

Junio 2003

### TÍTULO

**Eurocódigo 1: Acciones en estructuras**

**Parte 1-1. Acciones generales**

**Pesos específicos, pesos propios, y sobrecargas de uso en edificios**

*Eurocode 1: Actions on structures. Part 1-1: General actions. Densities, self-weight, imposed loads for buildings.*

*Eurocode 1: Actions sur les structures. Partie 1-1: Actions générales. Poids volumiques, poids propres, charges d'exploitation bâtiments.*

### CORRESPONDENCIA

Esta norma es la versión oficial, en español, de la Norma Europea EN 1991-1-1 de agosto de 2002.

### OBSERVACIONES

Esta norma anula y sustituye a la Norma UNE-ENV 1991-2-1 de octubre de 1997.

### ANTECEDENTES

Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico AEN/CTN 140 *Eurocódigos Estructurales* cuya Secretaría desempeña SEOPAN.



Versión en español

**Eurocódigo 1: Acciones en estructuras**  
**Parte 1-1. Acciones generales**  
**Pesos específicos, pesos propios, y sobrecargas de uso en edificios**

**Eurocode 1: Actions on structures.**  
**Part 1-1: General actions. Densities, self-weight, imposed loads for buildings.**

**Eurocode 1: Actions sur les structures.**  
**Partie 1-1: Actions générales. Poids volumiques, poids propres, charges d'exploitation bâtiments.**

**Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke. Teil 1-1: Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau.**

Esta norma europea ha sido aprobada por CEN el 2001-11-30. Los miembros de CEN están sometidos al Reglamento Interior de CEN/CENELEC que define las condiciones dentro de las cuales debe adoptarse, sin modificación, la norma europea como norma nacional.

Las correspondientes listas actualizadas y las referencias bibliográficas relativas a estas normas nacionales, pueden obtenerse en la Secretaría Central de CEN, o a través de sus miembros.

Esta norma europea existe en tres versiones oficiales (alemán, francés e inglés). Una versión en otra lengua realizada bajo la responsabilidad de un miembro de CEN en su idioma nacional, y notificada a la Secretaría Central, tiene el mismo rango que aquéllas.

Los miembros de CEN son los organismos nacionales de normalización de los países siguientes: Alemania, Austria, Bélgica, Dinamarca, España, Finlandia, Francia, Grecia, Irlanda, Islandia, Italia, Luxemburgo, Malta, Noruega, Países Bajos, Portugal, Reino Unido, República Checa, Suecia y Suiza.

**CEN**  
**COMITÉ EUROPEO DE NORMALIZACIÓN**  
European Committee for Standardization  
Comité Européen de Normalisation  
Europäisches Komitee für Normung  
**SECRETARÍA CENTRAL: Rue de Stassart, 36 B-1050 Bruxelles**

## ÍNDICE

	<b>Página</b>
<b>ANTECEDENTES</b> .....	<b>6</b>
<b>Antecedentes del programa Eurocódigos</b> .....	<b>7</b>
<b>Estatus y campo de aplicación de los Eurocódigos</b> .....	<b>7</b>
<b>Las normas nacionales de aplicación de los Eurocódigos</b> .....	<b>8</b>
<b>Vínculos entre los Eurocódigos y las especificaciones técnicas armonizadas (ENs y DITEs) de productos</b> .....	<b>8</b>
<b>Información adicional específica de la EN 1991-1-1</b> .....	<b>9</b>
<b>El Anexo nacional de la Norma EN 1991-1-1</b> .....	<b>9</b>
<b>CAPÍTULO 1 GENERALIDADES</b>	
<b>1.1 Objeto y campo de aplicación</b> .....	<b>10</b>
<b>1.2 Normas para consulta</b> .....	<b>10</b>
<b>1.3 Distinción entre Principios y Reglas de Aplicación</b> .....	<b>11</b>
<b>1.4 Términos y definiciones</b> .....	<b>11</b>
<b>1.5 Símbolos</b> .....	<b>12</b>
<b>CAPÍTULO 2 CLASIFICACIÓN DE LAS ACCIONES</b>	
<b>2.1 Peso propio</b> .....	<b>13</b>
<b>2.2 Sobrecargas de uso</b> .....	<b>13</b>
<b>CAPÍTULO 3 SITUACIONES DE PROYECTO</b>	
<b>3.1 Generalidades</b> .....	<b>14</b>
<b>3.2 Cargas permanentes</b> .....	<b>14</b>
<b>3.3 Sobrecargas de uso</b> .....	<b>14</b>
<b>3.3.1 Generalidades</b> .....	<b>14</b>
<b>3.3.2 Disposiciones adicionales para edificios</b> .....	<b>15</b>
<b>CAPÍTULO 4 PESOS ESPECÍFICOS DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN Y DE LOS MATERIALES ALMACENABLES</b>	
<b>4.1 Generalidades</b> .....	<b>16</b>
<b>CAPÍTULO 5 PESO PROPIO DE LAS ONSTRUCCIONES</b>	
<b>5.1 Representación de las acciones</b> .....	<b>17</b>
<b>5.2 Valores característicos del peso propio</b> .....	<b>17</b>
<b>5.2.1 Generalidades</b> .....	<b>17</b>
<b>5.2.2 Disposiciones adicionales para edificios</b> .....	<b>19</b>
<b>5.2.3 Disposiciones adicionales para puentes</b> .....	<b>19</b>

**CAPÍTULO 6 SOBRECARGAS DE USO EN EDIFICIOS**

<b>6.1</b>	<b>Representación de las acciones .....</b>	<b>19</b>
<b>6.2</b>	<b>Disposición de las cargas .....</b>	<b>19</b>
<b>6.2.1</b>	<b>Forjados, vigas y cubiertas.....</b>	<b>19</b>
<b>6.2.2</b>	<b>Pilares y muros.....</b>	<b>19</b>
<b>6.3</b>	<b>Valores característicos de las sobrecargas de uso .....</b>	<b>20</b>
<b>6.3.1</b>	<b>Zonas residenciales, sociales, comerciales y administrativas .....</b>	<b>20</b>
<b>6.3.1.1</b>	<b>Categorías.....</b>	<b>20</b>
<b>6.3.1.2</b>	<b>Valores de las acciones.....</b>	<b>21</b>
<b>6.3.2</b>	<b>Zonas de actividades de almacenamiento e industriales.....</b>	<b>23</b>
<b>6.3.2.1</b>	<b>Categorías.....</b>	<b>23</b>
<b>6.3.2.2</b>	<b>Valores de las acciones.....</b>	<b>23</b>
<b>6.3.2.3</b>	<b>Acciones introducidas por las carretillas elevadoras .....</b>	<b>24</b>
<b>6.3.2.4</b>	<b>Acciones producidas por vehículos de transporte .....</b>	<b>26</b>
<b>6.3.2.5</b>	<b>Acciones producidas por equipos especiales de mantenimiento. ....</b>	<b>26</b>
<b>6.3.3</b>	<b>Garajes y zonas de tráfico de vehículos (excluyendo los puentes) .....</b>	<b>26</b>
<b>6.3.3.1</b>	<b>Categorías.....</b>	<b>26</b>
<b>6.3.3.2</b>	<b>Valores de las acciones.....</b>	<b>26</b>
<b>6.3.4</b>	<b>Cubiertas .....</b>	<b>27</b>
<b>6.3.4.1</b>	<b>Categorías.....</b>	<b>27</b>
<b>6.3.4.2</b>	<b>Valores de las acciones.....</b>	<b>28</b>
<b>6.4</b>	<b>Cargas horizontales en antepechos y tabiques que actúan como barreras .....</b>	<b>29</b>
<b>ANEXO A (Informativo)</b>	<b>TABLAS DE PESOS ESPECÍFICOS NOMINALES DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN Y DE PESOS ESPECÍFICOS NOMINALES Y ÁNGULOS DE REPOSO DE MATERIALES ALMACENABLES.....</b>	<b>31</b>
<b>ANEXO B (Informativo)</b>	<b>MUROS Y PRETILES EN APARCAMIENTOS .....</b>	<b>42</b>

### ANTECEDENTES

Esta Norma Europea 1991-1-1:2002 ha sido elaborada por el Comité Técnico CEN/TC 250 *Eurocódigos estructurales*, cuya Secretaría desempeña BSI.

Esta norma europea debe recibir el rango de norma nacional mediante la publicación de un texto idéntico a la misma o mediante ratificación antes de finales de octubre de 2002, y todas las normas nacionales técnicamente divergentes deben anularse antes de finales de marzo de 2010.

CEN/TC250 es responsable de todos los Eurocódigos estructurales.

Este documento sustituye a la Norma ENV 1991-2-1:1995.

Los anexos A y B son informativos.

De acuerdo con el Reglamento Interior de CEN/CENELEC, están obligados a adoptar esta norma europea los organismos de normalización de los siguientes países: Alemania, Austria, Bélgica, Dinamarca, España, Finlandia, Francia, Grecia, Irlanda, Islandia, Italia, Luxemburgo, Malta, Noruega, Países Bajos, Portugal, Reino Unido, República Checa, Suecia y Suiza.

### Antecedentes del programa Eurocódigos

En 1975, la Comisión de las Comunidades Europeas decidió llevar a cabo un programa de actuación en el campo de la construcción, basado en el artículo 95 del Tratado. El objetivo de este programa era la eliminación de las barreras técnicas al comercio y la armonización de las especificaciones técnicas.

Dentro de este programa de actuación, la Comisión tomó la iniciativa de establecer un conjunto de reglas técnicas armonizadas para el proyecto de las construcciones que, en una primera etapa, sirviera como alternativa a las reglas nacionales aplicables en los Estados Miembro y, finalmente, las pudiera reemplazar.

Durante quince años, la Comisión, con la ayuda de un Comité Permanente con representantes de los Estados Miembro, condujo el desarrollo del programa de los Eurocódigos, lo que llevó en los años 80 a la primera generación de códigos europeos.

En 1989, los Estados miembro de la UE y de la AELC decidieron, sobre la base de un acuerdo<sup>1)</sup> entre la Comisión y el CEN, transferir al CEN la preparación y publicación de los Eurocódigos mediante una serie de Mandatos, con el fin de dotarlos de un futuro estatus de Norma Europea (EN). Esto vincula *de facto* los Eurocódigos con las disposiciones de todas las Directivas del Consejo y Decisiones de la Comisión que hacen referencia a las normas europeas (por ejemplo, la Directiva del Consejo 89/106/CEE sobre productos de construcción - DPC - y las Directivas del Consejo 93/37/CEE, 92/50/CEE y 89/440/CEE sobre obras públicas y servicios y las Directivas de la AELC equivalentes iniciadas para conseguir la implantación del mercado interior).

