

Julio 2004

TÍTULO

Eurocódigo 1: Acciones en estructuras

Parte 1-3: Acciones generales

Cargas de nieve

Eurocode 1: Actions on structures. Part 1-3: General actions. Snow loads.

Eurocode 1: Actions sur les structures. Partie 1-3: Actions générales. Charges de neige.

CORRESPONDENCIA

Esta norma es la versión oficial, en español, de la Norma Europea EN 1991-1-3 de julio de 2003.

OBSERVACIONES

Esta norma anula y sustituye a la Norma UNE-ENV 1991-2-3 de marzo de 1998.

ANTECEDENTES

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

Editada e impresa por AENOR
Depósito legal: M 31695:2004

© AENOR 2004
Reproducción prohibida

LAS OBSERVACIONES A ESTE DOCUMENTO HAN DE DIRIGIRSE A:

AENOR

C Génova, 6
28004 MADRID-España

Asociación Española de
Normalización y Certificación

Teléfono 91 432 60 00
Fax 91 310 40 32

55 Páginas

Grupo 701

Versión en español

Eurocódigo 1: Acciones en estructuras
Parte 1-3: Acciones generales
Cargas de nieve

Eurocode 1: Actions on structures.
Part 1-3: General actions. Snow loads.

Eurocode 1: Actions sur les structures.
Partie 1-3: Actions générales. Charges de
neige.

Eurocode 1: Einwirkungen auf
Tragwerke. Teil 1-3: Allgemeine
Einwirkungen, Schneelasten.

Esta norma europea ha sido aprobada por CEN el 2002-10-09. 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, Eslovaquia, España, Finlandia, Francia, Hungría, 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

	Página
ANTECEDENTES	6
CAPÍTULO 1 GENERALIDADES	
1.1 Objeto y campo de aplicación	10
1.2 Normas para consulta	11
1.3 Hipótesis	11
1.4 Distinción entre Principios y Reglas de Aplicación	11
1.5 Proyecto asistido mediante ensayos	11
1.6 Términos y definiciones	11
1.7 Símbolos	12
CAPÍTULO 2 CLASIFICACIÓN DE LAS ACCIONES	
CAPÍTULO 3 SITUACIONES DE PROYECTO	
3.1 Generalidades	15
3.2 Condiciones normales	15
3.3 Condiciones excepcionales	15
CAPÍTULO 4 CARGA DE NIEVE A NIVEL DEL TERRENO	
4.1 Valor característico	17
4.2 Otros valores representativos	17
4.3 Tratamiento de la carga excepcional de nieve a nivel de terreno	18
CAPÍTULO 5 CARGAS DE NIEVE SOBRE CUBIERTAS	
5.1 Naturaleza de la carga	19
5.2 Posiciones de la carga	19
5.3 Coeficientes de forma de cubiertas	21
5.3.1 Generalidades	21
5.3.2 Cubiertas inclinadas con una sola pendiente	21
5.3.3 Cubiertas a dos aguas	23
5.3.4 Cubiertas de inclinaciones múltiples	24
5.3.5 Cubiertas cilíndricas	24
5.3.6 Extremos de cubiertas colindantes o próximos a obras más altas.	26
CAPÍTULO 6 EFECTOS LOCALES	
6.1 Generalidades	28
6.2 Acumulaciones por cubriciones u obstáculos	28
6.3 Nieve que sobresale del borde de una cubierta	29
6.4 Carga de nieve sobre defensas contra la nieve y otros obstáculos	30

ANEXO A (Normativo)	SITUACIONES DE PROYECTO Y DISPOSICIONES DE LAS CARGAS A EMPLEAR EN DIFERENTES EMPLAZAMIENTOS.....	31
ANEXO B (Normativo)	COEFICIENTE DE FORMA DE LA CARGA DE NIEVE PARA ACUMULACIONES EXCEPCIONALES DE NIEVE.....	32
ANEXO C (Informativo)	MAPAS EUROPEOS DE CARGA DE NIEVE.....	37
ANEXO D (Informativo)	AJUSTE DE LA CARGA DE NIEVE A NIVEL DEL TERRENO EN FUNCIÓN DEL PERIODO DE RETORNO.....	52
ANEXO E (Informativo)	PESO ESPECÍFICO DE LA NIEVE.....	54
	BIBLIOGRAFÍA.....	55

ANTECEDENTES

Esta Norma Europea 1991-1-3:2003 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 enero de 2004, y todas las normas nacionales técnicamente divergentes deben anularse antes de finales de enero de 2004.

CEN/TC250 es responsable de todos los Eurocódigos estructurales.

Este documento sustituye a la Norma ENV 1991-2-3:1995.

Los anexos A y B son normativos. Los anexos C, D y E 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, Eslovaquia, España, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, 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 la Comunidad Europea 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 estructuras 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 Director 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 acuerdo¹⁾ 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 fines:

- como medio para demostrar el cumplimiento en las obras de edificación y de ingeniería civil de los requisitos esenciales de la Directiva del Consejo 89/106/CEE, en particular con el Requisito Esencial nº 1 - Resistencia mecánica y estabilidad - y del Requisito Esencial nº 2 - Seguridad en caso de incendio;
- como base para especificar los contratos de las obras de construcción 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 la Comunidad Europea y el Comité Europeo de Normalización (CEN) referente al trabajo sobre los EUROCÓDIGOS para el proyecto de edificios y de obras de ingeniería civil.

Los Eurocódigos, en la medida en que están relacionados con las construcciones, tienen una relación directa con los Documentos Interpretativos²⁾ a los que hace referencia el artículo 12 de la DPC, aunque son de distinta naturaleza que las normas armonizadas de producto³⁾. Por ello, los Comités Técnicos del CEN y/o los Grupos de Trabajo de la EOTA que trabajen sobre normas de producto deben considerar de manera adecuada los aspectos técnicos 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 habitual 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, un 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 las obras de edificación y de ingeniería civil a construir en el país correspondiente, es decir:

- los valores y/o las clases sobre los que 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 los productos de construcción y las reglas técnicas de las obras⁴⁾. Aún más, toda la información que acompañe al marcado CE de los productos de construcción y que se refiera a los Eurocódigos debe 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 nº 1 y en parte del Requisito Esencial nº 2.

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 1991-1-3

La Norma EN 1991-1-3 define las acciones y da indicaciones de diseño relativos a las cargas de nieve para el diseño estructural de edificios y obras de ingeniería civil.

La Norma EN 1991-1-3 está destinada a clientes, proyectistas, contratistas y autoridades públicas.

La Norma EN 1991-1-3 esta pensada para que se utilice, junto con la Norma EN 1990:2002, 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 1991-1-3

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 1991-1-3 debería tener un anexo nacional que contenga todos los Parámetros de Determinación Nacional a emplear en el proyecto de obras de edificación y de ingeniería civil a construir en el país correspondiente.

En la Norma EN 1991-1-3 se permite la elección de opciones nacionales en los apartados siguientes:

- 1.1(2), 1.1. (4)
- 2 (3), 2 (4)
- 3.3(1), 3.3(3)
- 4.1(1), 4.2(1), 4.3(1)
- 5.2(1), 5.2(4), 5.2(5), 5.2(6), 5.2(7), 5.3.3(4), 5.3.4(3), 5.3.5(1), 5.3.5(3), 5.3.6(1), 5.3.6(3)
- 6.2(2), 6.3(1), 6.3(2)
- A(1) (en la tabla A.1)

CAPÍTULO 1 GENERALIDADES

1.1 Objeto y campo de aplicación

- (1) La Norma EN 1991-1-3 da indicaciones para la determinación de los valores de las cargas de nieve que se emplean en el proyecto estructural de edificios y obras civiles.
- (2) Esta parte no es de aplicación en emplazamientos situados a más de 1 500 m de altura, excepto si se especifica lo contrario.

NOTA 1 – Se pueden encontrar indicaciones relativas a la acción de la nieve a considerar en altitudes mayores de 1 500 m en el anexo nacional.

- (3) El anexo A proporciona información acerca de las situaciones de proyecto y de las posiciones de las cargas que se deben emplear en diferentes emplazamientos.

NOTA – Estos diferentes emplazamientos pueden ser definidos en el anexo nacional.

- (4) El anexo B proporciona los diferentes coeficientes de forma que se emplean para considerar acumulaciones excepcionales de nieve.

NOTA – En el anexo nacional se permite el empleo del anexo B.

- (5) El anexo C define los valores característicos de la carga de nieve a nivel de terreno basándose en los resultados de un trabajo llevado a cabo en el marco en un Contrato específico para este Eurocódigo, por la DGIII/D3 de la Comisión Europea.

Los objetivos de este anexo son:

- dar información a las Autoridades Competentes que les ayude a redefinir y actualizar sus mapas nacionales;
 - servir de ayuda para asegurar que los procedimientos armonizados empleados para definir los mapas incluidos en este anexo se utilizan en los países miembros para el tratamiento de los datos básicos de nieve.
- (6) El anexo D da indicaciones para ajustar el valor de la carga de nieve a nivel del terreno para diferentes periodos de retorno.
 - (7) El anexo E da información acerca del peso específico de la nieve.
 - (8) Esta parte no proporciona indicaciones acerca de aspectos especiales de la carga de nieve, tales como:
 - acción del impacto de la nieve producido por deslizamiento de la nieve o por caída desde una cubierta de un nivel superior;
 - acción adicional del viento que puede producirse por cambios en la forma o tamaño de la obra debido a la presencia de la nieve o a la aparición de hielo;
 - acción de la nieve en lugares en que está presente durante todo el año;
 - acción del hielo;
 - acción lateral de nieve (por ejemplo debida a acumulaciones de nieve);
 - acción de la nieve en puentes.

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).

EN 1990:2002 – *Eurocódigos: Bases de cálculo de estructuras.*

EN 1991-1-1:2002 – *Eurocódigo 1: Acciones en estructuras. Parte 1-1: Acciones generales. Pesos específicos, pesos propios y sobrecargas de uso en edificios.*

NOTA – Las siguientes normas europeas, ya publicadas o en preparación, son citadas en capítulos y apartados normativos.

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

1.3 Hipótesis

Las consideraciones e hipótesis que figuran en el apartado 1.3 de la Norma EN 1990:2002 son de aplicación en la Norma EN 1991-1-3.

1.4 Distinción entre Principios y Reglas de Aplicación

Las reglas dadas en el apartado 1.4 de la Norma EN 1990:2002 son de aplicación en la Norma EN 1991-1-3.

1.5 Proyecto asistido mediante ensayos

En ciertas condiciones se pueden utilizar ensayos y métodos numéricos probados y/o adecuadamente verificados para determinar las cargas de nieve.

NOTA – Estas condiciones o circunstancias son las que se acuerden para un proyecto individual entre el cliente y la Autoridad correspondiente.

1.6 Términos y definiciones

A los efectos de esta norma europea son de aplicación los términos y definiciones dados en el apartado 1.5 de la Norma EN 1990:2002, junto con las siguientes.

1.6.1 valor característico de la carga de nieve a nivel del terreno: Carga de nieve a nivel del terreno con una probabilidad anual de ser excedida del 0,02, excluyendo acciones excepcionales de la nieve.

1.6.2 altitud del emplazamiento: Altura sobre el nivel del mar del emplazamiento donde se ubicará la estructura, o donde está ubicada la estructura en caso de que se trate de una estructura existente.

1.6.3 carga excepcional de nieve a nivel del terreno: Carga de una capa de nieve a nivel del terreno producida por una nevada que tenga una probabilidad de ocurrencia excepcionalmente infrecuente.

NOTA – Véanse las notas de los apartados 2(3) y 4.3(1).

1.6.4 valor característico de la carga de nieve sobre una cubierta: Es el producto de la carga característica de nieve a nivel del terreno y de unos coeficientes adecuados.

NOTA – Estos coeficientes se deben tomar de tal forma que la probabilidad de la carga de nieve sobre la cubierta no supere la probabilidad del valor característico de la carga de nieve a nivel del terreno.

1.6.5 carga de nieve sobre una cubierta sin acumulaciones: Posición de la carga definida por una distribución uniforme de la carga de nieve sobre la cubierta, considerando sólo la forma de la cubierta, sin tener en cuenta ninguna redistribución de la nieve producida por cualquier otra acción climática.

1.6.6 carga de nieve sobre una cubierta con acumulaciones: Posición de la carga definida por la distribución de la nieve resultante del movimiento de la nieve de un sitio a otro en una cubierta, por ejemplo, debido a la acción del viento.

1.6.7 coeficiente de forma de una cubierta sometido a la acción de la nieve: Relación entre la carga de nieve en la cubierta con respecto a la carga de nieve sin acumulaciones al nivel del terreno, sin considerar la influencia de la exposición ni de los efectos térmicos.

1.6.8 coeficiente térmico: Coeficiente que define la reducción de la carga de nieve sobre una cubierta en función del flujo de calor a través de la cubierta, que provoca que la nieve se derrita.

1.6.9 coeficiente de exposición: Coeficiente que define la reducción o el incremento de la carga en la cubierta de un edificio sin calefacción como una fracción de la carga característica de la nieve a nivel del terreno.

1.6.10 carga debida a acumulaciones excepcionales de nieve: Posición de la carga que representa la carga de una capa de nieve en una cubierta que resulta de una configuración de una nevada que tiene una probabilidad de ocurrencia excepcionalmente infrecuente.

1.7 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.

(2) El apartado 1.6 de la Norma EN 1990:2002 ofrece una lista básica de símbolos, y los símbolos adicionales indicados a continuación son específicos de esta parte.

