes 3.1 a 3.4, el territorio nacional queda dividido en tres zonas:

**Zona primera:** Comprende la parte del territorio donde no son previsibles sismos de intensidad superior a los de grado VI.

**Zona segunda:** Comprende la parte del territorio donde son previsibles sismos de intensidad igual o superior al grado VI e inferior al grado VIII.

**Zona tercera:** Comprende la parte del territorio donde son previsibles sismos de grados VIII y superiores.

#### 5.3. Clasificación de las obras según su destino

De acuerdo con el uso a que se destinan, las obras se clasifican en los tres grupos siguientes:

**Grupo 1.º** Obras de alcance económico limitado, sin probabilidad razonable que su destrucción pueda producir vícti-

mas humanas, interrumpir un servicio primario, o daños económicos a terceros.

**Grupo 2.º** Obras cuya destrucción pueda ocasionar víctimas humanas, interrumpir un servicio necesario para la colectividad, o producir importantes pérdidas económicas.

**Grupo 3.º** Obras cuya destrucción puede interrumpir un servicio imprescindible después de ocurrido un terremoto o dar lugar a efectos catastróficos.

Desde este punto de vista y sin carácter limitativo, se señalan aquellas obras cuyo servicio es necesario para prestar auxilio después de un terremoto, o cuya destrucción puede aumentar apreciablemente los daños producidos:

- Edificios sanitarios (Hospitales, Clínicas, etc.).
- Cuarteles de Bomberos, Policía y Fuerzas Armadas.
- Depósitos de agua para el abastecimiento urbano.
- Emisoras de radio, Centrales de teléfonos y telégrafos.
- Centrales eléctricas.
- Grandes presas.
- Puentes y vías de acceso principales a las aglomeraciones urbanas.
- Aeropuertos.
- Arsenales, parques y almacenes.
- Edificios y almacenes donde existan materias tóxicas, inflamables o explosivas.
- Centrales nucleares y edificios donde se opere con materiales radiactivos.

#### 5.4. Clasificación de las obras según sus características estructurales

En función de la naturaleza y características de los elementos resistentes, las obras se clasifican en los siguientes tipos:

##### Tipo A.—Elementos resistentes de:

- Adobe
- Tapial
- Mampostería en seco.

##### Tipo B.—Elementos resistentes:

- Muros de hormigón en masa
- Muros de hormigón sin finos
- Muros de fábrica de ladrillo
- Muros de bloques de mortero
- Muros de sillarejo o de sillería
- Estructuras entramadas de madera
- Construcciones prefabricadas normales.

##### Tipo C.—Construcciones con:

- Estructura metálica
- Estructura de hormigón armado.

Ambas con nudos rígidos o elementos rigidizados dispuestos convenientemente.

#### 5.5. Consideración de la ubicación de la obra

Las obras cuya ubicación corresponda a un lugar situado sobre una isosista o entre dos isosistas, se considerarán para soportar un sismo de intensidad:

- para las construcciones de los grupos primero y segundo se adoptará la intensidad que se deduce del mapa y en el caso de estar situada entre dos líneas de intensidad, la menor de ellas;
- para las construcciones del grupo tercero se adoptará la intensidad que corresponda a su situación, tomando el valor de la isosista superior hasta el grado IX como máximo o interpolando si fuese factible.

#### 5.6. Prescripciones que deben observarse según la ubicación, destino y características de las obras

##### I. Obras situadas en la zona primera:

No es obligatoria la aplicación de esta Norma.

##### II. Obras situadas en la zona segunda:

- Obras del grupo 1.º: No es obligatoria la aplicación de esta Norma.

— Obras del grupo 2.º: En zona de

Intensidad VI:

- No deben utilizarse estructuras del tipo A.
- Se considerará la acción sísmica en estructuras del tipo B.
- No es preceptiva la consideración de la acción sísmica en estructuras del tipo C.

Intensidad VII:

- No deben utilizarse estructuras del tipo A.
- Se considerará la acción sísmica en estructuras del tipo B, y además los muros de fábrica señalados en ese tipo B deberán reforzarse con encadenados de hormigón o metálicos.
- En construcciones con estructuras del tipo C será precisa la comprobación de elementos singulares (voladizos, elementos exentos, etc.), no siendo preceptiva, pero sí aconsejable, la consideración de acción sísmica en el cálculo de la estructura.
- Obras del grupo 3.º: No se utilizarán estructuras de los tipos A y B.  
Para las estructuras del tipo C se aplicará lo especificado en el epígrafe 5.5.