El programa Eurocódigos Estructurales comprende las siguientes normas, compuestas a su vez de diversas Partes:

EN 1990	Eurocódigo:	Bases para el cálculo de estructuras
EN 1991	Eurocódigo 1:	Acciones en estructuras
EN 1992	Eurocódigo 2:	Proyecto de estructuras de hormigón
EN 1993	Eurocódigo 3:	Proyecto de estructuras de acero
EN 1994	Eurocódigo 4:	Proyecto de estructuras mixtas
EN 1995	Eurocódigo 5:	Proyecto de estructuras de madera
EN 1996	Eurocódigo 6:	Proyecto de estructuras de fábrica
EN 1997	Eurocódigo 7:	Proyecto geotécnico
EN 1998	Eurocódigo 8:	Proyecto de estructuras sismorresistentes
EN 1999	Eurocódigo 9:	Proyecto de estructuras de aluminio

Las normas Eurocódigos reconocen la responsabilidad de las autoridades reglamentadoras de cada Estado Miembro y han salvaguardado su derecho a determinar en el ámbito nacional los valores relacionados con temas reglamentarios de seguridad cuando éstos siguen siendo distintos de un Estado a otro.

### Estatus y campo de aplicación de los Eurocódigos

Los Estados miembro de la UE y de la AELC reconocen que los Eurocódigos sirven como documentos de referencia para los siguientes propósitos:

- como medio para demostrar el cumplimiento de las obras de edificación y de ingeniería civil con los requisitos esenciales de la Directiva del Consejo 89/106/CEE, en particular con el Requisito Esencial nº 1 - Resistencia mecánica y estabilidad - y con el Requisito Esencial nº 2 - Seguridad en caso de incendio;
- como base para especificar los contratos de las construcciones y de los servicios de ingeniería correspondientes;
- como marco para redactar las especificaciones técnicas armonizadas de productos de construcción (ENs y DITEs).

---

1) Acuerdo entre la Comisión de las Comunidades Europeas y el Comité Europeo de Normalización (CEN) referente al trabajo sobre los EUROCODIGOS para el proyecto de edificios y de obras de ingeniería civil.

Los Eurocódigos, en tanto en cuanto los mismos están relacionados con las construcciones, tienen una relación directa con los Documentos Interpretativos<sup>2)</sup> a los que hace referencia el artículo 12 de la DPC, aunque son de distinta naturaleza que las normas armonizadas de producto<sup>3)</sup>. Por ello, los Comités Técnicos del CEN y/o los Grupos de Trabajo de la EOTA que trabajen sobre normas de producto deben considerar adecuadamente los aspectos técnicos que surjan del trabajo de los Eurocódigos, con vistas a obtener la compatibilidad total entre estas especificaciones técnicas y los Eurocódigos.

Las normas Eurocódigos dan reglas comunes de cálculo estructural para su uso diario en el proyecto de estructuras completas y de productos componentes de naturaleza tanto tradicional como innovadora. Las formas de construcción y condiciones de cálculo poco usuales no quedan cubiertas específicamente y requerirán, en tales casos, es estudio adicional del proyectista.

### **Las Normas nacionales de aplicación de los Eurocódigos**

Las normas nacionales de aplicación de los Eurocódigos comprenderán el texto completo del Eurocódigo (incluyendo los anexos), tal y como se publique por el CEN, pudiendo venir precedido de una portada nacional y de un preámbulo nacional y terminado en un anexo nacional.

El anexo nacional sólo puede contener información sobre aquellos parámetros que queden abiertos en los Eurocódigos para la elección de una opción nacional, conocidos como Parámetros de Determinación Nacional, para su empleo en el proyecto de edificios y obras de ingeniería civil a construir en el país correspondiente, es decir:

- los valores y/o las clases cuando se ofrezcan alternativas en el Eurocódigo;
- los valores a emplear cuando sólo se dé un símbolo en el Eurocódigo;
- los datos específicos del país (geográficos, climatológicos, etc.), por ejemplo, el mapa de nieve;
- el procedimiento a emplear cuando los Eurocódigos ofrezcan procedimientos alternativos.

También puede contener:

- decisiones sobre la aplicación de los anexos informativos;
- referencia a información complementaria no contradictoria que ayude al usuario a aplicar el Eurocódigo.

### **Vínculos entre los Eurocódigos y las especificaciones técnicas armonizadas (ENs y DITEs) de productos**

Hay una necesidad de consistencia entre las especificaciones técnicas armonizadas de producto y las reglas técnicas de las obras<sup>4)</sup>. Aún más, toda la información que acompañe al marcado CE de los productos de construcción que se refiera a los Eurocódigos debería mencionar con claridad qué Parámetros de Determinación Nacional se han tenido en cuenta.

---

2) De acuerdo con el artículo 3.3 de la DPC, los documentos interpretativos darán forma concreta a los requisitos esenciales (REs) con el fin de establecer los vínculos necesarios entre los requisitos esenciales y los mandatos para la elaboración de normas armonizadas y DITEs/Guías de DITEs.

3) De acuerdo con el artículo 12 de la DPC los documentos interpretativos deben:

- a) dar forma concreta a los requisitos esenciales mediante la armonización de la terminología y de las bases técnicas y la asignación, en su caso, de clases y niveles para cada requisito esencial;
- b) indicar los métodos para relacionar estas clases y niveles con las especificaciones técnicas, por ejemplo, métodos de cálculo y de prueba, reglas técnicas para el cálculo en proyectos, etc.;
- c) servir de referencia para el establecimiento de normas armonizadas y de guías para los Documentos de Idoneidad Técnica Europeos.

Los Eurocódigos, de facto, juegan un papel similar en el campo del requisito esencial 1 y en parte del RE2.

4) Véanse los artículos 3.3 y 12 de la DPC, así como los apartados 4.2, 4.3.1, 4.3.2 y 5.2 del Documento Interpretativo nº 1.

### **Información adicional específica de la Norma EN 1991-1-1**

La Norma EN 1991-1-1 define las acciones y da indicaciones para la concepción estructural de edificios y obra civil, incluyendo los siguientes aspectos:

- pesos específicos de los materiales de construcción y de los materiales almacenables;
- pesos propios de los elementos constructivos; y
- sobrecargas de uso en edificios.

La Norma EN 1991-1-1 está destinada a clientes, proyectistas, contratistas y autoridades públicas.

La Norma EN 1991-1-1 esta pensada para que se utilice, junto con la Norma EN 1990, con las otras partes de la Norma EN 1991 y con las Normas EN 1992 a EN 1999, para el proyecto de estructuras.

### **El anexo nacional de la Norma EN 1991-1-1**

Esta norma ofrece procedimientos alternativos, valores y recomendaciones en cuanto a clases, con notas indicando donde hay que introducir los parámetros nacionales, por lo que la norma nacional de adopción de la Norma EN 1991-1-1 debería tener un anexo nacional que contenga todos los Parámetros de Determinación Nacional a emplear en el proyecto de edificios y obras de ingeniería civil a construir en el país correspondiente.

En la Norma EN 1991-1-1 se permite la elección de opciones nacionales en los apartados siguientes:

- 2.2 (3),
- 5.2.3 (1) a 5.2.3(5),
- 6.3.1.1 (Tabla 6.1),
- 6.3.1.2 (1)P (Tabla 6.2),
- 6.3.1.2 (10) y (11),
- 6.3.2.2 (1)P (Tabla 6.4),
- 6.3.2.2 (3),
- 6.3.3.2 (1) (Tabla 6.8),
- 6.3.4.2 (Tabla 6.10) y
- 6.4 (1)P (Tabla 6.12).

## CAPÍTULO 1 GENERALIDADES

### 1.1 Objeto y campo de aplicación

- (1) La Norma EN 1991-1-1 define las acciones y da indicaciones para la concepción estructural de edificios y obra civil, incluyendo algunos aspectos geotécnicos, para las siguientes materias:
  - Pesos específicos de los productos de construcción y de los materiales almacenados.
  - Pesos propios de las construcciones.
  - Sobrecargas de uso en edificios.
- (2) El capítulo 4 y el anexo A aportan valores nominales de los pesos específicos de ciertos materiales específicos de edificación, de materiales adicionales para puentes y de materiales almacenados. Además se da el ángulo de reposo de ciertos materiales.
- (3) El capítulo 5 aporta métodos para la determinación de los valores característicos del peso propio de las construcciones.
- (4) El capítulo 6 suministra valores característicos de sobrecargas de uso para suelos y cubiertas de acuerdo con el uso en las siguientes zonas en edificios:
  - zonas residenciales, sociales, comerciales y administrativas;
  - zonas de garaje y de tráfico de vehículos;
  - zonas para actividades de almacenamiento e industriales;
  - cubiertas;
  - zonas de aterrizaje de helicópteros.
- (5) Las cargas en zonas de tráfico dadas en el capítulo 6 se refieren a las de vehículos de un peso bruto de hasta 160 kN. El diseño de zonas de tráfico para vehículos pesados de más de 160 kN de peso bruto necesita ser convenido con la autoridad correspondiente. Se puede obtener más información en la Norma EN 1991-2.
- (6) Para las barreras o muros que hagan la función de barrera, las fuerzas horizontales se establecen en el capítulo 6. El anexo B da directrices adicionales con respecto a barreras para vehículos en aparcamientos.

NOTA – Las fuerzas debidas al impacto de vehículos aparecen especificadas en las Normas EN 1991-1-7 y EN 1991-2.

- (7) Con respecto a las situaciones de proyecto y los efectos de las acciones en silos y depósitos causados por el agua u otros materiales, véase la Norma EN 1991-3.

### 1.2 Normas para consulta

Esta norma europea incorpora disposiciones de otras publicaciones por su referencia, con o sin fecha. Estas referencias normativas se citan en los lugares apropiados del texto de la norma y se relacionan a continuación. Para las referencias con fecha, no son aplicables las revisiones o modificaciones posteriores de ninguna de las publicaciones. Para las referencias sin fecha, se aplica la edición en vigor del documento normativo al que se haga referencia (incluyendo modificaciones).

NOTA 1 – Los Eurocódigos fueron publicados como Normas Experimentales. Las siguientes normas europeas ya publicadas o en preparación son citadas en capítulos y apartados normativos:

EN 1990 – *Eurocódigos: Bases para el cálculo de estructuras.*

EN 1991-1-7 – *Eurocódigo 1: Acciones en estructuras: Parte 1-7: Acciones accidentales de impacto y de explosiones.*

EN 1991-2 – *Eurocódigo 1: Acciones en estructuras: Parte 2: Cargas de tráfico en puentes.*

EN 1991-3 – *Eurocódigo 1: Acciones en estructuras: Parte 3: Acciones producidas por grúas y maquinaria.*

EN 1991-4 – *Eurocódigo 1: Acciones en estructuras: Parte 4: Acciones en silos y depósitos.*

NOTA 2 – Los Eurocódigos fueron publicados como normas experimentales. Las siguientes normas europeas ya publicadas o en preparación son citadas en NOTAS de capítulos y apartados normativos:

EN 1991-1-3 – *Eurocódigo 1: Acciones en estructuras: Parte 1-3: Cargas de nieve.*

EN 1991-1-4 – *Eurocódigo 1: Acciones en estructuras: Parte 1-4: Acciones del viento.*

EN 1991-1-6 – *Eurocódigo 1: Acciones en estructuras: Parte 1-6: Acciones durante la ejecución.*

### **1.3 Distinción entre Principios y Reglas de Aplicación**

- (1) Dependiendo del carácter de cada párrafo en particular, esta Parte de la norma distingue entre Principios y Reglas de Aplicación.
- (2) Los Principios comprenden:
  - afirmaciones generales y definiciones para las que no hay alternativas, así como;
  - requisitos y modelos analíticos para los que no se permiten alternativos a no ser que se indique específicamente.
- (3) Los Principios se identifican con la letra P precedida por el número de párrafo.
- (4) Las Reglas de Aplicación son generalmente reglas reconocidas que se adecuan a los Principios y satisfacen sus requisitos.
- (5) Se permite el uso de reglas de cálculo alternativas diferentes a las Reglas de Aplicación dadas para las obras en la Norma EN 1991-1-1, siempre y cuando quede demostrado que las reglas alternativas son acordes con los Principios y son como mínimo equivalentes con respecto a la seguridad estructural, a la funcionalidad y a la durabilidad que podrían esperarse empleando los Eurocódigos.