Letras latinas mayúsculas

C_e Coeficiente de exposición

C_t Coeficiente térmico

C_{est} Coeficiente para cargas excepcionales de nieve

A Altura sobre el nivel del mar [m]

S_e Carga de nieve por unidad de longitud debida a salientes en voladizos [kN/m]

F_s Fuerza por unidad de longitud producida por el deslizamiento de una masa de nieve [kN/m]

Letras latinas minúsculas

b Anchura de la obra [m]

d Espesor de la capa de nieve [m]

h Altura de la obra [m]

k Coeficiente que tiene en cuenta la forma irregular de la nieve (véase también el apartado 6.3)

l_s Longitud de la acumulación de nieve o del área cargada de nieve [m]

s	Carga de nieve en la cubierta [kN/m ²]
s_k	Valor característico de la carga de nieve a nivel del terreno en el emplazamiento que corresponda [kN/m ²]
s_{Ad}	Valor de cálculo de la carga excepcional de nieve a nivel del terreno [kN/m ²]

Letras griegas minúsculas

α	Inclinación de la cubierta, medida con respecto a la horizontal [°]
β	Ángulo formado por la horizontal y la tangente a una cubierta cilíndrica [°]
γ	Peso específico de la nieve [kN/m ³]
μ	Coefficiente de forma de la carga de nieve
ψ_0	Factor del valor de combinación de una acción variable
ψ_1	Factor del valor frecuente de una acción variable
ψ_2	Factor del valor cuasi permanente de una acción variable

NOTA – A los efectos de esta norma son de aplicación las unidades indicadas en la lista anterior.

CAPÍTULO 2 CLASIFICACIÓN DE LAS ACCIONES

- (1)P Las cargas de nieve se deben clasificar como acciones variables y fijas (véase también el apartado 5.2) a no ser que se especifique lo contrario en esta norma, véanse los apartados 4.1.1 (1)P y 4.1.1 (4) de la Norma EN 1990:2002.
- (2) Las cargas de nieve consideradas en esta norma deberían clasificarse como acciones estáticas, véase el apartado 4.1.1 (4) de la Norma EN 1990:2002.
- (3) De acuerdo con el apartado 4.1.1 (2) de la Norma EN 1990:2002, en las condiciones particulares indicadas en el apartado 1.6.3, las cargas excepcionales de nieve pueden considerarse como acciones accidentales, en función de su ubicación geográfica.

NOTA – El anexo nacional puede indicar las condiciones de aplicación (que pueden referirse a localizaciones geográficas) de este apartado.

- (4) De acuerdo con el apartado 4.1.1 (2) de la Norma 1990:2002, en las condiciones particulares definidas en el apartado 1.6.10, las cargas debidas a acumulaciones excepcionales de nieve pueden considerarse como acciones accidentales, dependiendo de su ubicación geográfica.

NOTA – El anexo nacional puede indicar las condiciones de aplicación (que pueden referirse a localizaciones geográficas) de este apartado.

CAPÍTULO 3 SITUACIONES DE PROYECTO

3.1 Generalidades

- (1)P Las correspondientes cargas de nieve a considerar se deben determinar para cada una de las situaciones de proyecto identificadas, de acuerdo con lo indicado en el apartado 3.5 de la Norma EN 1990:2002.
- (2) Se debería considerar la situación de proyecto persistente/transitoria para estudiar los efectos locales descritos en el capítulo 6.

3.2 Condiciones normales

- (1) En lugares donde no es previsible que ocurran nevadas excepcionales (véase apartado 2(3)) ni que se produzcan acumulaciones excepcionales de nieve (véase el apartado 2(4)), se debería considerar la situación de proyecto persistente/transitoria para las posiciones de carga con o sin acumulaciones determinadas en la aplicación del punto a) del apartado 5.2(3)P y del apartado 5.3.

NOTA – Véase el caso A del anexo A.

3.3 Condiciones excepcionales

- (1) En emplazamientos en los que puedan ocurrir nevadas excepcionales (véase el apartado 2(3)) pero en los que no es habitual que se produzcan acumulaciones excepcionales (véase el apartado 2(4)), es de aplicación lo siguiente:
 - a) se debería considerar la situación de proyecto persistente/transitoria para las posiciones de carga con o sin acumulaciones, determinadas cuando se aplican el punto a) del apartado 5.2(3)P y el apartado 5.3, y
 - b) se debería considerar la situación de proyecto accidental para las posiciones de carga con o sin acumulaciones, determinadas cuando se aplican los apartados 4.3, 5.3 y el punto b) del apartado 5.2(3)P.

NOTA 1 – Véase el caso B1 del anexo A.

NOTA 2 – El anexo nacional puede definir qué situación de proyecto se ha de considerar para los efectos locales particulares definidos en el capítulo 6.

- (2) En emplazamientos en los que no suelen ocurrir nevadas excepcionales (véase el apartado 2(3)) pero en los que es habitual que se produzcan acumulaciones excepcionales (véase el apartado 2(4)), es de aplicación lo siguiente:
 - a) se debería considerar la situación de proyecto persistente/transitoria para las posiciones de carga con o sin acumulaciones, determinadas cuando se aplican el punto a) del apartado 5.2(3)P y el apartado 5.3, y
 - b) se debería considerar la situación de proyecto accidental para los casos de carga de nieve determinados cuando se aplican el punto c) del apartado 5.2(3)P y el anexo B.

NOTA 1 – Véase el caso B2 del anexo A.

- (3) En emplazamientos en los que puedan ocurrir nevadas excepcionales (véase el apartado 2(3)) y en los que también puedan presentarse acumulaciones excepcionales (véase el apartado 2(4)), es de aplicación lo siguiente:
 - a) se debería considerar la situación de proyecto persistente/transitoria para las posiciones de carga con o sin acumulaciones, determinadas al aplicar el punto a) del apartado 5.2(3)P a) y el apartado 5.3, y

- b) se debería considerar la situación de proyecto accidental para las posiciones de carga con o sin acumulaciones, determinadas al aplicar los apartados 4.3, 5.3 y el punto b) del apartado 5.2(3)P.
- c) se debería considerar la situación de proyecto accidental para los casos de carga de nieve determinados al aplicar el punto c) del apartado 5.2(3)P y el anexo B.

NOTA 1 – Véase el caso B3 del anexo A.

NOTA 2 – El anexo nacional puede definir que situación de proyecto se ha de considerar para los efectos locales particulares definidos en el capítulo 6.

CAPÍTULO 4 CARGA DE NIEVE A NIVEL DEL TERRENO

4.1 Valor característico

- (1) El valor característico de la carga de nieve a nivel del terreno (s_k) se debería determinar conforme a lo indicado en el apartado 4.1.2 (7)P de la Norma EN 1990:2002 y a la definición del valor característico de la carga de nieve a nivel del terreno dada en el apartado 1.6.1.

NOTA 1 – El anexo nacional especifica los valores característicos que se emplean. Con el fin de cubrir condiciones locales poco frecuentes, el anexo nacional puede, adicionalmente, permitir al cliente y a la Autoridad Competente que alcancen un acuerdo sobre un valor característico diferente del que se especifica para un proyecto genérico.

NOTA 2 – En el anexo C se define el mapa europeo de carga de nieve a nivel de terreno, como resultado de los trabajos auspiciados por la DGIII/D-3. El anexo nacional puede hacer referencia a este mapa para eliminar o reducir las incongruencias que pudieran aparecer en las fronteras entre países.

- (2) En casos especiales en los que sean necesarios datos más ajustados, se puede ajustar el valor de la carga de nieve a nivel de terreno (s_k) mediante un análisis estadístico apropiado que considere registros de un periodo largo en una zona abrigada cercana al emplazamiento.

NOTA 1 – El anexo nacional puede dar indicaciones complementarias.

NOTA 2 – Dado que es habitual que aparezca una dispersión considerable en lo que respecta a los valores invernales extremos, no se considerarán periodos de registro menores de 20 años.

- (3) En ubicaciones específicas, donde los registros de nieve muestren valores individuales excepcionales que no puedan ser tratados con métodos estadísticos normales, se deberían determinar los valores característicos sin tener en cuenta estos valores excepcionales. Se pueden considerar los valores excepcionales fuera del rango de aplicación de los métodos estadísticos normales de acuerdo a lo indicado en el apartado 4.3.

4.2 Otros valores representativos

- (1) De acuerdo con lo expuesto en el apartado 4.1.3 de la Norma EN 1990:2002, los otros valores representativos de la carga de nieve sobre una cubierta son los siguientes:

- Valor de combinación $\psi_0 s$
- Valor frecuente $\psi_1 s$
- Valor cuasi permanente $\psi_2 s$

NOTA – Los valores de ψ pueden ser definidos en el anexo nacional de la Norma EN 1990:2002. Los valores recomendados de los coeficientes ψ_0 , ψ_1 y ψ_2 para edificios dependen del emplazamiento y deberían ser tomados de la tabla A1.1 de la Norma EN 1990:2002 o de la tabla 4.1 que sigue, que ofrecen una información idéntica referente a la carga de nieve.

Tabla 4.1
Valores recomendados de los coeficientes ψ_0 , ψ_1 y ψ_2 para diferentes emplazamientos de edificios

Región	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Finlandia Islandia Noruega Suecia	0,70	0,50	0,20
Emplazamientos del resto de Estados Miembro de CEN situados a más de 1 000 m de altitud sobre el nivel del mar	0,70	0,50	0,20
Emplazamientos del resto de Estados Miembro de CEN situados a 1 000 m o menos de altitud sobre el nivel del mar	0,50	0,20	0,00

4.3 Tratamiento de la carga excepcional de nieve a nivel del terreno

En emplazamientos en los que puedan producirse cargas excepcionales de nieve a nivel del terreno, éstas pueden determinarse como:

$$s_{Ad} = C_{esl} s_k \quad (4.1)$$

donde

s_{Ad} es el valor de cálculo de la carga excepcional de nieve a nivel del terreno en el emplazamiento en cuestión;

C_{esl} es el coeficiente de cargas excepcionales de nieve;

s_k es el valor característico de la carga de nieve a nivel del terreno en el emplazamiento en cuestión.

NOTA – El anexo nacional puede establecer el valor del coeficiente C_{esl} . El valor recomendado para el coeficiente C_{esl} es 2,0 (véase también el apartado 2(3)).

CAPÍTULO 5 CARGAS DE NIEVE SOBRE CUBIERTAS

5.1 Naturaleza de la carga

- (1)P El cálculo debe considerar que la nieve puede depositarse sobre una cubierta dando lugar a diferentes configuraciones.
- (2) Las propiedades de una cubierta y otros factores que pueden provocar distintas configuraciones incluyen las siguientes características:
- a) la forma de la cubierta;
 - b) sus propiedades térmicas;
 - c) la rugosidad de la superficie;
 - d) la cantidad de calor generada bajo la cubierta;
 - e) la proximidad de edificios cercanos;
 - f) el terreno circundante;
 - g) la meteorología local, en particular, el régimen de vientos, las variaciones de temperatura, y la probabilidad de precipitaciones (de lluvia o de nieve).

5.2 Posiciones de la carga

- (1) Se deben considerar las dos disposiciones de carga siguientes:
- carga sin acumulaciones en cubiertas (véase el apartado 1.6.5);
 - acumulaciones de carga en cubiertas (véase el apartado 1.6.6).
- (2) Las disposiciones de carga se deberían determinar mediante el apartado 5.3 y el anexo B donde así se especifique, conforme a lo indicado en el apartado 3.3.

NOTA – El anexo nacional puede determinar la utilización del anexo B para las formas de cubiertas definidas en los apartados 5.3.4, 5.3.6 y 6.2 y se aplicará normalmente en emplazamientos concretos donde la nieve se derrita y desaparezca entre dos nevadas consecutivas, y también cuando se prevea la aparición de vientos de intensidad moderada a fuerte durante la nevada.

- (3)P La carga de nieve se debe determinar como sigue:

- a) para situaciones de proyecto persistentes/transitorias

$$s = \mu_i C_e C_t s_k \quad (5.1)$$

- b) para situaciones de proyecto accidentales donde la carga excepcional de nieve es la acción accidental (excepto para los casos cubiertos por el punto c) del apartado 5.2 (3) P)

$$s = \mu_i C_e C_t s_{Ad} \quad (5.2)$$

NOTA – Véase el apartado 2(3).

- c) para las situaciones de proyecto accidentales donde la carga excepcional de nieve acumulada es la acción accidental y para los casos en los que es de aplicación el anexo B

$$s = \mu_i s_k \quad (5.3)$$

NOTA – Véase el apartado 2(4).

donde

μ_i es el coeficiente de forma de la carga de nieve (véase el apartado 5.3 y el anexo B);

s_k es el valor característico de la carga de nieve a nivel del terreno;

s_{Ad} es el valor de cálculo de la carga excepcional de nieve a nivel del terreno para un emplazamiento dado (véase el apartado 4.3);

C_e es el coeficiente de exposición;

C_t es el coeficiente térmico.

- (4) Se debería considerar que la carga actúa verticalmente y que se refiere al área de la proyección horizontal de la cubierta.
- (5) Si se prevén acumulaciones o redistribuciones artificiales de la nieve sobre la cubierta, se deberían considerar disposiciones de las cargas compatibles.

NOTA 1 – Las disposiciones de carga deducidas en este capítulo se han obtenido considerando la forma natural de deposición de la nieve.

NOTA 2 – El anexo nacional puede dar indicaciones complementarias.

- (6) En regiones en las que es previsible que llueva sobre la nieve caída, y que se produzcan procesos de hielo-deshielo, se deberían incrementar las cargas de nieve, especialmente si la nieve o el hielo puede obstruir el sistema de drenaje de la cubierta.

NOTA – El anexo nacional puede dar indicaciones complementarias.

- (7) Se debería emplear el coeficiente de exposición C_e para determinar la carga de nieve en la cubierta. La elección de C_e debería considerar situaciones futuras del emplazamiento. C_e debería tomarse igual a 1,0, a no ser que se especifique lo contrario para topografías diferentes.

NOTA – El anexo nacional puede dar valores de C_e para diferentes topografías. Los valores recomendados se indican en la tabla 5.1 siguiente.