III. Obras situadas en la zona tercera:

- Obras del grupo 1.º: No es obligatoria la aplicación de la Norma.
- Obras del grupo 2.º: No se utilizarán estructuras de los tipos A y B.  
Las estructuras del tipo C se comprobarán de acuerdo con las prescripciones de esta Norma.
- Obras del grupo 3.º: Sólo se utilizarán estructuras del tipo C, siendo de aplicación lo especificado en el epígrafe 5.5.

#### COMENTARIOS (V)

5.1. Ver 3.5.

5.3. Los arsenales, parques y almacenes considerados en el grupo 3.º son aquellos que alojan cantidad importante de elementos que pueden ser imprescindibles tras un terremoto destructivo, o cuya destrucción incrementaría gravemente los daños en las zonas próximas o inmediatas.

Igual criterio debe aplicarse a las materias tóxicas, inflamables o explosivas y a los edificios donde se opere con materiales radiactivos.

La existencia de algunos pequeños depósitos de combustibles líquidos o gaseosos no justifica incluir una estructura en el grupo 3.º.

Lo mismo puede decirse de pequeñas cantidades de materiales radiactivos para usos industriales, que aun en el supuesto de liberarse sólo afectarían una zona de radio pequeño sin influencia en las edificaciones próximas.

5.4. La clasificación realizada en este epígrafe contempla la mayor o menor disposición de los sistemas estructurales para generar fuerzas de restitución que se opongan a los movimientos inducidos por el sismo en la estructura y guarda una analogía completa con los tipos de 2.2.1.

5.5. Ver lo indicado en el último párrafo del epígrafe 3.1.

5.6. Ver lo dicho en 5.5.

#### CAPITULO VI

##### PRESCRIPCIONES PARA LA COMPOSICION Y CONSTRUCCION DE LAS OBRAS

#### 6. RECOMENDACIONES PARA LA DISPOSICION DE CONJUNTO

En construcciones situadas en las zonas segunda y tercera son aconsejables las disposiciones que se especifican en este capítulo.

##### 6.1. Disposición de conjunto

###### 6.1.1. Disposición en planta

Debe procurarse una disposición en planta tan simétrica como sea posible, tratando de conseguir tanto en conjunto como en los elementos resistentes verticales una composición con dos ejes de simetría ortogonales.

Son por tanto desaconsejables disposiciones en planta en forma de L, T, U, Z y otras análogas.

En caso de ser necesarias disposiciones como las que se acaban de señalar es aconsejable independizar los distintos cuerpos de la construcción mediante adecuadas juntas verticales, supuesto que el ancho preciso para las juntas no fuera de tal importancia que hiciera impracticable dicha solución.

###### 6.1.2. Disposición en altura

Debe procurarse una distribución lo más uniforme posible de las masas de la construcción en sus diversas alturas, lo que se consigue con plantas de los distintos pisos de la mayor semejanza posible.

Debe evitarse la acumulación de masas importantes en las últimas plantas de la construcción. De esta manera son desaconsejables plantas diáfanas en su parte inferior y grandes masas en sus partes altas, como por ejemplo, instalación de piscinas en las terrazas de los edificios.

###### 6.1.3. Juntas

Las juntas serán planas en toda su altura, desaconsejándose juntas formadas por distintos planos con formas quebradas en planta.

No debe existir ninguna clase de enlace entre los distintos bloques de la construcción separados por una junta y, por ello, las juntas conseguidas por apoyo de elementos de un bloque sobre otro con libre dilatación deben ser proscritas.

Las cubrejuntas y materiales de relleno no deben ser capaces de transmitir esfuerzos de importancia.

###### 6.1.3.1. Ancho de las juntas

El ancho de las juntas,  $e$ , no será inferior a ninguno de los valores siguientes:

$$e = 2 \text{ centímetros}$$

$$e = (\Delta_1 + \Delta_2) K$$

siendo  $\Delta_1$  y  $\Delta_2$  los desplazamientos efectivos de cada bloque en el nivel más peligroso y  $K$  un coeficiente de mayoración.

El coeficiente  $K$  introduce una corrección para tener en cuenta la posible pérdida de rigidez de la estructura como consecuencia de la actuación repetida alternativamente de la acción sísmica y los posibles movimientos relativos de las cimentaciones.