NOTA – Si se sustituye una Regla de Aplicación por una regla de cálculo alternativa, no se puede decir que el diseño resultante sea totalmente conforme con la Norma EN 1991-1-1 aunque el diseño se mantenga conforme con los Principios de la Norma EN 1991-1-1. Cuando se emplee la Norma EN 1991-1-1 con respecto a una de las propiedades listadas en el anexo Z de una norma de producto o un DITE, no es aceptable que para el marcado CE del producto se emplee una regla de cálculo alternativa.

- (6) En esta Parte, las Reglas de Aplicación se identifican por un número entre paréntesis como, por ejemplo, en este apartado.

### **1.4 Términos y definiciones**

A los efectos de esta norma europea, son de aplicación los términos y definiciones dados en las Normas ISO 2394, ISO 3898, ISO 8930 y los dados a continuación. Adicionalmente, a los efectos de esta norma, el apartado 1.5 de la Norma EN 1990 ofrece una lista básica de términos y definiciones.

**1.4.1 peso específico aparente:** El peso específico aparente es el peso total por unidad de volumen de un material, incluyendo una distribución normal de micro-huecos, huecos y poros.

NOTA – En su uso diario este término es frecuentemente confundido por "densidad" (que es estrictamente la relación entre la masa y la unidad de volumen).

**1.4.2 ángulo de reposo:** El ángulo de reposo es el ángulo de la pendiente natural de los lados de un material suelto apilado con respecto a un plano horizontal.

**1.4.3 peso total de un vehículo:** El peso bruto de un vehículo incluye el peso propio del vehículo y la carga máxima de productos que tiene permitido transportar.

**1.4.4 elementos estructurales:** Los elementos estructurales comprenden el marco estructural y las estructuras portantes primarias. En lo que respecta a puentes, los elementos estructurales comprenden las celosías, las losas estructurales y los elementos con capacidad portante como los anclajes de cables.

**1.4.5 elementos no estructurales:** Los elementos no estructurales son aquellos que incluyen elementos de remate y acabado conectados a la estructura, incluyendo superficies de rodadura y pretilas no estructurales. También incluyen instalaciones y maquinaria fijadas permanentemente a, o dentro de, la estructura.

**1.4.6 particiones:** Muros no portantes.

**1.4.7 particiones móviles:** Particiones móviles son aquellas que pueden moverse sobre el suelo, añadirse o quitarse o re-construirse en otro sitio.

## 1.5 Símbolos

(1) A los efectos de esta norma europea son de aplicación los siguientes símbolos:

NOTA – La notación empleada está basada en la Norma ISO 3898:1997.

(2) El apartado 1.6 de la Norma EN 1990 ofrece una lista básica de símbolos y las demás notaciones que siguen son específicas de esta parte de la Norma EN 1991.

### *Letras latinas mayúsculas*

A	superficie cargada
$A_0$	superficie básica
$Q_k$	valor característico de una carga concentrada variable

### *Letras latinas minúsculas*

$g_k$	peso por unidad de superficie, o peso por unidad de longitud
$n$	número de plantas
$q_k$	valor característico de una carga distribuida uniformemente, o carga lineal.

### *Letras griegas minúsculas*

$\alpha_A$	coeficiente reductor
$\alpha_n$	coeficiente reductor
$\gamma$	peso específico aparente
$\varphi$	coeficiente dinámico de amplificación
$\psi_0$	coeficiente del valor de combinación de una acción variable, véase la tabla A.1.1 de la Norma EN 1990.
$\phi$	ángulo de reposo (en grados)

## CAPÍTULO 2 CLASIFICACIÓN DE LAS ACCIONES

### 2.1 Peso propio

- (1) El peso propio de las construcciones debería clasificarse como una acción fija permanente, véanse los apartados 1.5.3 y 4.1.1 de la Norma EN 1990.
- (2) Cuando este peso propio pueda variar en el tiempo, se debería tomar en consideración empleando los valores característicos superior e inferior (véase el apartado 4.1.2 de la Norma EN 1990). Sin embargo, en aquellos casos en que sea libre (por ejemplo, en particiones móviles, véase el apartado 6.3.1.2 (8)) debería tratarse como una sobrecarga adicional.

NOTA – Esto es de aplicación en particular cuando las acciones "permanentes" puedan ser favorables.

- (3)P Las cargas debidas al balasto deben ser consideradas como acciones permanentes y las posibles redistribuciones del balasto se deben tener en cuenta en el cálculo, véanse los apartados 5.2.2 (1) y (2).
- (4)P Las cargas de terreno sobre cubiertas y terrazas deben ser consideradas como acciones permanentes.
- (5) Con respecto a los apartados 2.1 (3)P y 2.1 (4)P, el cálculo debería considerar las variaciones del contenido de humedad y las variaciones en espesor que puedan ser causadas por su acumulación descontrolada durante la vida de cálculo de la estructura.

NOTA – Véase la Norma EN 1997 para información detallada sobre presiones del terreno.

### 2.2 Sobrecargas de uso

- (1)P Las sobrecargas de uso se deben clasificar como acciones libres variables, salvo que se especifique otra cosa en esta norma; véanse los apartados 1.5.3 y 4.1.1 la Norma EN 1991.

NOTA – Para sobrecargas de uso en puentes, véase la Norma EN 1991-2.

- (2) Cuando se considere una situación de cálculo accidental en la que el impacto de vehículos o las cargas accidentales de máquinas puedan ser relevantes, estas cargas deberían tomarse de la Norma EN 1991-1-7.
- (3) Las sobrecargas de uso (sobrecargas) deberían tomarse en cuenta como acciones cuasi-estáticas (véase la Norma EN 1990, 1.5.3.13). Los modelos de carga pueden incluir efectos dinámicos si no hay riesgo de resonancia u otra respuesta dinámica significativa de la estructura, véanse las Normas EN 1992 a EN 1999. Si pueden producirse efectos de resonancia debidos a los movimientos rítmicos sincronizados de gente o de baile o de saltos, el modelo de carga debería determinarse mediante análisis dinámico especial.

NOTA – El procedimiento a emplear puede darse en el anexo nacional.

- (4) Cuando se trate de carretillas elevadoras y helicópteros, se deberían considerar las cargas adicionales debidas a los pesos y a las fuerzas de inercia causadas por los efectos fluctuantes. Estos efectos se tienen en cuenta por un coeficiente dinámico de amplificación  $\phi$  que se aplica a los valores de la carga estática como se muestra en la expresión (6.3).
- (5)P Las acciones que provoquen la aceleración significativa de la estructura o de los miembros estructurales deben clasificarse como acciones dinámicas y tenerse en cuenta empleando un análisis dinámico.

## CAPÍTULO 3 SITUACIONES DE PROYECTO

### 3.1 Generalidades

- (1)P Las cargas permanentes y sobrecargas de uso pertinentes se deben determinar para cada situación de cálculo con arreglo a la Norma EN 1990.

### 3.2 Cargas permanentes

- (1) Es conveniente que, en las combinaciones de acciones, se considere el peso propio de los elementos estructurales y no estructurales como una acción única.

NOTA – Véase la nota 3 de la tabla A1.2 (B) de la Norma EN 1990.

- (2) En zonas donde se prevea quitar o añadir elementos estructurales y no estructurales se debería tener en cuenta para el cálculo las hipótesis de carga críticas.
- (3) Se debería tener en cuenta en las situaciones de proyecto el peso propio de nuevos revestimientos y/o nuevas canalizaciones que se pretendan añadir después de la ejecución (véase el apartado 5.2).
- (4)P Se debe tener en cuenta el nivel del agua en las situaciones de proyecto que corresponda.

NOTA – Véase la Norma EN 1997.

- (5) Se debería considerar el origen y el contenido de humedad de los materiales a granel en las situaciones de proyecto de edificios a utilizar como almacén.

NOTA – Los valores de pesos específicos dados en el anexo A corresponden a materiales en estado seco.

### 3.3 Sobrecargas de uso

#### 3.3.1 Generalidades

- (1)P En aquellas zonas que vayan a estar sometidas a distintas categorías de carga el cálculo debe tener en cuenta la hipótesis de carga más crítica.
- (2)P En aquellas situaciones de proyecto en que las sobrecargas de uso actúen simultáneamente con otras acciones variables (por ejemplo, acciones inducidas por viento, nieve, grúas o maquinaria), las sobrecargas de uso totales consideradas en la hipótesis de carga se deben entender como una acción única.
- (3) En los casos en que el número de variaciones en la carga o los efectos de vibraciones puedan causar fatiga, se debería establecer un modelo de carga a fatiga.
- (4) En estructuras sensibles a vibraciones, se debería tener en cuenta modelos dinámicos de cargas cuando se considere oportuno. El procedimiento de cálculo se da en el apartado 5.1.3 de la Norma EN 1990.

### 3.3.2 Disposiciones adicionales para edificios

- (1) En cubiertas, no se deberían aplicar conjuntamente y de forma simultánea las acciones exteriores, las sobrecargas de nieve y las acciones de viento.
- (2)P Cuando la carga exterior sea considerada como una acción de acompañamiento, de acuerdo con la Norma EN 1990, sólo se debe aplicar uno de los dos factores  $\psi$  (tabla A1.1 de la Norma EN 1990) y  $\alpha_n$  (6.3.1.2 (11)).
- (3) Para cargas dinámicas producidas por maquinaria véase la Norma EN 1991-3.
- (4) Se deberían especificar las sobrecargas de uso que haya que tener en cuenta para las verificaciones del estado límite de servicio, de acuerdo con las condiciones de servicio y los requisitos relacionados con las prestaciones de la estructura.

## **CAPÍTULO 4 PESOS ESPECÍFICOS DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN Y DE LOS MATERIALES ALMACENABLES**

### **4.1 Generalidades**

- (1) Se deberían definir los valores característicos de los pesos específicos de los materiales de construcción y de los materiales almacenables. Los valores medios deberían emplearse como valores característicos. Véanse, sin embargo, los apartados 4.1 (2) y 4.1 (3).