Tabla 5.1
Valores recomendados de C_e para diferentes topografías

Topografía	C_e
Expuesta al viento ^a	0,8
Normal ^b	1,0
Protegida ^c	1,2
^a <i>Topografía expuesta al viento:</i> áreas llanas, sin obstáculos, expuestas en todos sus frentes o poco protegidas por el terreno, por construcciones más altas o por árboles. ^b <i>Topografía normal:</i> áreas en las que no es previsible redistribución de la nieve debido al terreno, a otras construcciones o a árboles. ^c <i>Topografía protegida:</i> áreas en las que la obra en cuestión es considerablemente más baja que el terreno circundante o que está rodeada de árboles altos y/o construcciones más altas.	

- (8) El coeficiente térmico C_t debería emplearse para tener en cuenta la reducción de la carga de nieve en cubiertas con transmisión térmica alta ($>1 \text{ W/m}^2\text{K}$), en particular en algunas cubiertas de vidrio, debido a la nieve que se derrite por pérdidas térmicas.

Para el resto de casos:

$$C_t = 1,0$$

NOTA 1 – El anexo nacional puede permitir el empleo de valores de C_t reducidos, basándose en las propiedades de aislamiento térmico del material y de la forma de la obra.

NOTA 2 – En la Norma ISO 4355 se puede encontrar información complementaria.

5.3 Coeficientes de forma de cubiertas

5.3.1 Generalidades

- (1) El apartado 5.3 define los coeficientes de forma para disposiciones de carga sin redistribuir o con acumulaciones para todos los tipos de cubiertas tratados en esta norma, con la excepción de las acumulaciones excepcionales de nieve definidas en el anexo B, cuando se permita su utilización.
- (2) Cuando la cubierta tenga una geometría exterior que pueda provocar incrementos de la carga de nieve que puedan resultar significativos con respecto a aquéllas que resultan suponiendo la cubiertas con una inclinación uniforme, se deberían dar indicaciones especiales referentes a los coeficientes de forma a emplear en el cálculo.
- (3) En la figura 5.1 se dan los coeficientes de forma para formas de cubiertas referidas en los apartados 5.3.2, 5.3.3 y 5.3.4.

5.3.2 Cubiertas inclinadas con una sola pendiente

- (1) La tabla 5.2 y las figuras 5.1 y 5.2 definen el coeficiente de forma de la carga de nieve μ_1 que se debería emplear para cubiertas inclinadas con una sola pendiente.

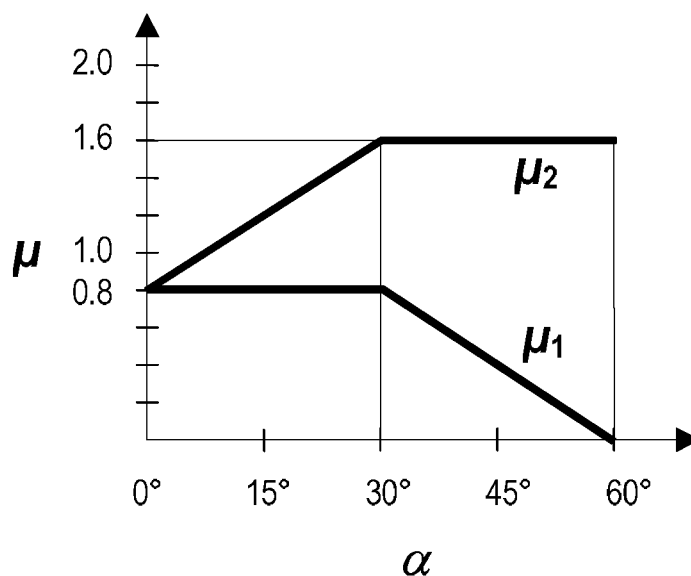


Fig. 5.1 – Coeficientes de forma de la carga de nieve

- (2) Los valores indicados en la tabla 5.2 son de aplicación si la nieve puede deslizar por la cubierta y no se impide que la nieve caiga de la cubierta. Si existen barandillas u otros obstáculos, o si el borde inferior de la cubierta termina en un parapeto, entonces el coeficiente de forma de la carga de nieve no se debería reducir por debajo de 0,8.

Tabla 5.2
Coeficientes de forma de la carga de nieve

Ángulo de inclinación de la cubierta α	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
μ_1	0,8	$0,8(60 - \alpha)/30$	0,0
μ_2	$0,8 + 0,8 \alpha/30$	1,6	–

- (3) Las disposiciones de carga indicadas en la figura 5.2 se deberían emplear tanto en el caso de disposiciones sin acumulación como con acumulaciones de nieve.

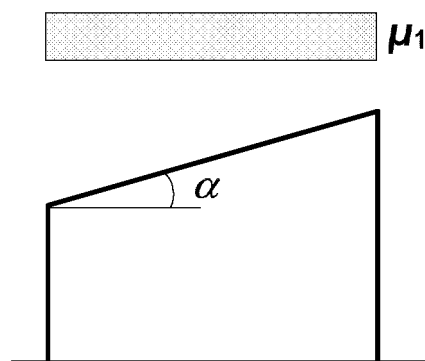


Fig. 5.2 – Coeficientes de forma de la carga de nieve – cubiertas inclinadas con una sola pendiente

5.3.3 Cubiertas a dos aguas

- (1) La figura 5.3 define el coeficiente de forma de la carga de nieve que se debería emplear para cubiertas a dos aguas. El valor de μ_1 se indica en la tabla 5.2 y se muestra en la figura 5.1
- (2) Los valores dados en la tabla 5.2 son de aplicación si la nieve puede deslizarse por la cubierta y no se impide que la nieve caiga de la cubierta. Si existen barandillas u otros obstáculos, o si el borde inferior de la cubierta termina en un parapeto, entonces el coeficiente de forma de la carga de nieve no se debería reducir por debajo de 0,8.

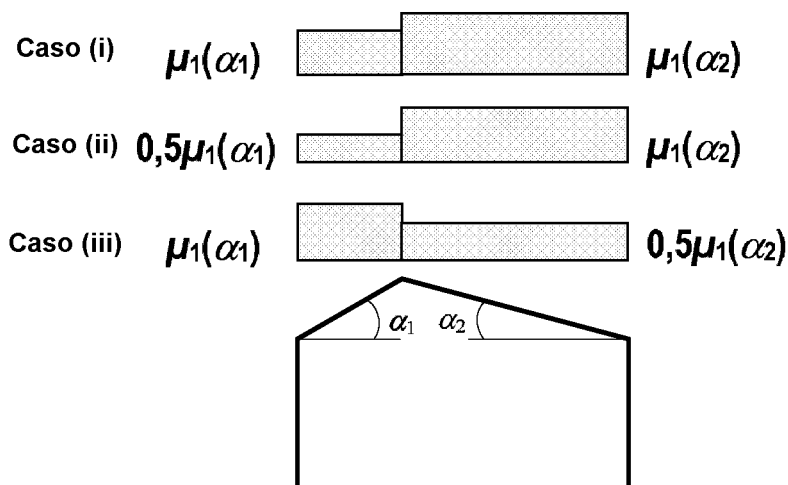


Fig. 5.3 – Coeficientes de forma de la carga de nieve – cubiertas a dos aguas

- (3) El caso (i) de la figura 5.3 muestra la disposición de carga sin redistribución o acumulaciones de nieve que se debería emplear en el cálculo.
- (4) Los casos (ii) y (iii) de la figura 5.3 muestran la disposición de carga redistribuida que se debería emplear en el cálculo, a no ser que se especifique lo contrario en función de las condiciones locales.

NOTA – En el anexo nacional se pueden dar disposiciones alternativas de la carga con acumulaciones basándose en las condiciones locales.

5.3.4 Cubiertas de inclinaciones múltiples

- (1) La tabla 5.2 y la figura 5 definen el coeficiente de forma de la carga de nieve para cubiertas de inclinaciones múltiples.
- (2) El caso (i) de la figura 5.4 muestra la disposición de carga sin redistribución que se debería emplear en el cálculo.
- (3) El caso (ii) de la figura 5.4 muestra la disposición de carga redistribuida que se debería emplear en el cálculo, a no ser que se especifique lo contrario en función de las condiciones locales.

NOTA – Si lo admite el anexo nacional, se puede emplear el anexo B para determinar la carga de nieve debida a una redistribución.

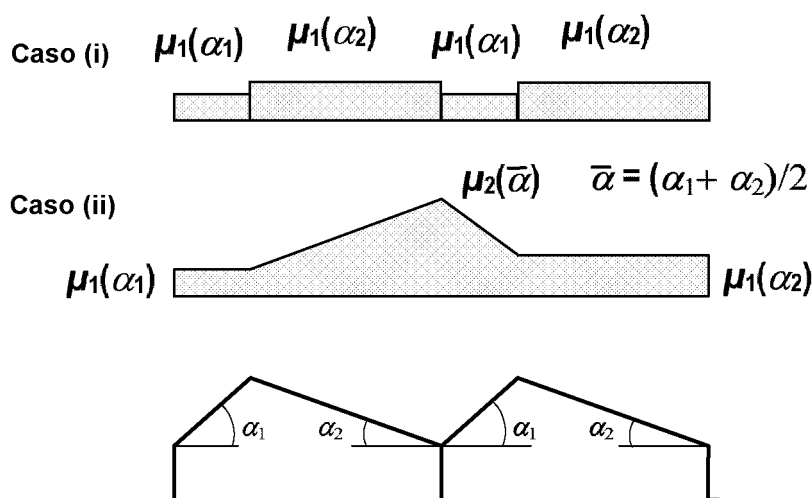


Fig. 5.4 – Coeficientes de forma de la carga de nieve para cubiertas de inclinación múltiple

- (4) Debería prestarse especial atención a los coeficientes de forma de la carga de nieve en el cálculo de cubiertas de inclinaciones múltiples cuando una o las dos vertientes de cada cubierta a dos aguas tienen una pendiente mayor de 60° .

NOTA – El anexo nacional puede dar indicaciones complementarias.

5.3.5 Cubiertas cilíndricas

- (1) Las siguientes expresiones definen el coeficiente de forma de la carga de nieve que se debería emplear para cubiertas cilíndricas si no existen parapetos para la nieve (véase también la figura 5.6).

$$\text{Para } \beta > 60^\circ, \quad \mu_3 = 0 \quad (5.4)$$

$$\text{Para } \beta \leq 60^\circ, \quad \mu_3 = 0,2 + 10 h/b \quad (5.5)$$

Se debería especificar un límite superior de μ_3

NOTA 1 – El anexo nacional puede fijar el valor máximo de μ_3 . El valor máximo recomendado de μ_3 es 2,0 (véase la figura 5.5).

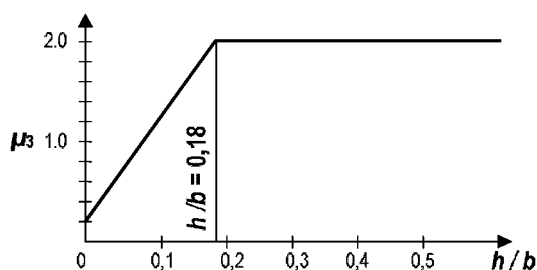


Fig. 5.5 – Coeficientes de forma de la carga de nieve recomendados en cubiertas cilíndricas para diferentes relaciones altura – luz (para $\beta \leq 60^\circ$)

NOTA 2 – En el anexo nacional se pueden dar reglas para considerar el efecto de parapetos para la nieve en cubiertas cilíndricas.

- (2) El caso (i) de la figura 5.6 muestra la disposición de la carga de nieve sin redistribuir que se debería emplear en el cálculo.
- (3) El caso (ii) de la figura 5.6 muestra la disposición de la carga de nieve con redistribución que se debería emplear en el cálculo, a no ser que se especifique lo contrario debido a condiciones locales.

NOTA – El anexo nacional puede dar una disposición alternativa de la carga redistribuida, basándose en las condiciones locales.

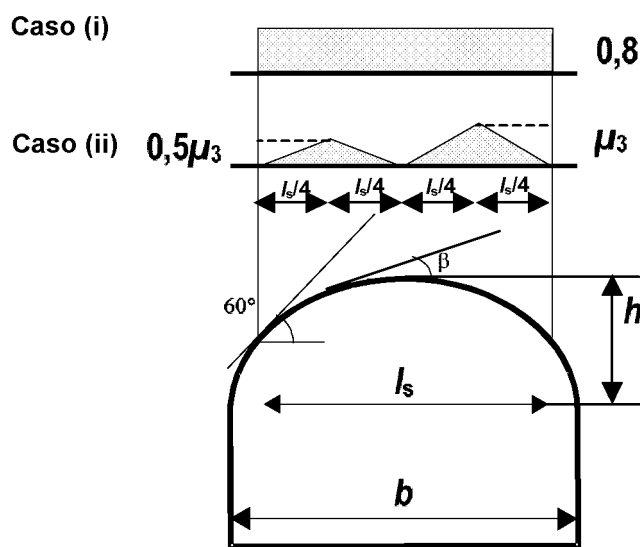


Fig. 5.6 – Coeficientes de forma de la carga de nieve para cubiertas cilíndricas

5.3.6 Extremos de cubiertas colindantes y próximos a obras más altas

- (1) La siguiente expresión y la figura 5.7 muestran los coeficientes de forma de la carga de nieve que se debería emplear para extremos de cubiertas colindantes y próximos a construcciones más altas.

$$\mu_1 = 0,8 \text{ (suponiendo que la cubierta inferior es plana)} \quad (5.6)$$

$$\mu_2 = \mu_s + \mu_w \quad (5.7)$$

donde

μ_s es el coeficiente de forma de la carga de nieve debido al deslizamiento de la nieve desde la cubierta superior.

Para $\alpha \leq 15^\circ$ $\mu_s = 0$,

Para $\alpha > 15^\circ$ μ_s se determina considerando una carga adicional del 50% de la carga total de nieve máxima que se produce en la vertiente adyacente de la cubierta superior, obtenida de acuerdo con lo expuesto en el apartado 5.3.3.