Para el coeficiente  $K$  se tomará, según los casos, el valor:

- Estructuras de nudos rígidos .....  $K = 1,25$
- Estructuras con elementos de arriestramiento (vigas trianguladas, muros, etc.) .....  $K = 1,10$

El desplazamiento puede calcularse por los procedimientos de la elasticidad; en su defecto, determinarse por la expresión:

$$\Delta = \frac{g}{4\pi^2} T^2 s \approx 25 T^2 s$$

en la que  $g$  es la aceleración de la gravedad,  $T$  el período propio de oscilación de la construcción en segundos y  $s$  el coeficiente sísmico correspondiente a la planta de cada bloque que puede colisionar con el de la edificación contigua.

###### 6.1.3.2. Canalizaciones de las instalaciones

En el caso de disponer juntas que dividan la construcción en bloques, se evitará que las canalizaciones pasen de uno a otro bloque en las distintas plantas de la construcción, cosa que sólo deberá hacerse si fuera inevitable en el piso de la planta inferior, disponiendo enlaces flexibles adecuados, siendo el resto de las canalizaciones independiente para cada bloque.

#### 6.2. Cimentaciones

##### 6.2.1. Tipo de cimentación

El sistema elegido para la cimentación de una obra será homogéneo en cada uno de los bloques en que pueda estar fraccionada, no admitiéndose distintos sistemas dentro de la misma unidad.

Cuando el terreno presente discontinuidades debidas a fallas recientes o cambios sustanciales en la naturaleza del terreno, deberán disponerse las fundaciones de manera que las situadas a cada lado de la discontinuidad constituyan unidades independientes.

### 6.2.2. Enlaces entre las cimentaciones

En caso de cimentaciones discontinuas (por pozos, pilotes, etcétera), deberán enlazarse entre sí los puntos de apoyo sobre el terreno, mediante vigas de atado, formando una retícula general que tienda a evitar desplazamientos horizontales diferenciales.

Las vigas de enlace se dimensionarán de modo que puedan soportar un esfuerzo axial, de compresión o tracción, de valor

igual a  $\frac{1}{10}$  de la carga que recibe la cimentación de cada elemento.

### 6.2.3. Enlace de la estructura con la cimentación

La estructura debe ser cuidadosamente anclada a los elementos de cimentación, con el fin de evitar desplazamientos relativos entre ésta y aquella.

## 6.3. Obras de fábrica

### 6.3.1. Muros de fábrica

Se entiende por muros de fábrica aquellos construidos con elementos pétreos de pequeñas dimensiones enlazados entre sí, disponiendo generalmente una capa de mortero entre sus juntas, o los construidos con material que adquiere su consistencia en obra, como es el hormigón en masa.

Las prescripciones que siguen deberán observarse, por tanto, en muros de las características siguientes:

- Muros de sillería
- Muros de mampostería.
- Muros de ladrillo.
- Muros con piezas de mortero.
- Muros de hormigón en masa.

La utilización de construcciones con muros de fábrica se regula de acuerdo con lo señalado en el epígrafe 5.6.

### 6.3.2. Refuerzo de muros de fábrica

Los muros de fábrica construidos en las zonas segunda y tercera deben ser reforzados mediante encadenados horizontales y verticales, constituyendo una retícula, con elementos de hormigón armado o metálicos.

En edificaciones ubicadas en las zonas segunda y tercera cuya altura no exceda, respectivamente, de 12 metros y de 6 metros, puede prescindirse de los encadenados verticales, limitándose a los horizontales coincidentes con las soleras de forjados, siempre que existan muros que los arriostren lateralmente con separación no mayor de la altura autorizada.

### 6.3.3. Dimensiones generales

Entre cada dos elementos paralelos de encadenado no habrá una separación mayor de 5 metros, que se reducirá si la diagonal de dos células es mayor de 50 veces el espesor del muro, descontando las cámaras de aire si las hubiere.

Los encadenados horizontales deben situarse al nivel de cada piso, haciéndose coincidir con las soleras para recibir los forjados correspondientes.

Los verticales son aconsejables en los encuentros de muros.

### 6.3.4. Cálculo de los encadenados

El cálculo de los elementos de encadenado se realizará a partir de los esfuerzos producidos por el sismo.

Para el cálculo de cada retícula se tendrán en cuenta los esfuerzos normales a su plano y los contenidos en él, realizándose en este último caso como sistema triangulado con diagonales ficticias que se forman en el muro.

#### 6.3.4.1. Escuadrias de los encadenados

Las dimensiones de las secciones resistentes de los encadenados deben ajustarse a las prescripciones mínimas siguientes:

##### 6.3.4.1.1. Encadenados de hormigón armado

Los encadenados de hormigón tendrán las siguientes dimensiones:

**Anchura o espesor:** El del muro, que puede reducirse en el caso de muros con paramento visto, en la cantidad mínima precisa para su ocultación por el material de revestimiento.