NOTA – El anexo A muestra los valores medios de los pesos específicos y de los ángulos de reposo de los materiales almacenables. Cuando se da un rango se debe dar por entendido que el valor medio depende mucho del lugar de origen del material, pudiendo seleccionarse teniendo en cuenta cada proyecto concreto.

- (2) Para los materiales (por ejemplo, materiales nuevos e innovadores) que no aparecen en las tablas del anexo A, el valor característico del peso específico debería determinarse de acuerdo con el apartado 4.1.2 de la Norma EN 1990 y ser acordado para cada proyecto concreto.
- (3) Cuando se empleen materiales con dispersiones significativas de pesos específicos, por ejemplo, debido a su origen, su contenido de agua, etc., el valor de estos pesos específicos debería determinarse de acuerdo con el apartado 4.1.2 de la Norma EN 1990.
- (4) Si se hace una comprobación fiable y directa de los pesos específicos, se podrían emplear entonces estos valores.

NOTA – Se puede emplear el anexo D de la Norma EN 1990.

## CAPÍTULO 5 PESO PROPIO DE LAS CONSTRUCCIONES

### 5.1 Representación de las acciones

- (1) El peso propio de las construcciones debería expresarse como un solo valor característico y calcularse en función de las dimensiones nominales y de los valores característicos de los pesos específicos.
- (2) El peso propio de las construcciones incluye los elementos estructurales y no estructurales, incluyendo las instalaciones fijas así como el peso del terreno y el balasto.
- (3) Entre los elementos no estructurales se incluyen:
  - materiales de cubierta;
  - terminaciones superficiales y revestimientos;
  - tabiques y forros;
  - pasamanos, barreras de seguridad, antepechos y bordillos;
  - chapados para muros;
  - falsos techos;
  - aislamiento térmico;
  - equipamiento de puentes;
  - instalaciones fijas (véase el apartado 5.1 (4))

NOTA – Para información sobre maquinaria fija, véase la Norma EN 1991-3. Para otro equipamiento industrial (por ejemplo, cajas de seguridad) es conveniente consultar al fabricante.

- (4) Entre las instalaciones fijas se incluyen:
  - equipamiento para ascensores y escaleras mecánicas;
  - equipos de calefacción, de ventilación y de aire acondicionado;
  - equipos eléctricos;
  - tuberías vacías (sin su contenido);
  - conducciones de cables y conductos.
- (5)P Las cargas debidas a particiones movibles se deben tratar como sobrecargas de uso, véanse los apartados 5.2.2 (2)P y 6.3.1.2 (8)

### 5.2 Valores característicos del peso propio

#### 5.2.1 Generalidades

- (1)P La determinación de los valores característicos de los pesos propios, así como de las dimensiones y los pesos específicos, se debe hacer de acuerdo con el apartado 4.1.2 de la Norma EN 1990.
- (2) Las dimensiones nominales deberían ser aquellas indicadas en los planos de proyecto.

### 5.2.2 Disposiciones adicionales para los edificios

- (1) Los datos sobre los elementos manufacturados tales como los sistemas de suelos, fachadas y techos, ascensores y equipamiento para edificios, pueden ser facilitados por el fabricante.
- (2) Para determinar el efecto del peso propio procedente de tabiques móviles, se debe emplear una carga equivalente uniformemente repartida y añadir a las sobrecargas de uso, véase el apartado 6.3.1.2 (8).

### 5.2.3 Disposiciones adicionales para puentes

- (1) Se deberían tomar en cuenta los valores característicos superior e inferior de partes no estructurales, tales como el balasto en puentes de ferrocarril, o relleno por encima de estructuras enterradas tales como conductos prefabricados si se espera que el material se consolide, se sature o que de alguna forma cambie sus propiedades durante su uso.

NOTA – El anexo nacional puede dar valores adecuados.

- (2) Se debería definir la altura nominal del balasto en puentes de ferrocarril. Para determinar los valores característicos superior e inferior de la altura nominal del balasto en puentes de ferrocarril, se debería tener en cuenta una desviación de  $\pm 30\%$  con respecto a la altura nominal.
- (3) Para determinar los valores característicos inferior o superior del peso propio del impermeabilizante, el acabado superficial y otros revestimientos para puentes, donde la variedad de sus espesores puede ser grande, se debería tener en cuenta una desviación del espesor total con respecto al nominal o cualquier otro valor especificado. Salvo que se especifique de otro modo, esta desviación debería ser igual a  $\pm 20\%$  si en el valor nominal va añadido un recubrimiento a incorporar después de la ejecución, y a  $+ 40\%$  y  $- 20\%$  si tal recubrimiento no va incluido.

NOTA – El anexo nacional puede dar especificaciones adecuadas.

- (4) En cuanto al peso propio de cables, tuberías y conductos de instalaciones, se deberían tener en cuenta los valores característicos superior e inferior. Salvo que se especifique de otro modo se debería tomar una desviación sobre el valor medio del peso propio de  $\pm 20\%$ .

NOTA – El anexo nacional puede dar especificaciones adecuadas. Véase también el apartado 4.1.2 (4) de la Norma EN 1990.

- (5) Con respecto al peso propio de otros elementos no estructurales, como:

- pasamanos, barreras de seguridad, antepechos, bordillos y otro equipamiento de puentes;
- juntas/elementos de unión;
- bovedillas;

se deberían adoptar valores característicos igual que los valores nominales, salvo indicación contraria.

NOTA – El anexo nacional puede dar especificaciones adecuadas. Se puede establecer una tolerancia en cuanto al relleno de cavidades con agua, dependiendo del proyecto.

## CAPÍTULO 6 SOBRECARGAS DE USO EN EDIFICIOS

### 6.1 Representación de las acciones

- (1) Las sobrecargas de uso en edificios son aquellas debidas a la ocupación de los mismos. Los valores incluidos en este capítulo incluyen:
  - el uso normal por personas;
  - el mobiliario y objetos movibles (por ejemplo, tabiques movibles, almacenamiento, el contenido de contenedores);
  - los vehículos;
  - los eventos no usuales previstos tales como concentraciones de personas o de mobiliario, o el desplazamiento o apilamiento de objetos que puede ocurrir durante reorganizaciones y redecorados).
- (2) Las sobrecargas de uso definidas en esta parte corresponden a modelos de cargas uniformemente repartidas, de cargas lineales o de cargas concentradas o de combinaciones de las mismas.
- (3) Para la determinación de las sobrecargas de uso, es conveniente subdividir las zonas de suelos y de cubiertas por categorías de acuerdo con su uso.
- (4) Los equipos pesados (por ejemplo, cocinas colectivas, salas de radiología, cuarto de calderas, etc.) no están incluidos entre las cargas dadas en este capítulo. Las cargas procedentes de los equipos pesados deberían acordarse con el cliente y/o con la autoridad correspondiente.

### 6.2 Disposición de las cargas

#### 6.2.1 Forjados, vigas y cubiertas

- (1)P Para el cálculo de un forjado de planta o de cubierta, la carga exterior se considerará como una acción libre aplicada en la parte más desfavorable de la zona de influencia de los efectos de las acciones consideradas.
- (2) Cuando las cargas de otras plantas sean relevantes, se pueden asumir como uniformemente repartidas (acciones fijas).
- (3)P Con el fin de asegurar una resistencia local mínima de la estructura del forjado, debe realizarse una verificación por separado con una carga concentrada que, salvo que se indique lo contrario, no debe combinarse con las cargas uniformemente repartidas u otras acciones variables.
- (4) Las sobrecargas de uso de una sola categoría pueden reducirse de acuerdo con las áreas soportadas por el elemento, mediante un factor de reducción  $\alpha_A$  de acuerdo con el apartado 6.3.1.2 (10).

#### 6.2.2 Pilares y muros

- (1) Para el cálculo de pilares o muros, cargados a lo largo de varios pisos, la carga exterior total que actúa sobre el forjado de cada planta debería considerarse uniformemente repartida.
- (2) Cuando las sobrecargas de uso procedentes de varias plantas actúan sobre columnas y muros, las sobrecargas de uso totales pueden reducirse aplicando un factor  $\alpha_n$  conforme a los apartados 6.3.1.2 (11) y 3.3.1 (2)P.

### 6.3 Valores característicos de las sobrecargas de uso

#### 6.3.1 Zonas residenciales, sociales, comerciales y administrativas

##### 6.3.1.1 Categorías

- (1)P Las zonas correspondientes a los edificios residenciales, sociales, comerciales y administrativos se deben dividir por categorías según sus usos específicos de acuerdo con la tabla 6.1.
- (2)P Independientes de esta clasificación por zonas, los efectos dinámicos se deben tener en cuenta cuando se prevea que la ocupación pueda causar efectos dinámicos importantes (véanse los apartados 2.2(3) y 2.2 (5)P).

**Tabla 6.1**  
**División de los usos por categorías**

Categoría	Uso específico	Ejemplo
A	Zonas de actividades domésticas y residenciales	Habitaciones en edificios residenciales y viviendas individuales; dormitorios y pasillos en hospitales; dormitorios en hoteles y cocinas y lavabos en hostales.
B	Zonas de oficinas	
C	Zonas donde pueda congregarse la gente (con excepción de las zonas definidas bajo las categorías A, B y D <sup>1)</sup>	<p><b>C1:</b> Zonas con mesas, etc., por ejemplo, zonas en colegios, cafés, restaurantes, comedores, salas de lectura, recepciones.</p> <p><b>C2:</b> Zonas con asientos fijos, por ejemplo, zonas en iglesias, teatros o cines, salas de conferencias, salones de actos, salas de reuniones, salas de espera, salas de espera en estaciones de ferrocarril.</p> <p><b>C3:</b> Zonas sin obstáculos para el movimiento de personas, por ejemplo, zonas en museos, salas de exposiciones, etc., y zonas de acceso en edificios públicos y de la administración, hoteles, hospitales, antesalas de estaciones del ferrocarril.</p> <p><b>C4:</b> Zonas con posibles actividades físicas, por ejemplo, salones de baile, salas de gimnasio, escenarios.</p> <p><b>C5:</b> Zonas susceptibles de reunir grandes masas, por ejemplo, en edificios para celebraciones públicas como salas de conciertos, palacios de deportes incluidas las gradas, terrazas y zonas de acceso y andenes del tren.</p>
D	Zonas comerciales	<p><b>D1:</b> Zonas en tiendas al detalle</p> <p><b>D2:</b> Zonas en grandes almacenes</p>
1) Se llama la atención sobre el apartado 6.3.1.1 (2), en particular en cuanto a C4 y C5. Véase la Norma EN 1990 cuando haya que tener en cuenta los efectos dinámicos. En cuanto a la categoría E, véase la tabla 6.3.		
NOTA 1 – Dependiendo de los usos previstos, zonas que pueden ser de las categorías C2, C3, y C4 pueden pasar a ser de la categoría C5 por decisión del cliente y/o el anexo nacional.		
NOTA 2 – El anexo nacional puede establecer sub-categorías para A, B, C1 a C5, D1 y D2.		
NOTA 3 – Véase el apartado 6.3.2 para la actividad industrial y de almacenamiento.		