μ_w es el coeficiente de forma de la carga de nieve debido al viento

$$\mu_w = (b_1 + b_2)/2 \quad h \leq \gamma h/s_k, \quad (5.8)$$

donde

γ es el peso específico de la nieve, que a estos efectos se puede tomar igual a 2 kN/m^3 .

Se deberían especificar los límites superior e inferior de μ_w .

NOTA 1 – El anexo nacional puede fijar el rango de variación de μ_w . El rango recomendado es $0,8 \leq \mu_w \leq 4$.

La longitud de la acumulación se determina con la siguiente fórmula:

$$l_s = 2h \quad (5.9)$$

NOTA 2 – El anexo nacional puede fijar restricciones al valor de l_s . El rango recomendado es $5 \leq l_s \leq 15 \text{ m}$.

NOTA 3 – Si $b_2 < l_s$ entonces el coeficiente en el extremo de la cubierta inferior se determina interpolando entre μ_1 y μ_2 truncado al final de la cubierta más baja (véase la figura 5.7).

- (2) El caso (i) de la figura 5.7 muestra la disposición de la carga de nieve sin redistribuir que se debería emplear en el cálculo.
- (3) El caso (ii) de la figura 5.7 muestra la disposición de la carga de nieve con redistribución que se debería emplear en el cálculo, a no ser que se especifique lo contrario debido a condiciones locales.

NOTA – Cuando lo permita el anexo nacional, el anexo B puede emplearse para determinar la carga debida a la acumulación.

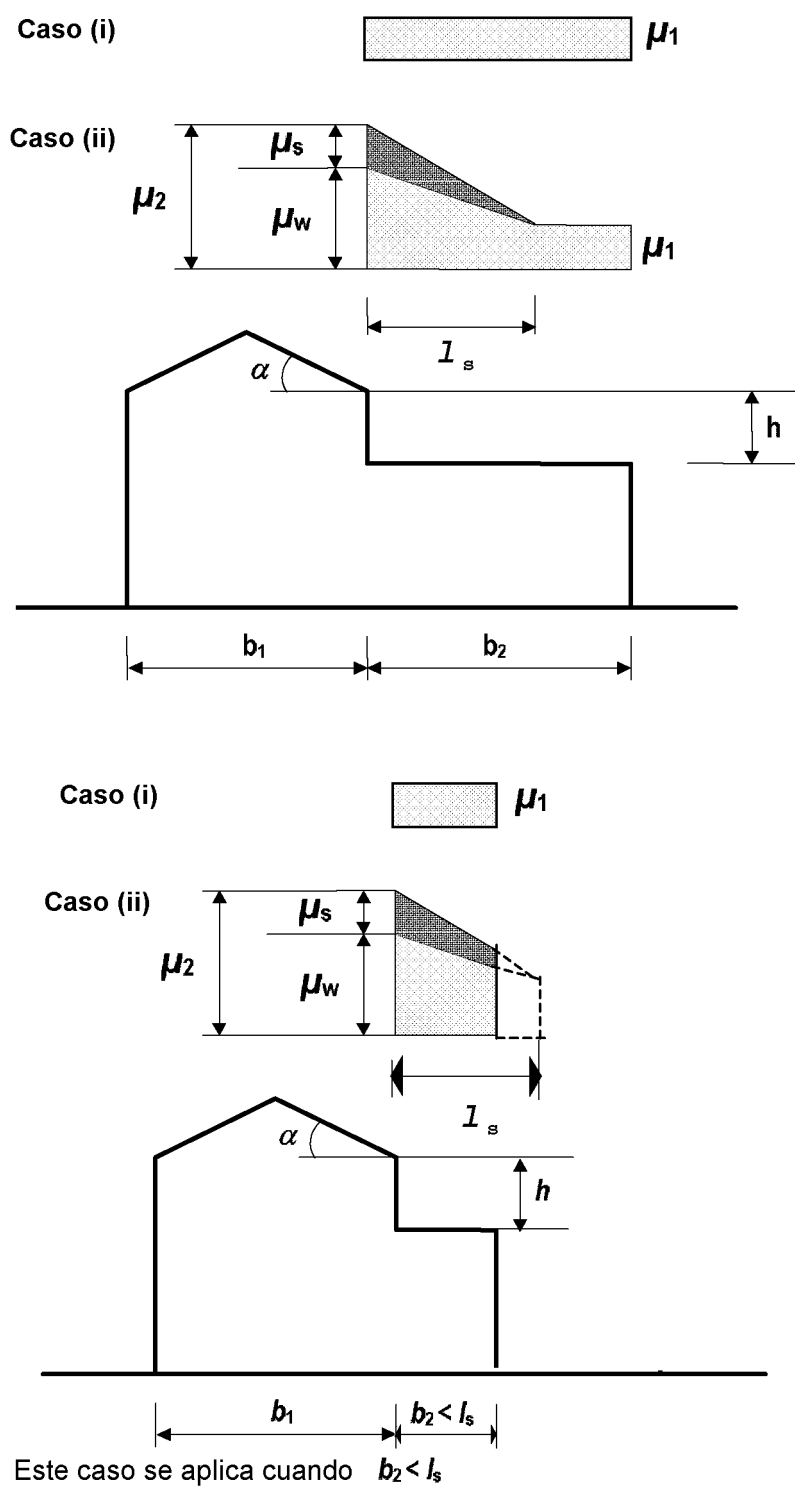


Fig. 5.7 – Coeficientes de forma de la carga de nieve para extremos de cubiertas colindantes a obras más altas

CAPÍTULO 6 EFECTOS LOCALES

6.1 Generalidades

- (1) Este capítulo define las fuerzas que deben aplicarse para las verificaciones locales de:
 - acumulaciones por cubriciones u obstáculos;
 - bordes de cubiertas;
 - parapetos para la nieve.
- (2) La situación de proyecto a considerar es la persistente/transitoria.

6.2 Acumulaciones por cubriciones u obstáculos

- (1) Se pueden producir acumulaciones de nieve debidas al viento en cubiertas que tengan obstáculos si éstos generan áreas de sombra aerodinámica en las que la nieve se acumula.
- (2) Los coeficientes de forma de la carga de nieve y la longitud de la acumulación para cubiertas aproximadamente horizontales se deberían obtener a partir de las expresiones siguientes (véase la figura 6.1), a no ser que se especifique lo contrario debido a condiciones locales:

$$\mu_1 = 0,8 \quad \mu_2 = \gamma h/s_k \quad (6.1)$$

$$\text{con la restricción:} \quad 0,8 \leq \mu_2 \leq 2,0 \quad (6.2)$$

donde

γ es el peso específico de la nieve, que a estos efectos se puede tomar igual a 2 kN/m^3 .

$$l_s = 2 h \quad (6.3)$$

$$\text{con la restricción:} \quad 5 \leq l_s \leq 15 \text{ m}$$

NOTA – Cuando lo permita el anexo nacional, el anexo B puede emplearse para determinar la carga debida a la acumulación.

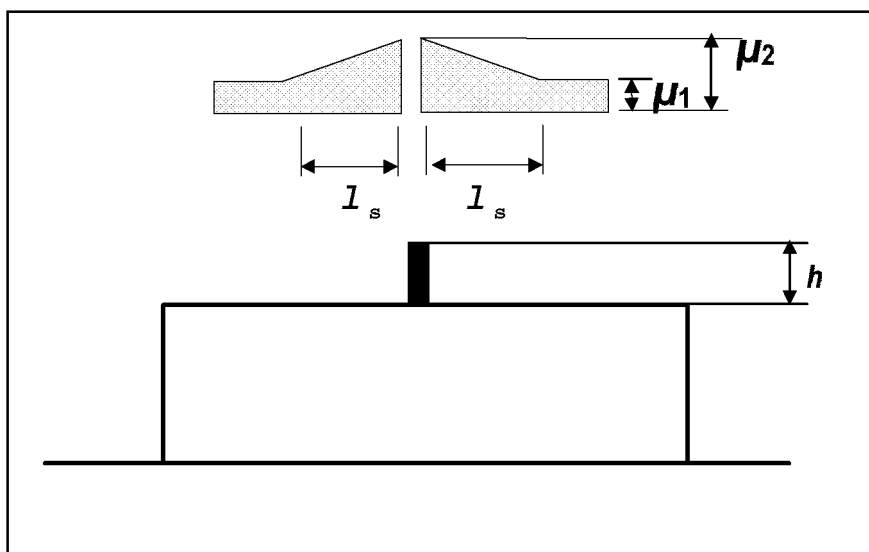


Fig. 6.1 – Coeficientes de forma de la carga de nieve para cubriciones y obstáculos

6.3 Nieve que sobresale del borde de una cubierta

- (1) Se debería considerar la nieve que sobresale del borde de una cubierta.

NOTA – El anexo nacional puede especificar las condiciones para utilizar este capítulo. Se recomienda que este capítulo se emplee para emplazamientos situados a una altura sobre el nivel del mar mayor de 800 m.

- (2) El cálculo de aquellas partes de la cubierta que estén en voladizo debe considerar la nieve que sobresale del borde de la cubierta, además de la carga que actúa sobre el voladizo. Se puede considerar que la carga de la nieve que sobresale actúa en el borde de la cubierta y se puede calcular mediante la expresión:

$$s_e = k s^2 / \gamma \quad (6.4)$$

donde

s_e es la carga de nieve por unidad de longitud debida al vuelo de la nieve;

s es la carga de nieve (sin acumulaciones) más desfavorable sobre la cubierta en estudio (véase el apartado 5.2);

γ es el peso específico de la nieve, que a estos efectos se puede tomar igual a 3 kN/m³.

k es un coeficiente que tiene en cuenta la forma irregular de la nieve.

NOTA – El anexo nacional puede dar los valores de k . Se recomienda calcular k mediante la expresión: $k = 3/d$, siendo $k \leq d\gamma$. Donde d es el espesor de la capa de nieve sobre la cubierta, en m (véase la figura 6.2).

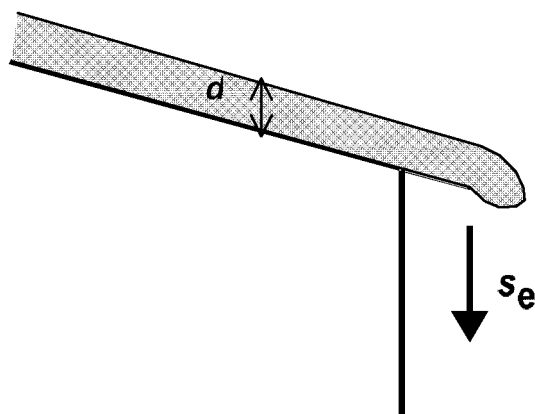


Fig. 6.2 – Nieve que sobresale del borde de una cubierta

6.4 Carga de nieve sobre defensas contra la nieve y otros obstáculos

- (1) Bajo ciertas condiciones, la nieve puede deslizarse en una cubierta inclinada o curva. Se considera que el coeficiente de rozamiento entre la nieve y la cubierta es igual a cero. A efectos de este cálculo, la fuerza F_s generada por la masa de nieve que desliza, en la dirección del deslizamiento, por unidad de longitud de edificio, se debería tomar como:

$$F_s = s b \sin \alpha \quad (6.5)$$

donde

- s es la carga de nieve sobre la cubierta en la hipótesis de carga sin redistribuir más desfavorable, para un área de cubierta de la que puede deslizarse la nieve (véanse los apartados 5.2 y 5.3);
- b es la anchura medida en planta (horizontal) desde la defensa u obstáculo hasta la siguiente defensa o hasta la cumbrera;
- α inclinación de la cubierta, medida desde la horizontal.

ANEXO A (Normativo)

**SITUACIONES DE PROYECTO Y DISPOSICIONES DE LAS CARGAS
A EMPLEAR EN DIFERENTES EMPLAZAMIENTOS**

- (1) La tabla A.1 resume cuatro casos A, B1, B2 y B3 (véanse los apartados 3.2, 3.3(1), 3.3(2) y 3.3(3) respectivamente) que identifican las situaciones de proyecto y las disposiciones de las cargas para cada caso particular.

Tabla A.1
Situaciones de proyecto y disposiciones de carga a emplear en diferentes emplazamientos

Normal	Condiciones excepcionales		
Caso A	Caso B1	Caso B2	Caso B3
Nevadas no excepcionales	Nevadas excepcionales	Nevadas no excepcionales	Nevadas excepcionales
Acumulaciones no excepcionales	Acumulaciones no excepcionales	Acumulaciones excepcionales	Acumulaciones excepcionales
3.2(1)	3.3(1)	3.3(2)	3.3 (3)
<i>Situación de proyecto persistente/transitoria</i>	<i>Situación de proyecto persistente/transitoria</i>	<i>Situación de proyecto persistente/transitoria</i>	<i>Situación de proyecto persistente/transitoria</i>
[1] sin acumulaciones $\mu_i C_e C_t s_k$	[1] sin acumulaciones $\mu_i C_e C_t s_k$	[1] sin acumulaciones $\mu_i C_e C_t s_k$	[1] sin acumulaciones $\mu_i C_e C_t s_k$
[2] con acumulaciones $\mu_i C_e C_t s_k$	[2] con acumulaciones $\mu_i C_e C_t s_k$	[2] con acumulaciones $\mu_i C_e C_t s_k$ (excepto para formas de cubiertas del anexo B)	[2] con acumulaciones $\mu_i C_e C_t s_k$ (excepto para formas de cubiertas del anexo B)
	<i>Situación accidental (donde la nieve es la acción accidental)</i>	<i>Situación accidental (donde la nieve es la acción accidental)</i>	<i>Situación accidental (donde la nieve es la acción accidental)</i>
	[3] sin acumulaciones $\mu_i C_e C_t C_{esl} s_k$	[3] con acumulaciones $\mu_i s_k$ (para formas de cubiertas del anexo B)	[3] sin acumulaciones $\mu_i C_e C_t C_{esl} s_k$
	[4] con acumulaciones $\mu_i C_e C_t C_{esl} s_k$		[4] con acumulaciones $\mu_i s_k$ (para formas de cubiertas del anexo B)
NOTA 1 – Las condiciones excepcionales se definen conforme a lo expuesto en el anexo nacional.			
NOTA 2 – El anexo nacional puede definir las situaciones de proyecto que son de aplicación para los efectos locales descritos en el capítulo 6 para los casos B1 y B3.			