**Canto o altura:** En muros de carga, 15 centímetros, o el espesor del forjado de piso, si éste se empotra en el encadenado.

En muros sin función resistente, 7 centímetros.

La armadura mínima longitudinal para encadenados en muros de carga estará formada por  $4\varnothing 10$ , colocados cada uno de ellos en los ángulos.

Si las dimensiones de la cadena excediesen de 25 centímetros, se colocarán otros redondos de 10 milímetros, de manera que su separación no exceda de 25 centímetros.

En muros sin función resistente, la armadura longitudinal estará constituida por  $2\varnothing 10$ , colocados en el eje mayor de la sección, próximas a sus extremos.

Las armaduras transversales estarán formadas con  $\varnothing 5$  milímetros, al menos, y separación no superior al espesor del elemento, sin exceder de 25 centímetros.

Todas las armaduras mencionadas se refieren a cuantías mínimas geométricas.

#### 6.3.4.1.2. Encadenados metálicos

Los encadenados metálicos se construirán con perfiles laminados, cuyas secciones serán determinadas por el cálculo según los procedimientos ordinarios.

Deberán adoptarse disposiciones para conseguir un buen enlace con los muros de fábrica que pretenden reforzarse.

### 6.3.5. Muros de cerramiento

Los muros de cerramiento en edificios con estructura entramada no deben tener dimensiones mayores de 5 metros ni superficie superior a 20 metros cuadrados (incluidos huecos), ni su diagonal superior a 100 veces el espesor total bruto (incluidas cámaras de aire, si las hubiere).

Se asegurará el buen enlace con los elementos del entramado, de modo que no puedan ser proyectados fuera de su posición en caso de ocurrencia del sismo.

### 6.3.6. Tabiquerías

Los elementos divisorios de distribución deben ser cuidadosamente unidos a muros, suelos y techos. En caso de no llegar al techo, deben ser terminados con un elemento de hormigón armado, metálico o de madera, unidos a otros elementos resistentes de la construcción. Los encuentros de tabiquería se realizarán pasando alternativamente cada hilada de un tabique sobre la del otro.

### 6.3.7. Muros con borde superior libre (parapetos, cercas, etc.)

Se realizará un encadenado de coronación y encadenados verticales anclados a la estructura del edificio o cimentación, según los casos.

Si el cálculo demuestra que no se producen tracciones en la fábrica puede prescindirse de los encadenados.

### 6.3.8. Muros de hormigón en masa

Los encadenados precisos pueden ser incorporados en el muro disponiendo las armaduras necesarias y, si fuera preciso, en las zonas donde se sitúen se utilizará un hormigón de la dosificación conveniente.

Las mismas prescripciones se observarán para los muros de hormigón sin finos.

## 6.4. Estructuras reticulares

### 6.4.1. Disposición de conjunto

La disposición estructural debe ser en planta lo más regular posible, evitando disimetrías en la disposición de los elementos resistentes, y muy especialmente de los planos de arriostramiento que puedan preverse. Es recomendable una disposición de elementos resistentes en planta en forma de malla lo más aproximadamente ortogonal que sea posible.

Deben evitarse las cargas en falso de elementos resistentes, como son soportes que descansan sobre vigas (muy sensibles a las componentes verticales de las sacudidas sísmicas) o vigas que se soportan en otras embrochadas (que transmitirán esfuerzos horizontales sobre la viga soportante).

### 6.4.2. Arriostramientos

Los distintos pórticos entramados previstos para soportar las cargas de la construcción deben arriostarse entre sí, mediante vigas que enlacen los soportes de cada dos pórticos vecinos.

Cuando sea necesario dar rigidez a la estructura en algún sentido, pueden utilizarse planos de arriostramiento, construídos con muros de hormigón armado o vigas triangulares.

Los planos de arriostramiento deben disponerse con la mayor simetría posible.

Deben evitarse elementos de arriostramiento con quiebras en planta, disponiendo cada uno de ellos en un solo plano.

6.4.3. Observaciones para la ejecución de la estructura

Se extremará el cumplimiento de todas las prescripciones constructivas que se fijan en las Normas, Instrucciones y Reglamentos Oficiales relativos a las construcciones de hormigón armado, pretensado o metálicas.

De manera especial debe cuidarse la ejecución de los enlaces entre los diversos elementos que constituyen la estructura, no olvidando que las oscilaciones provocadas por el sismo pueden invertir el sentido de los esfuerzos.