**6.3.1.2 Valores de las acciones**

(1)P Las categorías de las zonas de carga, según la tabla 6.1, se deben calcular empleando valores característicos  $q_k$  (carga uniformemente repartida) y  $Q_k$  (carga concentrada).

NOTA – Los valores de  $q_k$  y  $Q_k$  se recogen en la tabla 6.2 a continuación. Cuando esta tabla dé un rango, el valor puede venir establecido en el anexo nacional. Los valores recomendados, previstos para aplicación por separado de la carga repartida y concentrada, aparecen subrayados.  $q_k$  está previsto para la determinación de efectos generales y  $Q_k$  para efectos locales. El anexo nacional puede establecer condiciones de uso de esta tabla diferentes.

**Tabla 6.2**  
**Sobrecargas de uso sobre suelos, balcones y escaleras en edificios**

Categorías de zonas de carga	$q_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$Q_k$ [kN]
<b>Categoría A</b>		
– Suelos	1,5 a <u>2,0</u>	<u>2,0</u> a 3,0
– Escaleras	<u>2,0</u> a 4,0	<u>2,0</u> a 4,0
– Balcones	<u>2,5</u> a 4,0	<u>2,0</u> a 3,0
<b>Categoría B</b>	2,0 a <u>3,0</u>	1,5 a <u>4,5</u>
<b>Categoría C</b>		
– C1	2,0 a <u>3,0</u>	3,0 a <u>4,0</u>
– C2	3,0 a <u>4,0</u>	2,5 a 7,0 ( <u>4,0</u> )
– C3	3,0 a <u>5,0</u>	<u>4,0</u> a 7,0
– C4	4,5 a <u>5,0</u>	3,5 a <u>7,0</u>
– C5	<u>5,0</u> a 7,5	3,5 a <u>4,5</u>
<b>Categoría D</b>		
– D1	<u>4,0</u> a 5,0	3,5 a 7,0 ( <u>4,0</u> )
– D2	4,0 a <u>5,0</u>	3,5 a <u>7,0</u>

- (2) Cuando fuese necesario,  $q_k$  y  $Q_k$  deberían incrementarse en el cálculo (por ejemplo, de escaleras y balcones en función de la ocupación y las dimensiones).
- (3) A efectos de verificaciones locales, se debería tener en cuenta una carga concentrada  $Q_k$  que actúe sola.
- (4) En los casos de cargas concentradas producidas por almacenamiento por apilamiento o procedentes de equipos de ascensores,  $Q_k$  se debería determinar para cada caso concreto, véase el apartado 6.3.2.
- (5)P Se debe considerar que la carga concentrada actúa en un punto del suelo, balcón o escalera sobre un área con la forma apropiada para al uso y forma del suelo.

NOTA – La forma puede tomarse como un cuadrado de 50 mm de lado. Véase también el apartado 6.3.4.2 (4).

- (6)P Las cargas verticales debidas al tráfico de carretillas elevadoras que actúen sobre el suelo deben ser tenidas en cuenta de acuerdo con el apartado 6.3.2.3.
- (7)P Los suelos que estén sometidos a un uso múltiple deben calcularse para la categoría de carga más desfavorable que produzca los efectos de las acciones más importantes (por ejemplo, fuerzas o flechas) en el elemento en consideración.

(8) Siempre que un forjado permita una distribución lateral de cargas, el peso propio de las particiones móviles puede ser tenido en cuenta mediante una carga uniformemente repartida  $q_k$  que debería añadirse a las sobrecargas de uso de los suelos sacadas de la tabla 6.2. Esta carga uniformemente repartida definida depende del peso propio de la partición de la forma siguiente:

- para particiones móviles con peso propio  $\leq 1,0$  kN/m de longitud de muro:  $q_k = 0,5$  kN/m<sup>2</sup>;
- para particiones móviles con peso propio  $\leq 2,0$  kN/m de longitud de muro:  $q_k = 0,8$  kN/m<sup>2</sup>;
- para particiones móviles con peso propio  $\leq 3,0$  kN/m de longitud de muro:  $q_k = 1,2$  kN/m<sup>2</sup>.

(9) Las particiones más pesadas deberían ser tenidas en cuenta en el cálculo prestando atención a:

- la localización y dirección de las particiones;
- la forma estructural del forjado.

(10) De acuerdo con el apartado 6.2.1 (4), se puede aplicar un coeficiente reductor  $\alpha_A$  a los valores  $q_k$  de las sobrecargas de uso de las tablas 6.2 y 6.10 para suelos y cubiertas accesibles de Categoría I (véase la tabla 6.9).

NOTA 1 – El valor recomendado del coeficiente reductor  $\alpha_A$  para las categorías A a E se determina según se indica a continuación:

$$\alpha_A = \frac{5}{7} \psi_0 + \frac{A_0}{A} \leq 1,0 \quad (6.1)$$

con la restricción para las categorías C y D:  $\alpha_A \geq 0,6$

en donde

$\psi_0$  es el coeficiente sacado de la tabla A1.1 del anexo A1 de la Norma EN 1990.

$A_0 = 10,0$  m<sup>2</sup>.

$A$  es el área cargada

NOTA 2 – El anexo nacional puede dar un método alternativo.

(11) De acuerdo con el apartado 6.2.2 (2) y siempre que la zona esté clasificada según la tabla 6.1 en las categorías A a D, las sobrecargas de uso totales sobre pilares y muros procedentes de diversos pisos pueden multiplicarse por el coeficiente reductor  $\alpha_n$ .

NOTA 1 – A continuación se dan los valores recomendados para  $\alpha_n$ :

$$\alpha_n = \frac{2 + (n - 2)\psi_0}{n} \quad (6.2)$$

donde

$n$  es el número de pisos (>2) por encima de los elementos estructurales cargados de la misma categoría.

$\psi_0$  es el coeficiente sacado de la tabla A1.1 del anexo 1 de la Norma EN 1990.

NOTA 2 – El anexo nacional puede dar un método alternativo.

### 6.3.2 Zonas de actividades de almacenamiento e industriales

#### 6.3.2.1 Categorías

(1)P Las zonas para actividades de almacenamiento e industriales se deben dividir en dos categorías de acuerdo con la tabla 6.3.

**Tabla 6.3**  
**División de los usos de almacenamiento e industrial por categorías**

Categoría	Uso específico	Ejemplo
E1	Zonas susceptibles de ser empleadas para la acumulación de mercancías, incluidas las zonas de acceso.	Zonas de almacenamiento incluido el de libros y otros documentos
E2	Uso industrial	

#### 6.3.2.2 Valores de las acciones

(1)P Las zonas de carga, clasificadas por categorías según la tabla 6.3, deben ser diseñadas usando los valores característicos  $q_k$  (carga uniformemente repartida) y  $Q_k$  (carga concentrada).

NOTA – Los valores recomendados de  $q_k$  y  $Q_k$  se recogen en la tabla 6.4 a continuación. Los valores pueden cambiarse si es necesario de acuerdo con el uso (véanse la tabla 6.3 y el anexo A) para el proyecto concreto o por el anexo nacional.  $q_k$  está previsto para la determinación de efectos generales y  $Q_k$  para efectos locales. El anexo nacional puede establecer condiciones de uso de esta tabla diferentes.

**Tabla 6.4**  
**Sobrecargas de uso en suelos debidas al almacenamiento**

Categorías de zonas de carga	$q_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$Q_k$ [kN]
<b>Categoría E1</b>	7,5	7,0

(2)P El valor característico de la carga exterior debe ser el valor máximo teniendo en cuenta los efectos dinámicos si fuera apropiado. La disposición de la carga se debe definir de forma que produzca las condiciones más desfavorables permitidas al uso.

NOTA – La Norma EN 1991-1-6 da consejos para situaciones de proyecto transitorias debidas a la instalación y reinstalación de máquinas, unidades de producción, etc.

(3) Los valores característicos de las cargas verticales en zonas de almacenamiento deberían deducirse teniendo en cuenta el peso específico y los valores de cálculo superiores para alturas de apilamiento. Cuando el material almacenado ejerce fuerzas horizontales sobre muros, etc. la fuerza horizontal debería determinarse según la Norma EN 1991-4.

NOTA – Véase el anexo A para los pesos específicos.

(4) Cualquier efecto de llenado y de vaciado debería ser tenido en cuenta.

(5) Las cargas en las zonas de almacenamiento de libros y otros documentos deberían determinarse a partir de la superficie cargada y la altura de las cajas de libros, empleando los valores de pesos específicos apropiados.

- (6) Las cargas en zonas industriales deberían comprobarse considerando el uso previsto y el equipo que va a ser instalado. Cuando se vayan instalar equipos como grúas, maquinaria móvil, etc., los efectos sobre la estructura deberían determinarse de acuerdo con la Norma EN 1991-3.
- (7) Las acciones debidas a las carretillas elevadoras y a los vehículos de transporte deberían considerarse como cargas concentradas actuando conjuntamente con las sobrecargas de uso repartidas apropiadas que se dan en las tablas 6.2, 6.4 y 6.8.

### 6.3.2.3 Acciones introducidas por las carretillas elevadoras

- (1) Las carretillas elevadoras deberían clasificarse en 6 clases FL1 a FL6 dependiendo del peso neto, dimensiones y cargas, véase la tabla 6.5.

**Tabla 6.5**  
**Dimensiones de las carretillas elevadoras de acuerdo con las clases FL**

Clase de vehículos de horquilla elevadora	Peso neto [kN]	Carga levantada [kN]	Ancho del eje $a$ [m]	Ancho total $b$ [m]	longitud total $l$ [m]
FL 1	21	10	0,85	1,00	2,60
FL 2	31	15	0,95	1,10	3,00
FL 3	44	25	1,00	1,20	3,30
FL 4	60	40	1,20	1,40	4,00
FL 5	90	60	1,50	1,90	4,60
FL 6	110	80	1,80	2,30	5,10

- (2) La carga vertical estática por eje  $Q_k$  de un vehículo de horquilla elevadora depende de la clase FL1 a FL6 de vehículos elevadores y debería deducirse de la tabla 6.6.

**Tabla 6.6**  
**Cargas por eje de las carretillas elevadoras**

Clase de vehículos de horquilla elevadora	Carga por eje $Q_k$ [kN]
FL 1	26
FL 2	40
FL 3	63
FL 4	90
FL 5	140
FL 6	170

- (3) La carga vertical estática por eje  $Q_k$  debería incrementarse mediante el coeficiente dinámico  $\varphi$  usando la expresión (6.3)

$$Q_{k,din} = \varphi Q_k \quad (6.3)$$

donde

$Q_{k,din}$  es el valor característico dinámico de la acción;

$\varphi$  es el coeficiente dinámico de amplificación;

$Q_k$  es el valor característico estático de la acción.