ANEXO B (Normativo)

COEFICIENTE DE FORMA DE LA CARGA DE NIEVE PARA
ACUMULACIONES EXCEPCIONALES DE NIEVE**B.1 Objeto**

- (1) Este anexo define los coeficientes de forma de nieve para determinar las disposiciones de carga debidas a acumulaciones excepcionales de nieve en los siguientes tipos de cubiertas:
 - a) Cubiertas de múltiples inclinaciones.
 - b) Extremos de cubiertas colindantes a obras más altas.
 - c) Cubiertas en las que se producen acumulaciones en cubriciones, obstáculos y parapetos.
 - d) Para el resto de las disposiciones de carga se deberían aplicar los capítulos 5 y 6.
- (2) Si se consideran los casos de carga calculados empleando los coeficientes de forma de la nieve de este anexo, se debería considerar que se trata de cargas debidas a acumulaciones excepcionales de nieve y que no hay más nieve en ninguna parte adicional de la cubierta.
- (3) En algunas ocasiones puede aplicarse más de un caso de acumulación para la misma cubierta, en cuyo caso se deben tratar ambos casos de carga como alternativos.

B.2 Cubiertas de inclinaciones múltiples

- (1) En las figuras B.1 y B.2(2) se define el coeficiente de forma de la nieve que debería ser empleado para una acumulación excepcional de nieve en la limahoya de una cubierta de inclinaciones múltiples.

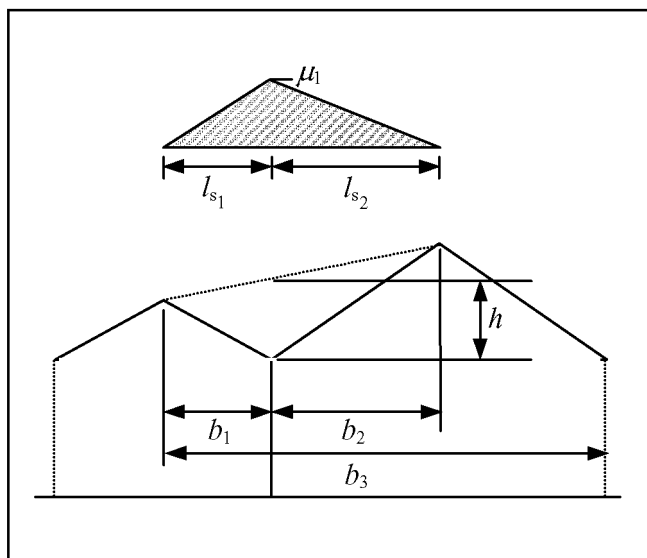


Fig. B.1 – Coeficiente de forma y longitud de la acumulación para acumulaciones excepcionales de nieve – limahoyas de cubiertas de inclinaciones múltiples

- (2) El coeficiente de forma mostrado en la figura B.1 se determina como el menor de los valores siguientes:

$$\mu_1 = 2 h/s_k$$

$$\mu_1 = 2 b_3 / (l_{s1} + l_{s2})$$

$$\mu_1 = 5$$

Las longitudes de las acumulaciones se determinan como:

$$l_{s1} = b_1, l_{s2} = b_2$$

- (3) En cubiertas de más de dos vertientes, de geometría uniforme y sensiblemente simétrica, b_3 se debería tomar igual a la dimensión horizontal de tres vertientes (es decir, luz \times 1.5), considerando esta distribución de la carga de nieve aplicable, de forma no necesariamente simultánea, en cada limahoya.
- (4) Se debería prestar atención a la elección del valor de b_3 para cubiertas de geometría irregular, con diferencias significativas en la altura de sus limatesas y/o en la luz de sus vanos, que pueden actuar como obstáculos para el libre movimiento de la nieve sobre la cubierta y que pueden afectar a la cantidad de nieve que teóricamente puede acumularse.
- (5) Se debería considerar un límite máximo para la cantidad de nieve acumulada sobre la cubierta en el cálculo de una cubierta de múltiples inclinaciones con acumulaciones simultáneas en varias limahoyas considerada como estructura única. La carga total de nieve por unidad de anchura considerada en todas las acumulaciones simultáneas no debería exceder el producto de la carga de nieve en el terreno por la longitud del edificio, medida en perpendicular a las limahoyas.

NOTA – Si la estructura es susceptible de presentar cargas asimétricas, se debería considerar en el cálculo la posibilidad de existencia de acumulaciones de diferente magnitud en las diferentes limahoyas.

B.3 Extremos de cubiertas colindantes y próximas a obras más altas

- (1) En la figuras B.2 y en la tabla B.1 se muestran el coeficiente de forma de la carga de nieve que debería emplearse en los extremos de cubiertas colindantes a obras más altas.
- (2) El caso de carga de la figura B.2 también es aplicable a cubiertas cercanas pero no colindantes a edificios más altos, con la excepción de que sólo es necesario considerar la carga en la cubierta más baja, es decir, se puede despreciar la carga que exista entre los dos edificios.

NOTA – El efecto de estructuras cercanas pero no colindantes a la cubierta más baja depende de las zonas de la cubierta de las que la nieve puede ser desplazada a la acumulación y de la diferencia de cotas. En cualquier caso, de forma aproximada, sólo es necesario considerar las estructuras cercanas si están a menos de 1,5 m de distancia.

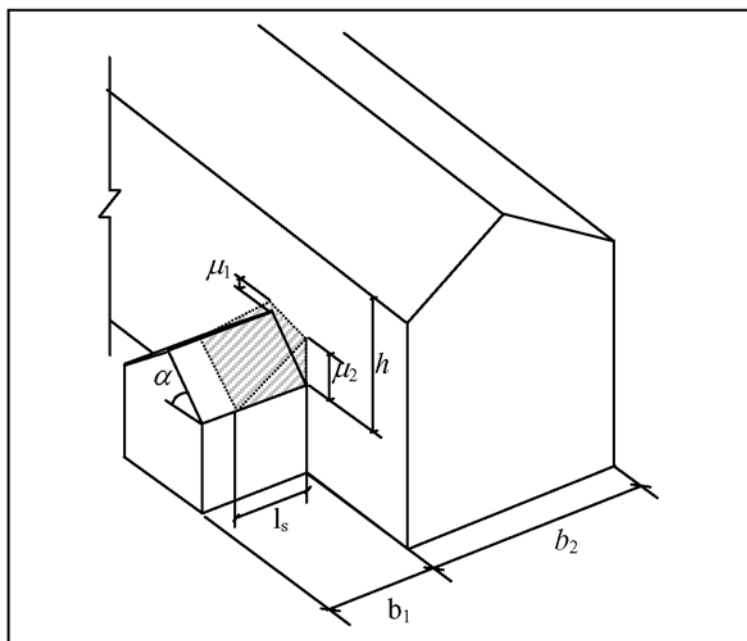


Fig. B.2 – Coeficientes de forma y longitudes de la acumulación para acumulaciones excepcionales de nieve – cubiertas colindantes y cercanas a estructuras más altas

- (3) La longitud de la acumulación l_s es el menor valor de $5h$, b_1 y 15 m.

Tabla B1
Coeficientes de forma para acumulaciones excepcionales de nieve en cubiertas colindantes y cercanas a estructuras más altas

Coeficiente de forma	Ángulo de inclinación de la cubierta α			
	$0^\circ \leq \alpha \leq 15^\circ$	$15^\circ < \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$60^\circ \leq \alpha$
μ_1	μ_3	$\mu_3 \{ [30 - \alpha] / 15 \}$	0	0
μ_2	μ_3	μ_3	$\mu_3 \{ [60 - \alpha] / 30 \}$	0
NOTA 1 – μ_3 es el menor valor de $2h/s_k$, $2b/l_s$ y 8. Donde b es el mayor de b_1 y b_2 y l_s es el menor valor de $5h$, b_1 y 15 m.				

B.4 Cubiertas en las que se producen acumulaciones en cubriciones, obstáculos o parapetos

- (1) En el apartado B.4(2) y en la figura B.3 se definen los coeficientes de forma de la carga de nieve para acumulaciones excepcionales de nieve que se deberían emplear cuando las acumulaciones se producen en cubriciones y obstáculos, pero no en parapetos. En el apartado B.4(4) se definen los coeficientes de forma para acumulaciones tras parapetos.

- (2) a) El efecto de la acumulación se puede despreciar si la elevación contra la que se puede formar es menor de 1 m^2 .
- b) Este capítulo es de aplicación a:
- Acumulaciones formadas contra obstáculos que no excedan de 1 m de altura.
 - Acumulaciones en toldos cuya cubrición sea menor de 5 m desde la fachada del edificio, independientemente de la altura del obstáculo.
 - Los obstáculos estrechos de más de 1 m de altura pero de menos de 2 m de anchura pueden considerarse como cubriciones locales. En este caso particular se puede tomar h como el menor valor de la altura de la cubrición y de la anchura medida en perpendicular a la dirección del viento.
- c) El coeficiente de forma definido en la figura B.3 es el menor valor de:
- para μ_1 : $2 h_1/s_k$ y 5
 - para μ_2 : $2 h_2/s_k$ y 5
- Además, en toldos de entradas que cubran más allá de 5m desde el edificio, μ_1 no debería ser mayor que $2b/l_{s1}$, donde b es el mayor valor de b_1 y de b_2 .
- d) La longitud de la acumulación (l_{si}) es el menor valor de $5 h$ y b_i , donde $i = 1$ ó 2 y $h \leq 1 \text{ m}$.

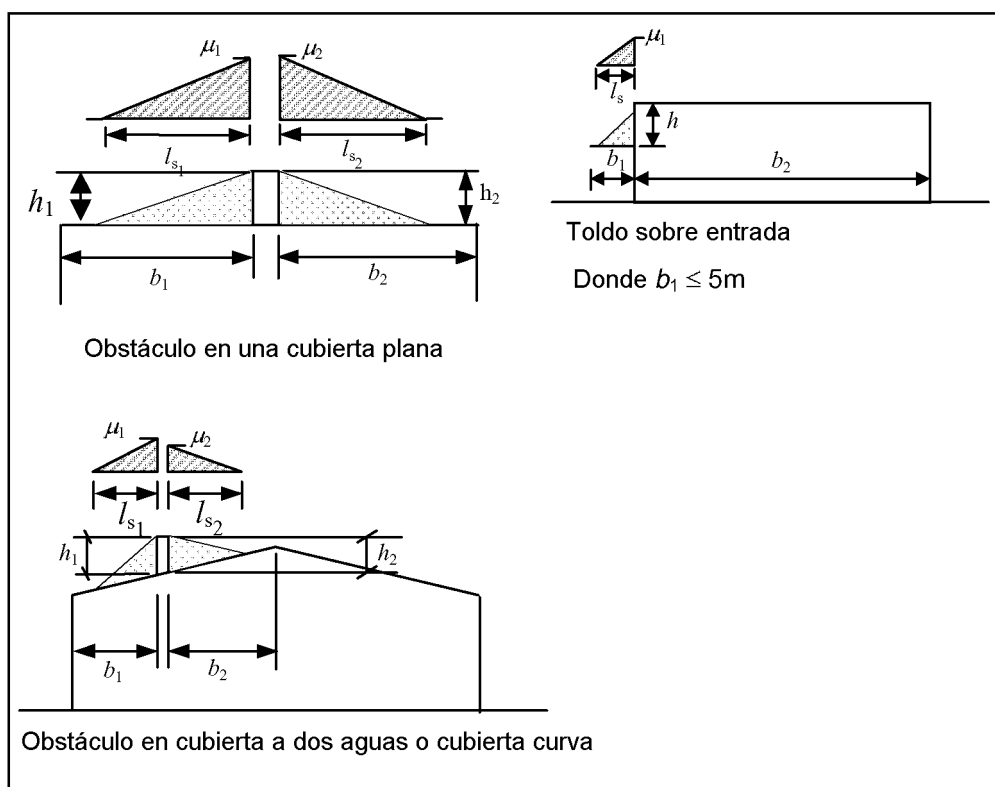


Fig. B.3 – Coeficientes de forma para acumulaciones excepcionales de nieve en cubiertas en las que la acumulación se produce en cubriciones y obstáculos

- (3) En la figura B.4 se definen los coeficientes de forma de la carga de nieve para acumulaciones excepcionales de nieve que se deberían emplear cuando las acumulaciones se producen en parapetos.