6.5. Elementos constructivos

6.5.1. Forjados

Los forjados construídos con viguetas autorresistentes prefabricadas deberán disponerse con una placa de compresión superior de espesor no inferior a 3 centímetros, donde se alojara una armadura de reparto normal al sentido de las viguetas, forjado como mínimo por tres barras de Ø 6 de acero ordinario (AE-22) por cada metro, o cuantía mecánica equivalente.

6.5.2. Bóvedas tabicadas

En general, no deben emplearse. En caso de que hayan de ser utilizadas, los empujes se absorberán con tirantes, y se comprobará su estabilidad en relación con posibles movimientos de los apoyos.

6.5.3. Escaleras

No se utilizarán escaleras sobre bóvedas tabicadas, ni las formadas por peldaños en voladizo empotrados en muros de fábrica.

6.5.4. Revestimientos

Los revestimientos de muros con empujados y elementos semejantes deben ser cuidadosamente fijados con anclajes muy bien ejecutados.

En caso de revestimientos de revoco cuyo desprendimiento quiera evitarse, además de una cuidadosa ejecución deberán dimensionarse los elementos resistentes verticales de manera que el desplazamiento relativo de dos plantas consecutivas

no exceda de  $\frac{\sqrt{C}}{300} h$ , siendo C el coeficiente sísmico básico

y h la altura de la planta.

6.5.5. Materiales frágiles

No deben emplearse en grandes superficies materiales frágiles como el vidrio, salvo en el caso de utilizar disposiciones que eviten en estos elementos las deformaciones que puedan producirse en las estructuras.

COMENTARIOS (VI)

6.1.1. Con esta recomendación se pretende evitar la aparición de acciones acopladas de torsión importantes.

Además, los distintos cuerpos de la construcción tienen características dinámicas diferentes en general, que pueden dar lugar a esfuerzos internos muy importantes y de difícil evaluación.

6.1.3. En determinados tipos estructurales es difícil eliminar las juntas con apoyo de un elemento sobre otro. En estos casos habrán de tomarse cuantas medidas sean necesarias para eliminar la transmisión de esfuerzos entre los bloques o la salida de la zona apoyada sobre la prevista de apoyo.

6.1.3.1. Cuando los bloques son de la misma altura, la planta que puede colisionar es la última (fig. 6.1.3.1.a).

En caso de que uno sea más bajo, la planta que puede colisionar es la superior del más bajo (fig. 6.1.3.1.b).

Si alguna parte del bloque está retranqueada, la colisión afectará a la superior del más bajo próxima al bloque contiguo (fig. 6.1.3.1.c).

En todos los casos el coeficiente sísmico se calcula con el coeficiente de distribución  $\gamma$  que corresponde a la planta en que puede producirse la colisión.

Si además los factores  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\delta$  fueran diferentes para cada uno de los bloques, los coeficientes sísmicos correspondientes se calcularán para cada bloque con los valores que les corresponden.

Igualmente, el periodo propio T será el que corresponda a cada bloque de la construcción.

Tampoco es buena disposición la de la figura 6.4.1, donde el empuje transmitido por la viga V actuará sobre el forjado F, concentrándose los esfuerzos en las proximidades del soporte S, que pueden dañar a dicho forjado o transmitirse por él, dando un empuje horizontal en la viga A.

6.2.3. Con frecuencia se ha observado la rotura de una zona de enlace de los elementos portantes con la cimentación. Por ello se recomienda cuidar extremadamente estos enlaces.

6.4.1. Disposición de conjunto

Como se dice en la parte preceptiva de esta Norma, no deben utilizarse disposiciones en alzado como la de la figura 6.4.1.a, donde el soporte S arranca de la viga V.

También deben evitarse disposiciones en planta como la que corresponde a la figura 6.4.1.b, donde en el punto 1 pueden producirse empujes horizontales por la viga A que debería soportar la viga C, y con mayor gravedad en el punto 2, donde los esfuerzos horizontales deben ser soportados por la viga B, o por la viga D, según que la dirección de la oscilación sea la de la viga D o B, respectivamente.

6.4.2. Arriostramientos

Como se ha indicado, los elementos de arriostramiento deben estar situados en un plano, siendo desaconsejables disposiciones como las del muro de la figura 6.4.2.a, que movilizarían esfuerzos cortantes en los puntos A, B, C y D de alguna consideración.

Tampoco es acertada la disposición de la figura 6.4.2.b, en forma de U, ya que su disimetría mecánica, en caso de oscilación en el sentido señalado por la flecha, produciría oscilaciones acopladas de torsión.