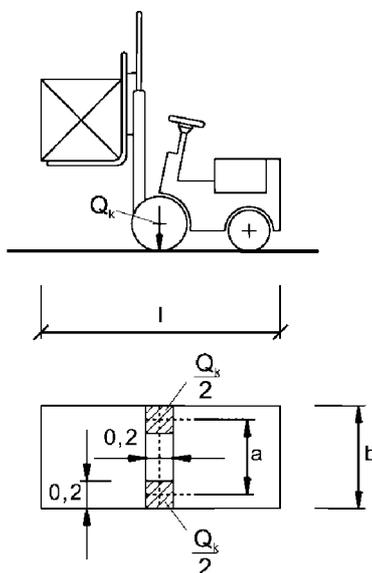
- (4) El coeficiente dinámico  $\varphi$  de las carretillas elevadoras tiene en cuenta los efectos de inercia producidos por la aceleración y desaceleración de la carga levantada y debería tomarse como:

$\varphi = 1,40$  para ruedas neumáticas;

$\varphi = 2,00$  para ruedas macizas.

- (5) En el caso de vehículos de horquilla elevadora que tengan un peso neto superior a 110 kN las cargas deberían definirse mediante un análisis más preciso.

- (6) La carga vertical por eje  $Q_k$  y  $Q_{k,din}$  de un vehículo elevador de horquilla debería disponerse de acuerdo con la figura 6.1.



**Fig. 6.1 – Dimensiones de las carretillas elevadoras**

- (7) Las cargas horizontales debidas a la aceleración y desaceleración de las carretillas elevadoras pueden tomarse como el 30% de las cargas verticales por eje  $Q_k$ .

NOTA – No es necesario aplicar coeficientes dinámicos.

#### 6.3.2.4 Acciones producidas por vehículos de transporte

- (1) Las acciones producidas por los vehículos de transporte que se mueven sobre suelos ya sean libremente o sobre raíles deberían determinarse mediante un modelo de cargas de ruedas.
- (2) Los valores estáticos de las cargas verticales por rueda deberían darse en términos de pesos permanentes y pesos útiles. Su espectro debería emplearse para definir coeficientes combinatorios y cargas de fatiga.
- (3) Las cargas horizontales y verticales por rueda deberían determinarse para cada caso concreto.
- (4) La distribución de la carga, incluidas las dimensiones correspondientes al cálculo, debería determinarse para cada caso concreto.

NOTA – Cuando se considere oportuno, se pueden emplear modelos de carga apropiados tomados de la Norma EN 1991-2.

#### 6.3.2.5 Acciones producidas por equipos especiales de mantenimiento

- (1) Los equipos especiales de mantenimiento deberían considerarse como cargas producidas por vehículos de transporte, véase el apartado 6.3.2.4.
- (2) La distribución de la carga, incluidas las dimensiones correspondientes al cálculo, debería determinarse para cada caso concreto.

### 6.3.3 Garajes y zonas de tráfico de vehículos (excepto puentes)

#### 6.3.3.1 Categorías

- (1)P Las zonas de tráfico y de aparcamiento en edificios se deben dividir en dos categorías en función de su accesibilidad para vehículos según la tabla 6.7.

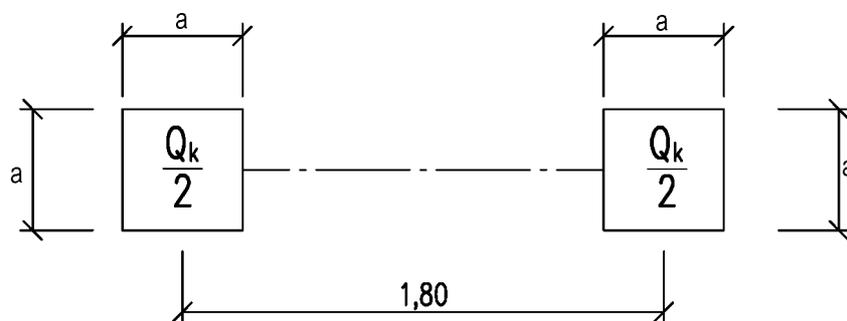
**Tabla 6.7**  
**Zonas de tráfico y de aparcamiento en edificios**

Categorías de zonas de tráfico	Uso específico	Ejemplos
F	Zonas de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros (vehículos de peso bruto $\leq 30$ kN y número de asientos $\leq 8$ , sin incluir el del conductor)	garajes; aparcamientos, edificios de aparcamientos.
G	Zonas de tráfico y de aparcamiento para vehículos medios (vehículos de peso bruto $>30$ kN y $\leq 160$ kN sobre 2 ejes)	rutas de acceso; zonas de carga y descarga de mercancías; zonas accesibles a camiones de bomberos (vehículos de peso bruto $\leq 160$ kN)
NOTA 1 – El acceso a zonas diseñadas como de categoría F debería estar limitado mediante medios físicos incorporados a la estructura.		
NOTA 2 – Las zonas diseñadas como de categorías F y G deberían estar señalizados mediante señales de aviso apropiadas.		

#### 6.3.3.2 Valores de las acciones

- (1) El modelo de carga que debería emplearse es el de un solo eje con una carga  $Q_k$  de dimensiones de acuerdo con la figura 6.2 y una carga uniformemente repartida  $q_k$ . Los valores característicos de  $Q_k$  y de  $q_k$  vienen dados en la tabla 6.8.

NOTA –  $q_k$  está previsto para la determinación de efectos generales y  $Q_k$  para efectos locales. El anexo nacional puede definir condiciones de uso de esta tabla diferentes.



NOTA – Para la categoría F (véase la tabla 6.8) el ancho de la superficie cuadrada es de 100 mm y para la categoría G (véase la tabla 6.8) el ancho de la superficie cuadrada es de 200 mm.

**Fig. 6.2 – Dimensiones de la carga del eje**

**Tabla 6.8**  
**Sobrecargas de uso en garajes y zonas de tráfico de vehículos**

Categorías de zonas de tráfico	$q_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$Q_k$ [kN]
<b>Categoría F</b> Peso bruto de vehículo: $\leq 30$ /kN	$q_k$	$Q_k$
<b>Categoría G</b> $30 \text{ kN} < \text{Peso bruto de vehículo} \leq 160 \text{ kN}$	5,0	$Q_k$
NOTA 1 – Para la categoría F, $q_k$ se puede escoger entre 1,5 kN/m <sup>2</sup> y <u>2,5</u> kN/m <sup>2</sup> y $Q_k$ se puede escoger entre 10 kN y <u>20</u> kN. NOTA 2 – Para la categoría G $Q_k$ se puede escoger entre 40 y <u>90</u> kN. NOTA 3 – Donde las notas 1 y 2 dan un rango de valores, el valor puede venir establecido en el anexo nacional. Los valores recomendados aparecen subrayados.		

(2) La carga por eje debería aplicarse sobre dos superficies cuadradas de 100 mm de lado para la categoría F y de 200 mm de lado para la categoría G en aquellas posiciones posibles que produzcan los efectos más adversos de la acción.

**6.3.4 Cubiertas**

**6.3.4.1 Categorías**

(1)P Las cubiertas se deben clasificar según su accesibilidad en tres categorías como se indica en la tabla 6.9. (principio tabla 6.9)

**Tabla 6.9**  
**Clasificación de las cubiertas en categorías**

Categorías de zonas de carga	Uso específico
H	Cubiertas no accesibles excepto para su mantenimiento normal y reparación
I	Cubiertas accesibles con una ocupación de acuerdo con las categorías A a D
K	Cubiertas accesibles para servicios especiales, tales como helipuertos

- (2) Las sobrecargas de uso en cubiertas de categoría H deberían ser aquellas dadas en la tabla 6.10. Las sobrecargas de uso en cubiertas de categoría I vienen dadas en las tablas 6.2, 6.4 y 6.8 según el uso específico.
- (3) Las cargas (exteriores) en cubiertas de categoría K que tengan zonas para el aterrizaje de helicópteros deberían ser (las correspondientes) a las clases HC de helicópteros, véase la tabla 6.11.

#### 6.3.4.2 Valores de las acciones

- (1) Para cubiertas de categoría H, los valores característicos mínimos  $Q_k$  y  $q_k$  que deberían usarse vienen dados en la tabla 6.10. Vienen dados con relación a la superficie de la cubierta en proyección en consideración.

**Tabla 6.10**  
**Sobrecargas de uso en cubiertas de categoría H**

Cubiertas	$q_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$Q_k$ [kN]
Categoría H	$q_k$	$Q_k$
NOTA 1 – Para la categoría H $q_k$ puede escogerse entre 0,00 kN/m <sup>2</sup> y 1,0 kN/m <sup>2</sup> y $Q_k$ puede escogerse entre 0,9 kN y 1,5 kN. Donde se da un rango de valores, los valores pueden venir establecidos en el anexo nacional. Los valores recomendados son: $q_k = 0,4 \text{ kN/m}^2, Q_k = 1,0 \text{ kN}$		
NOTA 2 – $q_k$ puede modificarse en el anexo nacional de acuerdo con la pendiente de la cubierta.		
NOTA 3 – Se puede asumir que $q_k$ actúa sobre una superficie A que puede definirse en el anexo nacional. El valor recomendado para A es de 10 m <sup>2</sup> , con un rango que va de cero hasta la superficie total de la cubierta.		
NOTA 4 – Véase también el apartado 3.3.2 (1).		

- (2) Los valores mínimos dados en la tabla 6.10 no tienen en cuenta la acumulación descontrolada de materiales de construcción que puedan ocurrir durante el mantenimiento.

NOTA – Véase también la Norma EN 1991-1-6 "Acciones durante la ejecución".

- (3)P En cubiertas, se deben hacer verificaciones por separado de la carga concentrada  $Q_k$  y la carga uniformemente repartida  $q_k$  que actúa independientemente
- (4) Las cubiertas, excepto las de planchas, deberían calcularse para resistir 1,5 kN en una superficie cuadrada de 50 mm de lado. Los elementos de cubierta con una superficie perfilada de una forma discontinua, deberían calcularse de forma que la carga concentrada  $Q_k$  actuase sobre la superficie efectiva prevista en la disposición de reparto de cargas.
- (5) Las acciones provenientes de helicópteros en zonas de aterrizaje en cubiertas de categoría K debería determinarse de acuerdo con la tabla 6.11, empleando también los factores dinámicos dados en 6.3.4.2 (6) y en la expresión (6.3).

**Tabla 6.11**  
**Sobrecargas de uso en cubiertas de la categoría K para helicópteros**

Clase de helicóptero	Carga $Q$ de despegue del helicóptero	Carga $Q_k$ de despegue	Dimensiones de la superficie de carga (m x m)
HC1	$Q \leq 20$ kN	$Q_k = 20$ kN	0,2 x 0,2
HC2	$20 \text{ kN} < Q \leq 60$ kN	$Q_k = 60$ kN	0,3 x 0,3

- (6) El factor dinámico  $\phi$  a aplicar a la carga  $Q_k$  de despegue, con el fin de tener en cuenta los efectos de impacto, puede ser  $\phi = 1,4$ .
- (7) Las escaleras de acceso y las pasarelas se deberían considerar como cargadas de acuerdo con la tabla 6.10 cuando se trate de cubiertas de pendiente  $< 20^\circ$ . En pasarelas que sean parte de una ruta de escape definida,  $q_k$  debería tomarse de acuerdo con la tabla 6.2. En pasarelas de servicio se debería tomar un mínimo valor característico  $Q_k$  de 1,5 kN.
- (8) En el cálculo de entramados y cierres de trampillas de acceso, excepto los acristalados, soportes de falsos techos visitables y estructuras similares, se deberían utilizar las siguientes cargas:
  - a) sin acceso: sin carga exterior;
  - b) con acceso: 0,25 kN/m<sup>2</sup> distribuidos por toda la superficie o la superficie soportada, y una carga concentrada de 0,9 kN colocada de tal forma que produzca tensiones máximas sobre el elemento afectado.