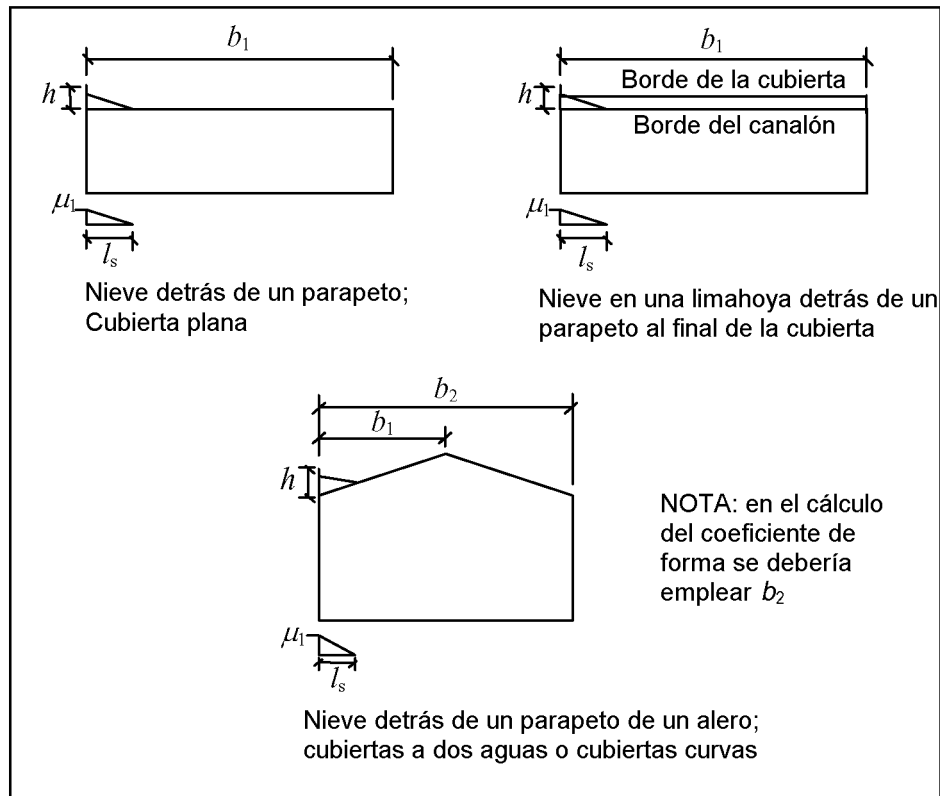


Fig. B.4 – Coeficientes de forma para acumulaciones excepcionales de nieve en cubiertas – cubiertas en las que la acumulación se produce tras un parapeto

- (4) El coeficiente de forma definido en la figura B.4 es el menor valor de:

$$\mu_1 = 2 h/s_k$$

$$\mu_1 = 2 b/l_s \quad \text{donde } b \text{ es el mayor valor de } b_1 \text{ y } b_2$$

$$\mu_1 = 8$$

La longitud de la acumulación l_s debería ser el menor valor de $5 h$, b_1 y 15 m .

- (5) En las acumulaciones tras un parapeto de una cubierta a dos aguas se debería suponer que la acumulación decrece linealmente desde el valor máximo en la limahoya hasta cero en el borde más próximo, siempre y cuando el parapeto no vuele más de 300 mm sobre el borde.

ANEXO C (Informativo)

MAPAS EUROPEOS DE CARGA DE NIEVE

- (1) Este anexo presenta los mapas europeos de nieve que resultan de un trabajo científico desarrollado por un Grupo de Investigación especialmente creado al efecto bajo un Contrato de la DGIII/-D-3⁵⁾ de la Comisión Europea.,

NOTA – Los mapas de nieve proporcionados por Estados Miembros del CEN que no formaban parte del Grupo de Investigación se han incluido en este anexo en los capítulos C(5) República Checa, C(6) Islandia y C(7) Polonia.

- (2) Los objetivos de este anexo, según se define en el apartado 1.1(5), son:

- ayudar a las Autoridades Competentes a redefinir sus mapas nacionales;
- establecer procedimientos armonizados para definir los mapas.

Así se eliminarán o reducirán las inconsistencias de los valores de las cargas de nieve en los Estados Miembros del CEN y en las fronteras entre países.

- (3) Según se muestra en las figuras C.1 a C.10, el mapa europeo de nieve desarrollado por el Grupo de Investigación está dividido en 9 regiones climáticas homogéneas.
- (4) Para cada región climática es de aplicación una determinada fórmula de correlación carga – altitud, y éstas se indican en la tabla C.1.

Se definen varias zonas para cada región climática, cada una de ellas designada con un número de zona Z. En la fórmula de correlación carga – altitud se emplea este número de zona Z.

De todos los miembros del Grupo de Investigación, sólo en el caso de Noruega el mapa proporciona directamente la carga de nieve a nivel del terreno para diferentes ubicaciones.

Los valores característicos de la carga de nieve a nivel del terreno están referidos a un periodo de retorno medio (PRM) de 50 años.

- (5) La figura C.11 muestra el mapa proporcionado por la Autoridad Nacional de la República Checa.
- (6) La figura C.12 muestra el mapa proporcionado por la Autoridad Nacional de Islandia.
- (7) La figura C.13 muestra el mapa proporcionado por la Autoridad Nacional de Polonia.

5) Los resultados están incluidos en los siguientes documentos, que están disponibles en la Comisión de la Comunidad Europea DG III – D-3 Industria, Rue de la Loi, 200 B – 1049 Brussels, o en la Università degli Studi di Pisa Dipartimento di Ingegneria Strutturale Via Diotisalvi 2, 56100 Pisa (IT).

1. Fase 1. Informe Final para la Comisión Europea. Actividades de Soporte Científico en el Campo de la Estabilidad Estructural de las Obras de Ingeniería Civil: Cargas de Nieve. Departamento de Ingeniería Estructural. Universidad de Pisa, Marzo 1998.

2. Fase 2. Informe Final para la Comisión Europea. Actividades de Soporte Científico en el Campo de la Estabilidad Estructural de las Obras de Ingeniería Civil: Cargas de Nieve. Departamento de Ingeniería Estructural. Universidad de Pisa, Septiembre 1999.

Regiones climáticas

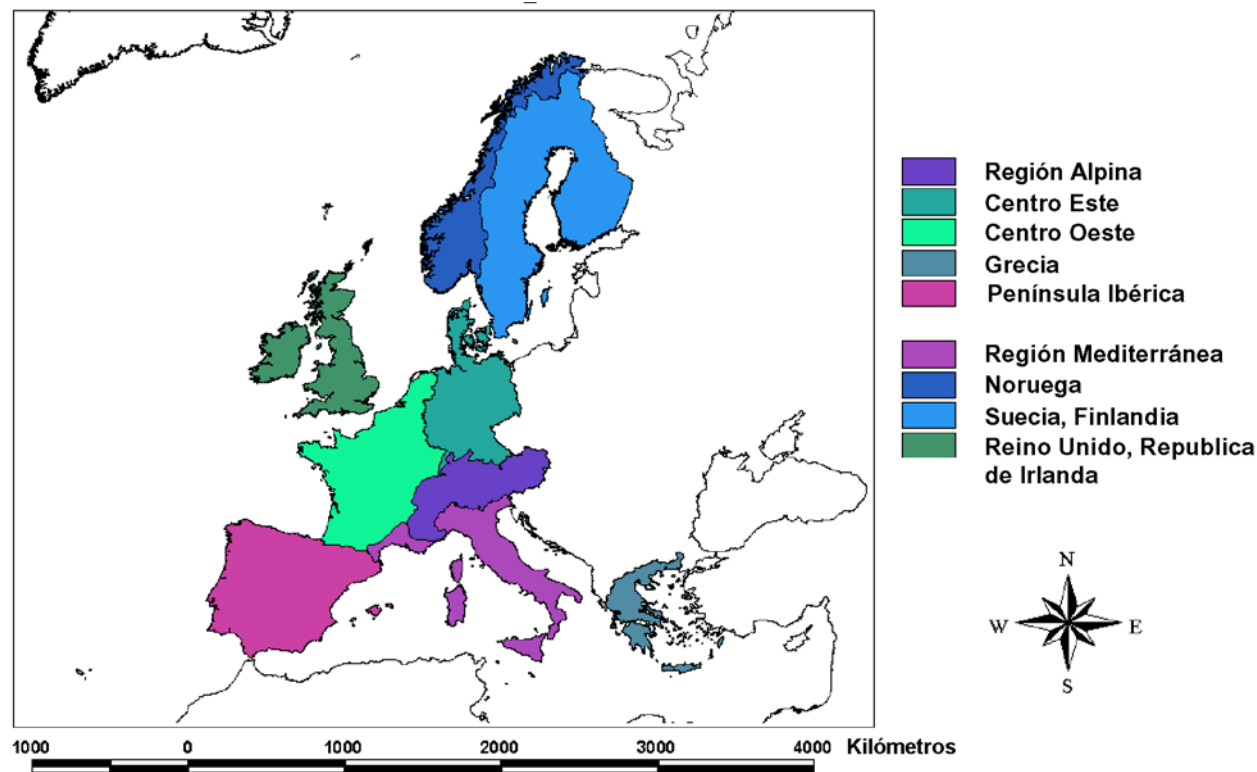


Fig. C.1 – Regiones climáticas europeas

Tabla C.1
Relación altitud – carga de nieve

<i>Región climática</i>	<i>Expresión</i>
Región Alpina	$s_k = (0,642Z + 0,009) \left[1 + \left(\frac{A}{728} \right)^2 \right]$
Centro Este	$s_k = (0,264Z - 0,002) \left[1 + \left(\frac{A}{256} \right)^2 \right]$
Grecia	$s_k = (0,420Z - 0,030) \left[1 + \left(\frac{A}{917} \right)^2 \right]$
Península Ibérica	$s_k = (0,190Z - 0,095) \left[1 + \left(\frac{A}{524} \right)^2 \right]$
Región Mediterránea	$s_k = (0,498Z - 0,209) \left[1 + \left(\frac{A}{452} \right)^2 \right]$
Centro Oeste	$s_k = 0,164Z - 0,082 + \frac{A}{966}$
Suecia, Finlandia	$s_k = 0,790Z + 0,375 + \frac{A}{336}$
Reino Unido, República de Irlanda	$s_k = 0,140Z - 0,1 + \frac{A}{501}$

s_k es el valor característico de la carga de nieve a nivel del terreno [kN/m²];

A es la altitud del emplazamiento sobre el nivel del mar [m];

Z es el número de la zona dado en el mapa.