**6.4 Cargas horizontales en antepechos y tabiques que actúen como barreras**

- (1) Los valores característicos de la carga lineal  $q_k$  que actúa a la altura del tabique o de los antepechos, aunque nunca a más de 1,20 m, deberían tomarse de la tabla 6.12.

**Tabla 6.12**  
**Cargas horizontales sobre tabiques y antepechos**

Zonas de carga	$q_k$ [kN/m]
<b>Categoría A</b>	$q_k$
<b>Categoría B y C1</b>	$q_k$
<b>Categorías C2 –a C4 y D</b>	$q_k$
<b>Categoría C5</b>	$q_k$
<b>Categoría E</b>	$q_k$
<b>Categoría F</b>	Véase el anexo B
<b>Categoría G</b>	Véase el anexo B
<p>NOTA 1 – Para las categorías A, B y C1, <math>q_k</math> puede escogerse de entre los valores del rango 0,2 kN/m a 1,0 (<u>0,5</u>) kN/m.</p> <p>NOTA 2 – Para las categorías C2 a C4, <math>q_k</math> puede escogerse de entre los valores del rango 0,8 kN/m a <u>1,0</u> kN/m.</p> <p>NOTA 3 – Para la categoría C5, <math>q_k</math> puede escogerse de entre los valores del rango <u>3,0</u> kN/m a 5,0 kN/m.</p> <p>NOTA 4 – Para la categoría E, <math>q_k</math> puede escogerse de entre los valores del rango 0,8 kN/m a <u>2,0</u> kN/m. Para la categoría E las cargas horizontales dependen de la ocupación. Por lo tanto el valor de <math>q_k</math> se define como un valor mínimo y debería ser comprobado para una ocupación concreta.</p> <p>NOTA 5 – Cuando las NOTAS 1, 2, 3 y 4 establezcan un rango, el valor puede fijarse en el anexo nacional. El valor recomendado es el que aparece subrayado.</p> <p>NOTA 6 – El anexo nacional puede disponer cargas puntuales <math>Q_k</math> adicionales y/o especificaciones referentes a impactos por cuerpo blando para la verificación analítica o experimental.</p>	

- (2) Para zonas susceptibles de verse sometidas a aglomeraciones significativas asociadas a acontecimientos públicos, por ejemplo, estadios deportivos, graderíos, escenarios, salones de actos y salas de conferencias, la carga lineal debería tomarse de acuerdo con lo indicado para la categoría C5.

ANEXO A (Informativo)

**TABLAS DE PESOS ESPECÍFICOS NOMINALES DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN Y PESOS ESPECÍFICOS NOMINALES Y ÁNGULOS DE REPOSO DE MATERIALES ALMACENABLES**

**Tabla A.1**  
**Materiales de construcción - hormigón y mortero**

Materiales	Peso específico $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]
<b>Hormigón</b> (véase la Norma EN 206)	
Ligero	
Clase de peso específico LC 1,0	9,0 a 10,0 <sup>1)2)</sup>
Clase de peso específico LC 1,2	10,0 a 12,0 <sup>1)2)</sup>
Clase de peso específico LC 1,4	12,0 a 14,0 <sup>1)2)</sup>
Clase de peso específico LC 1,6	14,0 a 16,0 <sup>1)2)</sup>
Clase de peso específico LC 1,8	16,0 a 18,0 <sup>1)2)</sup>
Clase de peso específico LC 2,0	18,0 a 20,00 <sup>1)2)</sup>
Normal	24,0 <sup>1)2)</sup>
Pesado	> <sup>1)2)</sup>
<b>Mortero</b>	
Mortero de cemento	19,0 a 23,0
Mortero de yeso	12,0 a 18,0
Mortero de cemento y cal	18,0 a 20,0
Mortero de cal	12,0 a 18,0
1) Auméntese en 1,0 kN/m <sup>3</sup> para tener en cuenta el porcentaje de acero de armar y pretensar.	
2) Auméntese en 1,0 kN/m <sup>3</sup> para el hormigón fresco.	
NOTA – Véase el capítulo 4.	

**Tabla A.2**  
**Materiales de construcción - albañilería**

<b>Materiales</b>	<b>Peso específico <math>\gamma</math> [kN/m<sup>3</sup>]</b>
<b>Piezas de albañilería</b>	
de arcilla cocida	Véase el proyecto de Norma Europea prEN 771-1
de silicato cálcico	Véase el proyecto de Norma Europea prEN 771-2
de hormigón de áridos	Véase el proyecto de Norma Europea prEN 771-3
de hormigón aireado curado en autoclave	Véase el proyecto de Norma Europea prEN 771-4
de hormigón manufacturado	Véase el proyecto de Norma Europea prEN 771-5
bloques de vidrio, huecos	Véase el proyecto de Norma Europea prEN 1051
terracota	21,0
pedras naturales, véase el proyecto de Norma Europea prEN 771-6	
granito, sienita, pórfido	27,0 a 30,0
basalto, diorita, gabro	27,0 a 31,0
taquilita	26,0
lava basáltica	24,0
granwacka gris, arenisca	21,0 a 27,0
caliza densa	20,0 a 29,0
otras calizas	20,0
toba volcánica	20,0
gneis	30,0
pizarra	28,0
NOTA – Véase el capítulo 4.	

**Tabla A.3**  
**Materiales de construcción - madera**

<b>Materiales</b>	<b>Peso específico <math>\gamma</math> [kN/m<sup>3</sup>]</b>
<b>Madera</b> (véase la Norma EN 338 para las clases de resistencia de la madera)	
clase de resistencia de la madera C14	3,5
clase de resistencia de la madera C16	3,7
clase de resistencia de la madera C18	3,8
clase de resistencia de la madera C22	4,1
clase de resistencia de la madera C24	4,2
clase de resistencia de la madera C27	4,5
clase de resistencia de la madera C30	4,6
clase de resistencia de la madera C35	4,8
clase de resistencia de la madera C40	5,0
clase de resistencia de la madera D30	6,4
clase de resistencia de la madera D35	6,7
clase de resistencia de la madera D40	7,0
clase de resistencia de la madera D50	7,8
clase de resistencia de la madera D60	8,4
clase de resistencia de la madera D70	10,8
<b>Madera laminada encolada</b> (glulam) (véase la Norma EN 1194 para clases de resistencia de la madera)	
glulam homogéneo GL24h	3,7
glulam homogéneo GL28h	4,0
glulam homogéneo GL32h	4,2
glulam homogéneo GL36h	4,4
glulam mixto GL24c	3,5
glulam mixto GL28c	3,7
glulam mixto GL32c	4,0
glulam mixto GL36c	4,2
<b>Contrachapado</b>	
contrachapado de madera blanda	5,0
contrachapado de abedul	7,0
tablero de láminas y tablero de listones	4,5
<b>Tableros de partículas</b>	
tableros de virutas	7,0 a 8,0
tableros aglomerados de partículas con cemento	12,0
tablero de copos, O.S.B. (de fibras orientadas), tablero de láminas	7,0
<b>Tablero de fibras</b>	
tableros duros y extraduros	10,0
tablero de fibra de peso específico medio	8,0
tableros blandos	4,0
NOTA – Véase el capítulo 4.	

**Tabla A.4**  
**Materiales de construcción - metales**

Materiales	Peso específico $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]
<b>Metales</b>	
aluminio	27,0
latón	83,0 a 85,0
bronce	83,0 a 85,0
cobre	87,0 a 89,0
hierro, fundición	71,0 a 72,5
hierro, forjado	76,0
plomo	112,0 a 114,0
acero	77,0 a 78,5
zinc	71,0 a 72,0

**Tabla A.5**  
**Materiales de construcción - otros materiales**

Materiales	Peso específico $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]
<b>Otros materiales</b>	
Vidrio, roto	22,0
vidrio, en láminas	25,0
<b>Plásticos</b>	
lámina acrílica	12,0
poliestireno, expandido y en gránulos	0,3
espuma de vidrio	1,4
pizarra	28,0

**Tabla A.6**  
**Materiales de puentes**

<b>Materiales</b>	<b>Peso específico</b> $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]
<b>Pavimentos de puentes de carretera</b>	
"Asfalto fundido" y hormigón bituminoso	24,0 a 25,0
mástico asfáltico	18,0 a 22,0
asfalto apisonado en caliente	23,0
<b>Rellenos de puentes</b>	
arena (seca)	15,0 a 16,0 <sup>1)</sup>
balasto, árido grueso(suelto)	15,0 a 16,0 <sup>1)</sup>
encachados	18,5 a 19,5
escoria machacada	13,5 a 14,5 <sup>1)</sup>
gaviones	20,5 a 21,5
arcilla batida	18,5 a 19,5
<b>Pavimento de puentes de ferrocarril</b>	
capa de hormigón de protección	25,0
balasto normal (por ejemplo, granito, neis, etc.)	20,0
balasto basáltico	26,0
<b>Peso por unidad de longitud</b> <sup>2) 3)</sup>	
$g_k$ kN/m]	
<b>Estructuras con lecho de balasto</b>	
2 carriles UIC 60	1,2
traviesa de hormigón pretensado con bridas de vía	4,8
traviesa formada por dos bloques de hormigón unidos por angular metálico, con bridas	-
traviesa de madera con bridas	1,9
<b>Estructuras sin lecho de balasto</b>	
2 raíles UIC 60 con bridas de vía	1,7
2 raíles UIC 60 con bridas de vía, viga de puente y guardarraíles	4,9
1) En otra tabla aparecen como materiales almacenables.	
2) Excluye una tolerancia para balasto.	
3) Asume una distancia de 600 mm.	
NOTA 1 – Los valores para vías son también de aplicación fuera de los puentes de ferrocarril.	
NOTA 2 – Véase el capítulo 4.	

**Tabla A.7**  
**Materiales almacenables - edificación y construcción**

<b>Materiales</b>	<b>Peso específico <math>\gamma</math> [kN/m<sup>3</sup>]</b>	<b>Ángulo de reposo <math>\phi</math> [°]</b>
<b>Áridos</b> (véase la Norma EN 206)		
ligeros	9,0 a 20,0 <sup>1)</sup>	30
normales	20,0 a 30,0	30
pesados	> 30,0	30
<b>grava y arena</b> , a granel	15,0 a 20,0	35
<b>arena</b>	14,0 a 19,0	30
<b>escoria de alto horno</b>		
terrones	17,0	40
gránulos	12,0	30
machacados espumados	9,0	35
<b>arena de ladrillo</b> , ladrillo machacado, ladrillos rotos	15,0	35
<b>vermiculita</b>		
expandida, árido para hormigón	1,0	–
cruda, bruta	6,0 a 9,0	–
<b>bentonita</b>		
suelta	8,0	40
batida	11,0	–
<b>cemento</b>		
a granel	16,0	28
en sacos	15,0	–
<b>cenizas volantes</b>	10,0 a 14,0	25
<b>vidrio</b> , en láminas	25,0	–
<b>yeso</b> , molido	15,0	25
<b>ceniza volante de lignito</b>	15,0	20
<b>cal</b>	13,0	25
<b>piedra caliza</b> , polvo	13,0	25 a 27
<b>magnesita</b> , molida	12,0	–
<b>plásticos</b>		
polietileno, poliestireno granulado	6,4	30
cloruro de polivinilo, polvo	5,9	40
resina de poliéster	11,8	–
colas a base de resina	13,0	–
<b>agua</b> , dulce	10,0	–
1) Véase la tabla A.1 para las clases de peso específico del hormigón ligero.		
NOTA – Véase el capítulo 4.		

**Tabla A.8**  
**Productos almacenables - agrícolas**

<b>Productos</b>	<b>Peso específico <math>\gamma</math> [kN/m<sup>3</sup>]</b>	<b>Ángulo de reposo <math>\phi</math> [°]</b>
<b>de granja</b>		
estiércol (mínimo de 60% de sólidos)	7,8	–
estiércol (con paja seca)	9,3	45
estiércol seco de gallina	6,9	45
fango (máximo de 20% de sólidos)	10,8	–
<b>fertilizante, artificial</b>		
NPK, granulado	8,0 a 12,0	25
escoria básica, machacada	13,7	35
fosfatos, granulado	10,0 a 16,0	30
sulfato de potasio	12,0 a 16,0	28
urea	7,0 a 8,0	24
<b>forraje, verde, apilado suelto</b>	3,5 a 4,5	–
<b>grano</b>		
entero ( $\leq$ 14% de contenido de humedad salvo indicación contraria)		
general	7,8	30
cebada	7,0	30
orujo de cerveza (húmedo)	8,8	–
semillas de pastos	3,4	30
maíz a granel	7,4	30
maíz en sacos	5,0	–
avena	5,0	30
colza	6,4	25
centeno	7,0	30
trigo a granel	7,8	30
trigo en sacos	7,5	–
<b>cubos de hierba</b>	7,8	40
<b>heno</b>		
(en pacas)	1,0 a 3,0	–
(en rollos)	6,0 a 7,0	–
<b>pellejos y pieles</b>	8,0 a 9,0	–
<b>lúpulos</b>	1,0 a 2,0	25
<b>malta</b>	4,0 a 6,0	20
<b>harina de cereales</b>		
molida	7,0	45
en cubitos	7,0	40
<b>turba</b>		
seca, suelta, batida	1,0	35
seca, en pacas	5,0	–
húmeda	9,5	–
<b>ensilado</b>	5,0 a 10,0	–
<b>paja</b>		
a granel	0,7	–
en pacas	1,5	–
<b>tabaco en pacas</b>	3,5 a 5,0	–
<b>lana</b>		
a granel	3,0	–
en pacas	7,0 a 13,0	–

NOTA – Véase el capítulo 4.

**Tabla A.9**  
**Productos almacenables - alimentos**

Productos	Peso específico $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Ángulo de reposo $\phi$ [°]
<b>huevos</b> , en bandejas	4,0 a 5,0	
<b>harina</b>		
a granel	6,0	25
en sacos	5,0	-
<b>fruta</b>		
manzanas	8,3	30
sueeltas	6,5	-
en cajas	7,8	-
cerezas	5,9	-
peras	2,0	-
frambuesas, en bandejas	1,2	-
fresas, en bandejas	6,8	-
tomates,		
<b>azúcar</b>		
suelta, apilada	7,5 a 10,0	35
densa y ensacada	16,0	-
<b>vegetales, hortalizas</b>		
repollos	4,0	-
lechuga	5,0	-
<b>vegetales, legumbres</b>		
judías	8,1	35
- general	7,4	30
- soja	7,8	-
guisantes		
<b>vegetales, tubérculos</b>		
general	8,8	-
remolacha	7,4	40
zanahorias	7,8	35
cebollas	7	35
nabos	7	35
<b>patatas</b>		
a granel	7,6	35
en cajas	4,4	-
<b>remolacha de azúcar</b>		
secada y cortada	2,9	35
cruda	7,6	-
en tiras húmedas	10,0	-

NOTA - Véase el capítulo 4.

**Tabla A.10**  
**Productos almacenables - líquidos**

Productos	Peso específico $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]
<b>bebidas</b>	
cerveza	10,0
leche	10,0
agua, dulce	10,0
vino	10,0
<b>aceites naturales</b>	
aceite de ricino	9,3
glicerol (glicerina)	12,3
aceite de linaza	9,2
aceite de oliva	8,8
<b>líquidos y ácidos orgánicos</b>	
alcohol	7,8
éter	7,4
ácido clorhídrico (40% en peso)	11,8
alcohol de quemar	7,8
ácido nítrico (91% en peso)	14,7
ácido sulfúrico (30% en peso)	13,7
ácido sulfúrico (87% en peso)	17,7
trementina, aguarrás	8,3
<b>Hidrocarburos</b>	
anilina	9,8
bencina (benzol)	8,8
alquitrán	10,8 a 12,8
creosota	10,8
nafta	7,8
parafina (keroseno)	8,3
bencina (benzolina)	6,9
aceite, crudo (petróleo)	9,8 a 12,8
gasóleo	8,3
fuel	7,8 a 9,8
viscoso	12,3
lubricante	8,8
gasolina	7,4
gas líquido	
butano	5,7
propano	5,0
<b>Otros líquidos</b>	
mercurio	133
minio	59
blanco de plomo, en aceite	38
fango, más del 50% en volumen de agua	10,8

NOTA - Véase el capítulo 4.

**Tabla A.11**  
**Productos almacenables - combustibles sólidos**

Productos	Peso específico $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Ángulo de reposo $\phi$ [°]
<b>carbón vegetal</b>		
con aire	4	–
sin aire	15	–
<b>carbón</b>		
bricks, sin apilar	8	35
bricks, apiladas	13	–
pastillas ovaladas	8,3	30
carbón, natural de mina	10	35
carbón en piscinas de lavado	12	–
polvo de carbón	7	25
coque	4,0 a 6,5	35 a 45
entrefinos de cantera	12,3	35
restos de lavado en hulleras	13,7	35
todos los otros tipos de carbón	8,3	30 a 35
<b>leña</b>	5,4	45
<b>lignito</b>		
pastillas prismáticas, sin apilar	7,8	30
pastillas prismáticas, apiladas	12,8	–
húmeda	9,8	30 a 40
seca	7,8	35
polvo	4,9	25 a 40
cok de baja temperatura	9,8	40
<b>turba</b>		
negra, seca, firmemente prensada	6 a 9	–
negra, secada, suelta	3 a 6	45

NOTA – Véase el capítulo 4.

**Tabla A.12**  
**Productos almacenables - industriales y en general**

<b>Productos</b>	<b>Peso específico <math>\gamma</math> [kN/m<sup>3</sup>]</b>	<b>Ángulo de reposo <math>\phi</math> [°]</b>
<b>Libros y documentos</b>		
libros y documentos, densamente almacenados	6,0 8,5	– –
<b>Estanterías y archivadores</b>	6,0	–
<b>ropa y trapos</b> , en fardos	11,0	–
<b>hielo</b> , en bloque	8,5	–
<b>cuero</b> , apilado	10,0	–
<b>papel</b>		
en rollos	15,0	–
apilado	11,0	–
<b>caucho</b>	10,0 a 17,0	–
<b>sal de roca</b>	22,0	45
<b>sal</b>	12,0	40
<b>serrín</b>		
seco, en sacos	3,0	–
seco, suelto	2,5	45
húmedo, suelto	5,0	45
<b>alquitrán, betún</b>	14,0	–
NOTA – Véase el capítulo 4.		

## ANEXO B (Informativo)

## MUROS Y PRETILES EN APARCAMIENTOS

B(1) Los muros y pretilas en zonas de aparcamiento de coches deberían diseñarse para resistir las cargas horizontales dadas en B(2).

B(2) La fuerza horizontal característica  $F$  (en kN), que debe soportar una barrera resistente al choque de un vehículo, se supone uniformemente repartida en una longitud de 1,5 m de barrera y perpendicular a ésta, viene dada por:

$$F = 0,5 m v^2 / (\delta_c + \delta_b)$$

donde

$m$  es la masa total de un vehículo, en kg;

$v$  es la velocidad del vehículo, en m/s, normal a la barrera;

$\delta_c$  es la deformación del vehículo, en mm;

$\delta_b$  es la deformación de barrera, en mm.

B(3) Cuando un aparcamiento se proyecte para vehículos de una masa total superior a 2 500 kg, la fuerza se determina utilizando los siguientes valores:

$m = 1\,500$  kg;

$v = 4,5$  m/s;

$\delta_c = 100$  mm salvo que se disponga de mejor evidencia.

Para una barrera rígido, en la que  $\delta_b$  puede ser cero, la fuerza característica  $F$  que se toma para vehículos de hasta 2 500 kg de masa total es de 150 kN.

B(4) Cuando un aparcamiento se proyecte para vehículos de una masa total superior a 2 500 kg, la fuerza se determina utilizando los siguientes valores:

$m$  = la masa total real del vehículo para el que se ha proyectado el aparcamiento, en kg;

$v = 4,5$  m/s;

$\delta_c = 100$  mm salvo que se disponga de mejor evidencia.

B(5) La fuerza determinada según B(3) y B(4) puede considerarse que actúa a la altura de parachoques. En el caso de aparcamientos previstos para vehículos cuya masa total no exceda los 2 500 kg, esta altura puede tomarse como de 375 mm por encima del nivel del suelo.

B(6) Las barreras de las rampas de acceso a aparcamientos tienen que resistir la mitad de la fuerza determinada en B(3) y B(4), actuando a una altura de 610 mm por encima de la rampa.

B(7) Las barreras en el fondo de los tramos rectos de rampa descendente que tengan más de 20 m tienen que resistir el doble de la fuerza determinada en B(3) actuando a una altura de 610 mm por encima de la rampa.

## **BIBLIOGRAFÍA**

ISO 2394 – *Principios generales sobre la fiabilidad de las estructuras.*

ISO 3898 – *Bases de cálculo de estructuras. Notaciones. Símbolos generales.*

ISO 0930 – *Principios generales sobre la fiabilidad de las estructuras. Lista de términos equivalentes.*

---

---

**AENOR** Asociación Española de  
Normalización y Certificación

Dirección C Génova, 6  
28004 MADRID-España

Teléfono 91 432 60 00

Fax 91 310 40 32

AENOR AUTORIZA EL USO DE ESTE DOCUMENTO A UNIVERSIDAD POLITECNICA MADRID