Región Alpina: Carga de nieve a nivel del mar

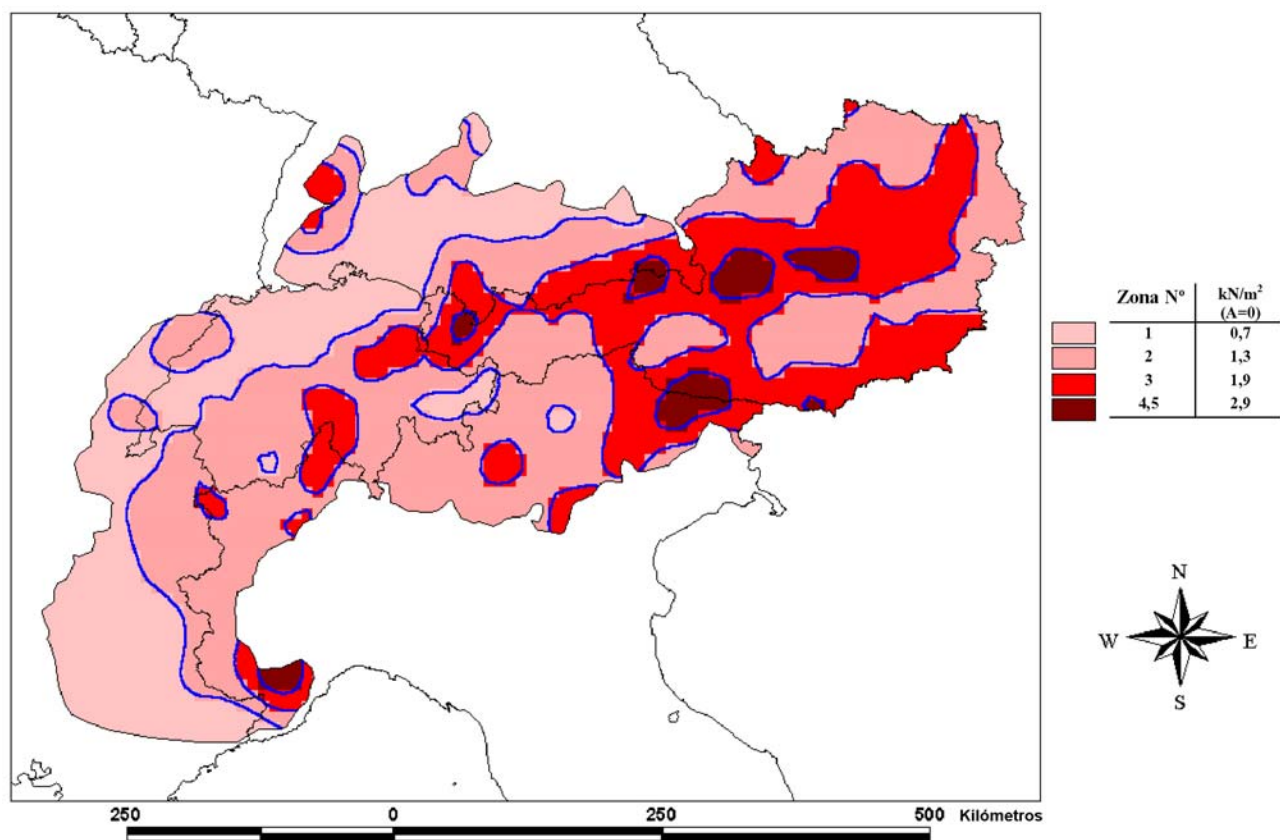


Fig. C.2

Centro Este: Carga de nieve a nivel del mar

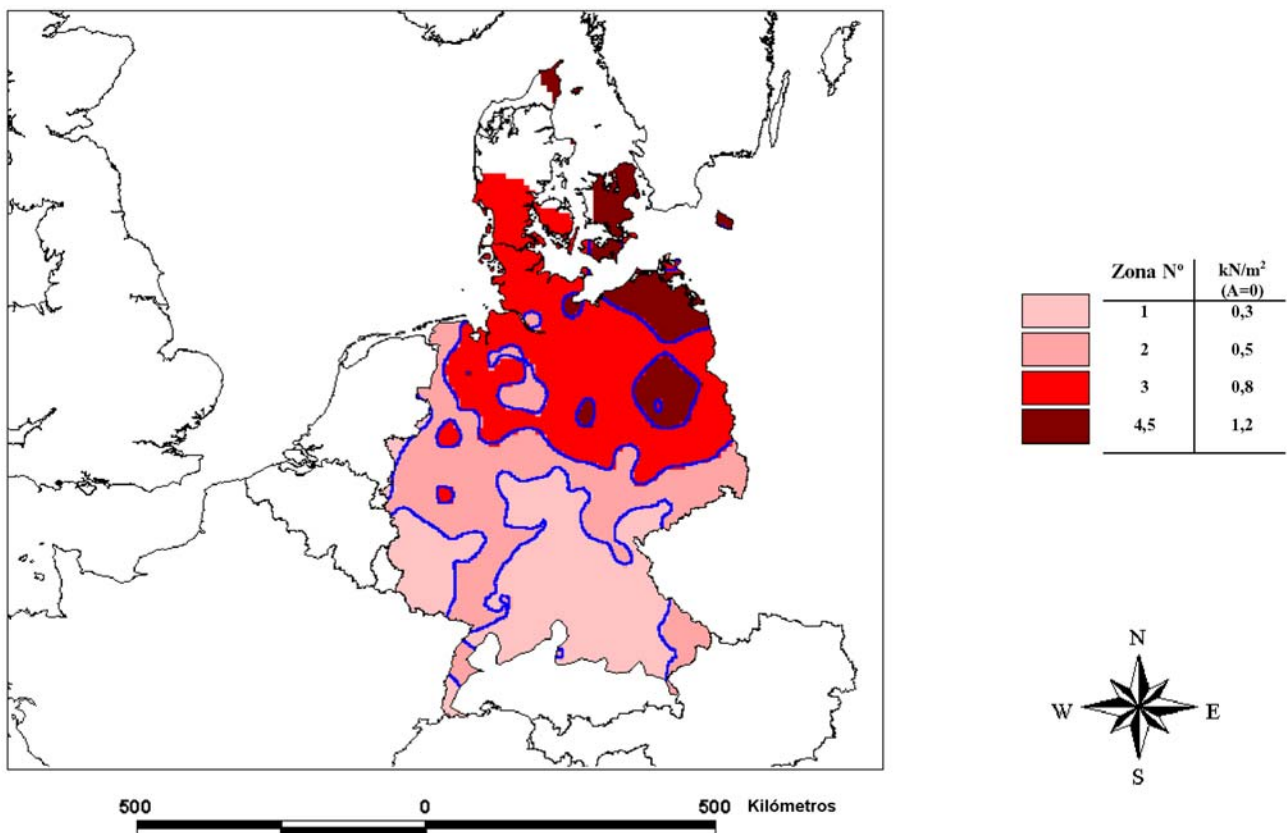


Fig. C.3

Grecia: Carga de nieve a nivel del mar

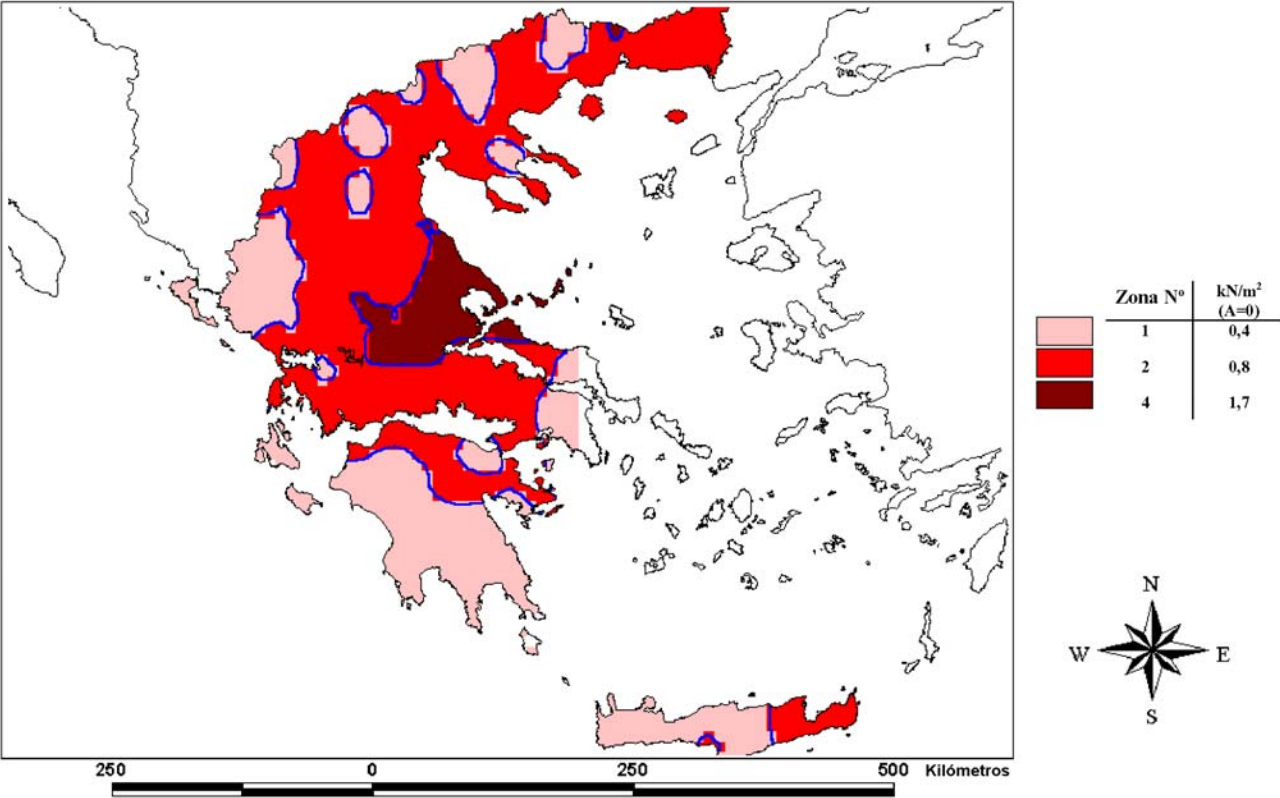


Fig. C.4

Península Ibérica: Carga de nieve a nivel del mar

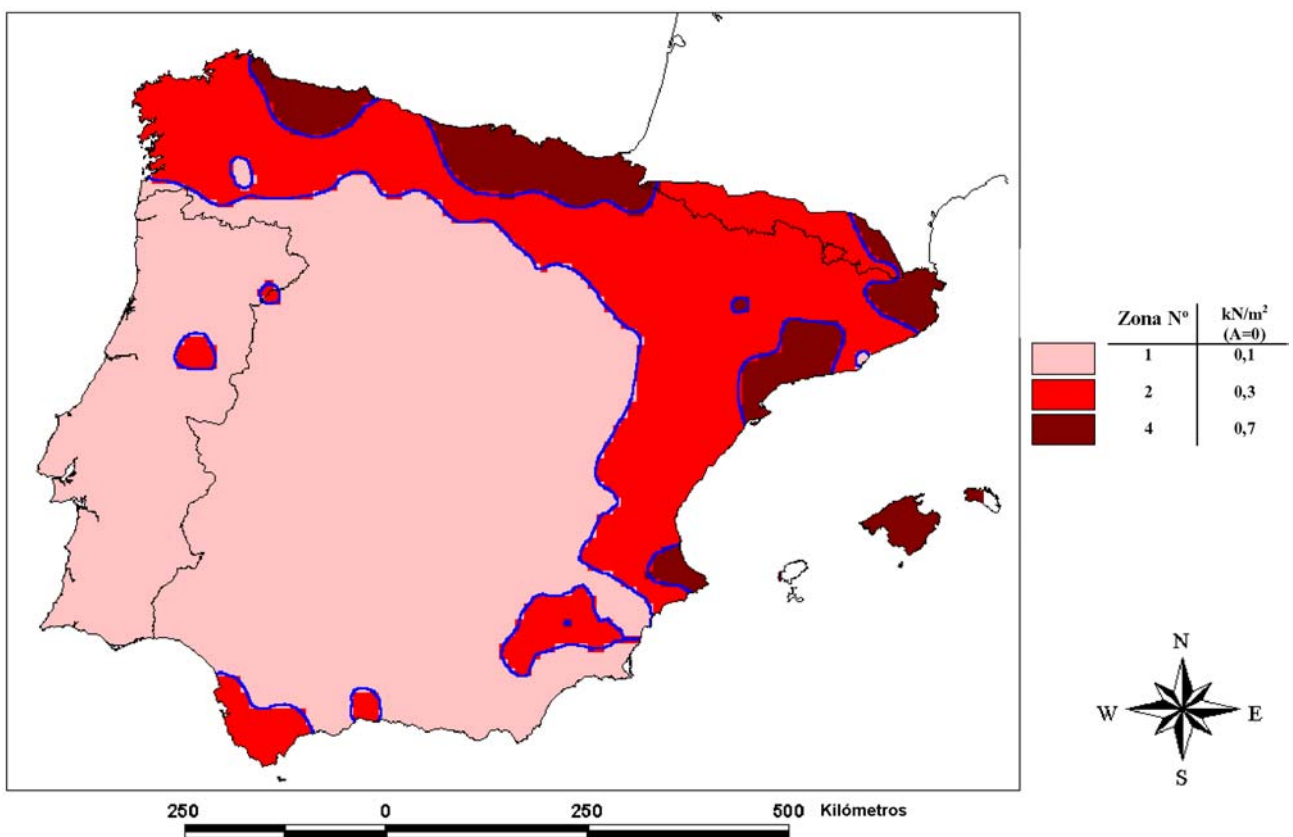


Fig. C.5

Región Mediterránea: Carga de nieve a nivel del mar

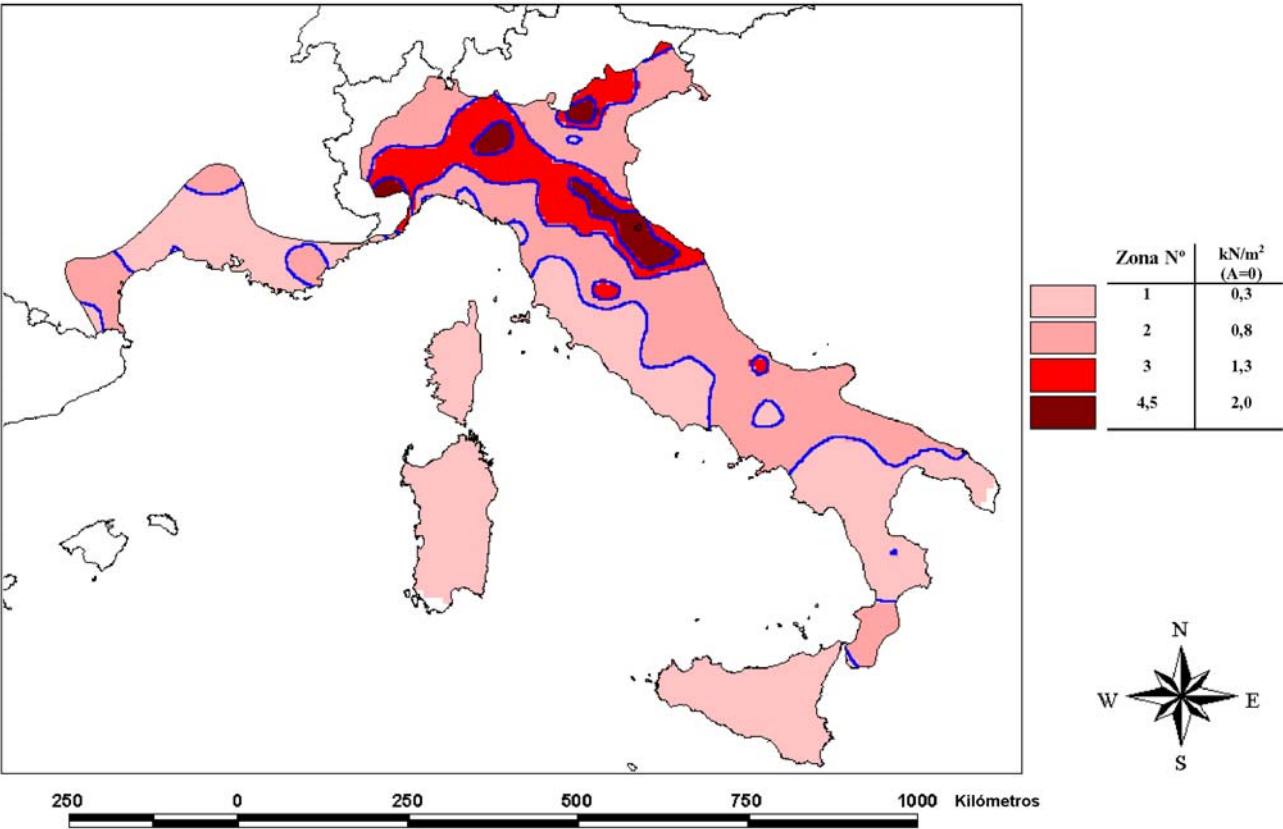


Fig. C.6

Centro Oeste: Carga de nieve a nivel del mar

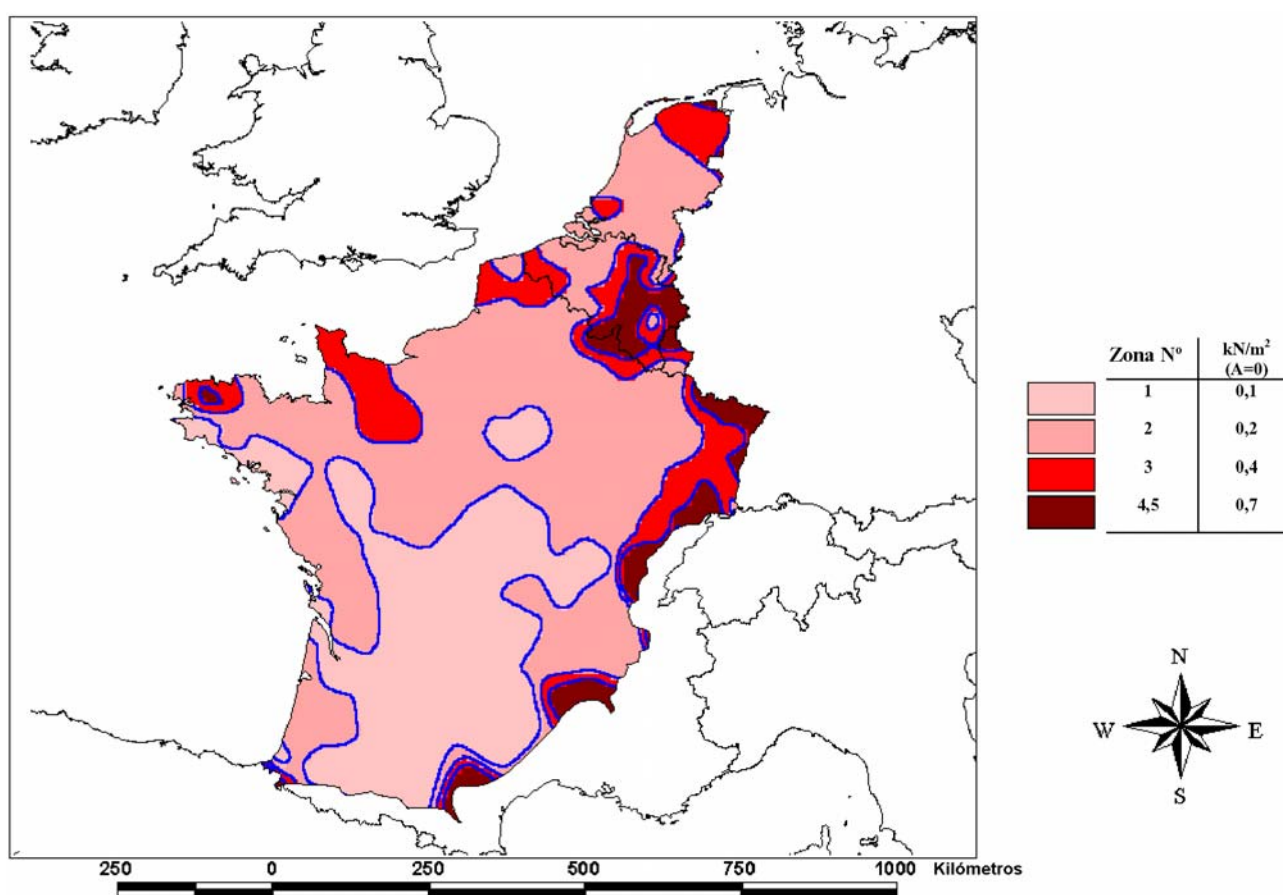


Fig. C.7

Suecia, Finlandia: Carga de nieve a nivel del mar

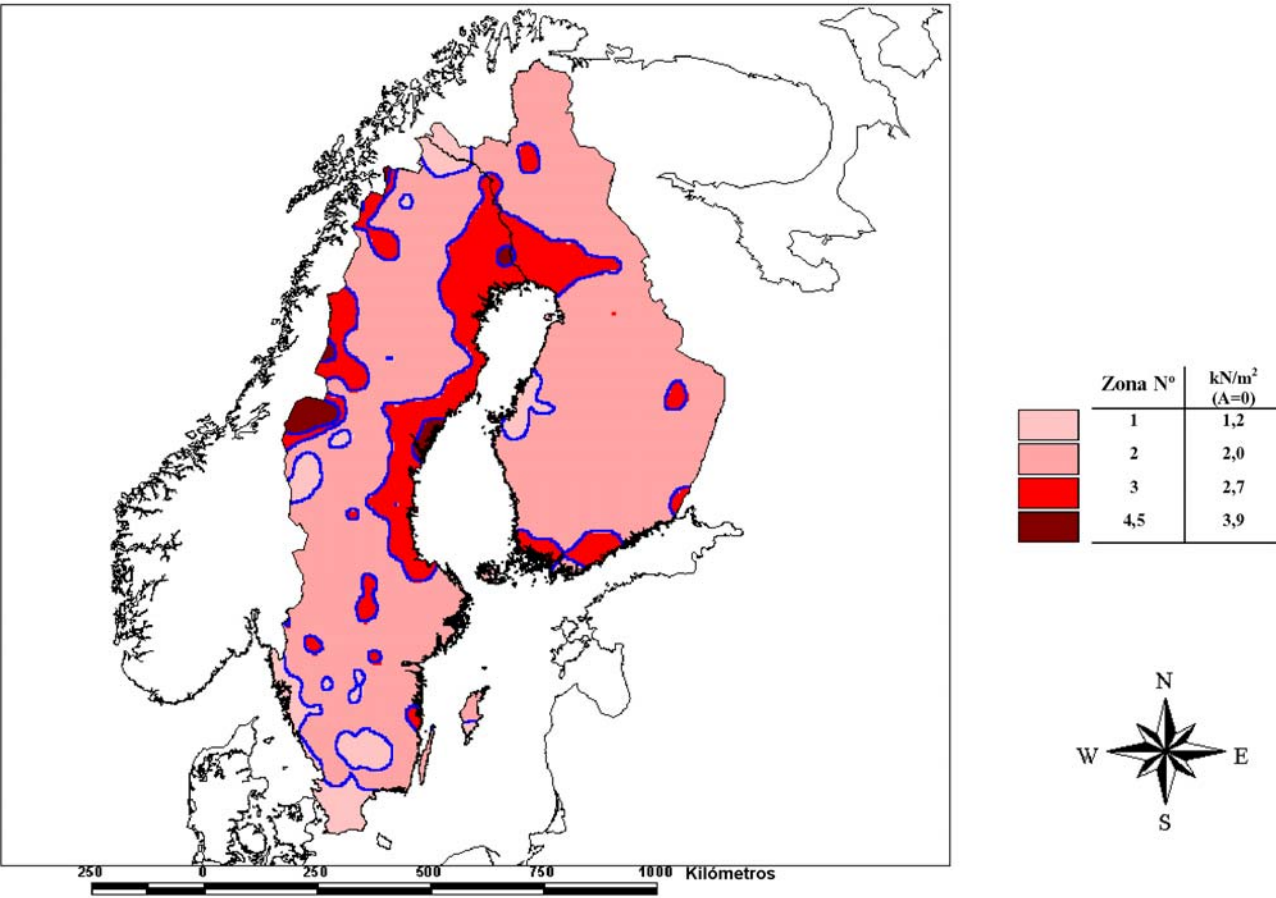


Fig. C.8

Reino Unido, República de Irlanda: Carga de nieve a nivel del mar

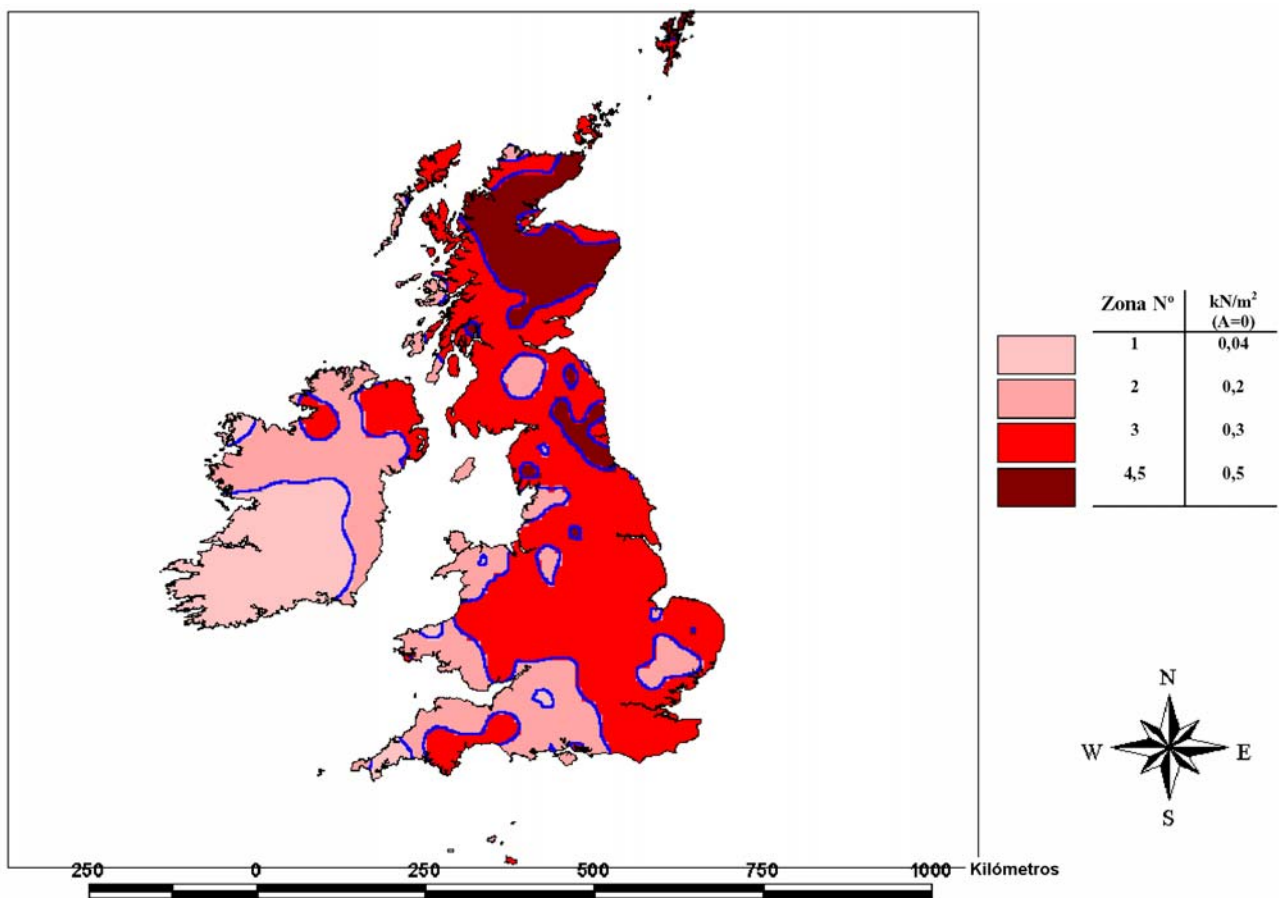


Fig. C.9

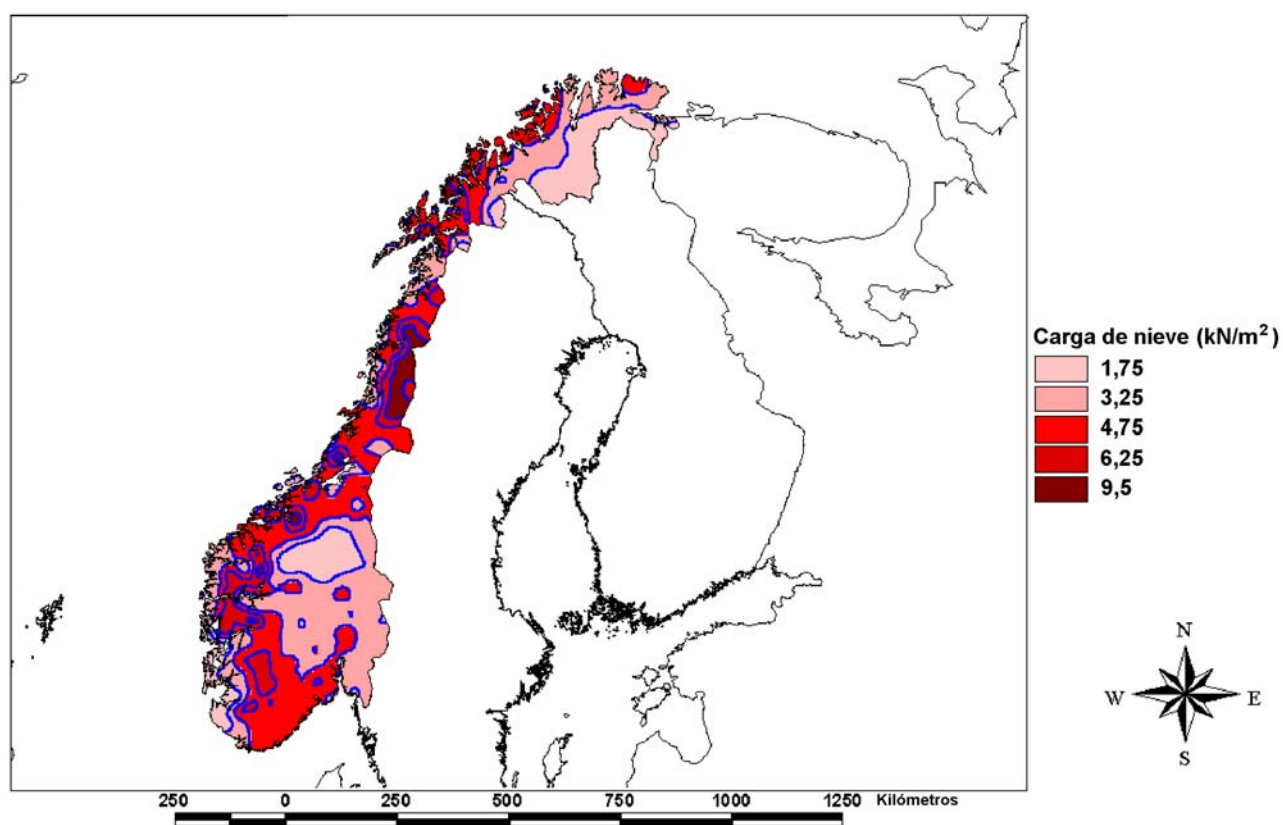
Noruega: Carga de nieve a nivel del terreno

Fig. C.10

República Checa: Carga de nieve a nivel del terreno

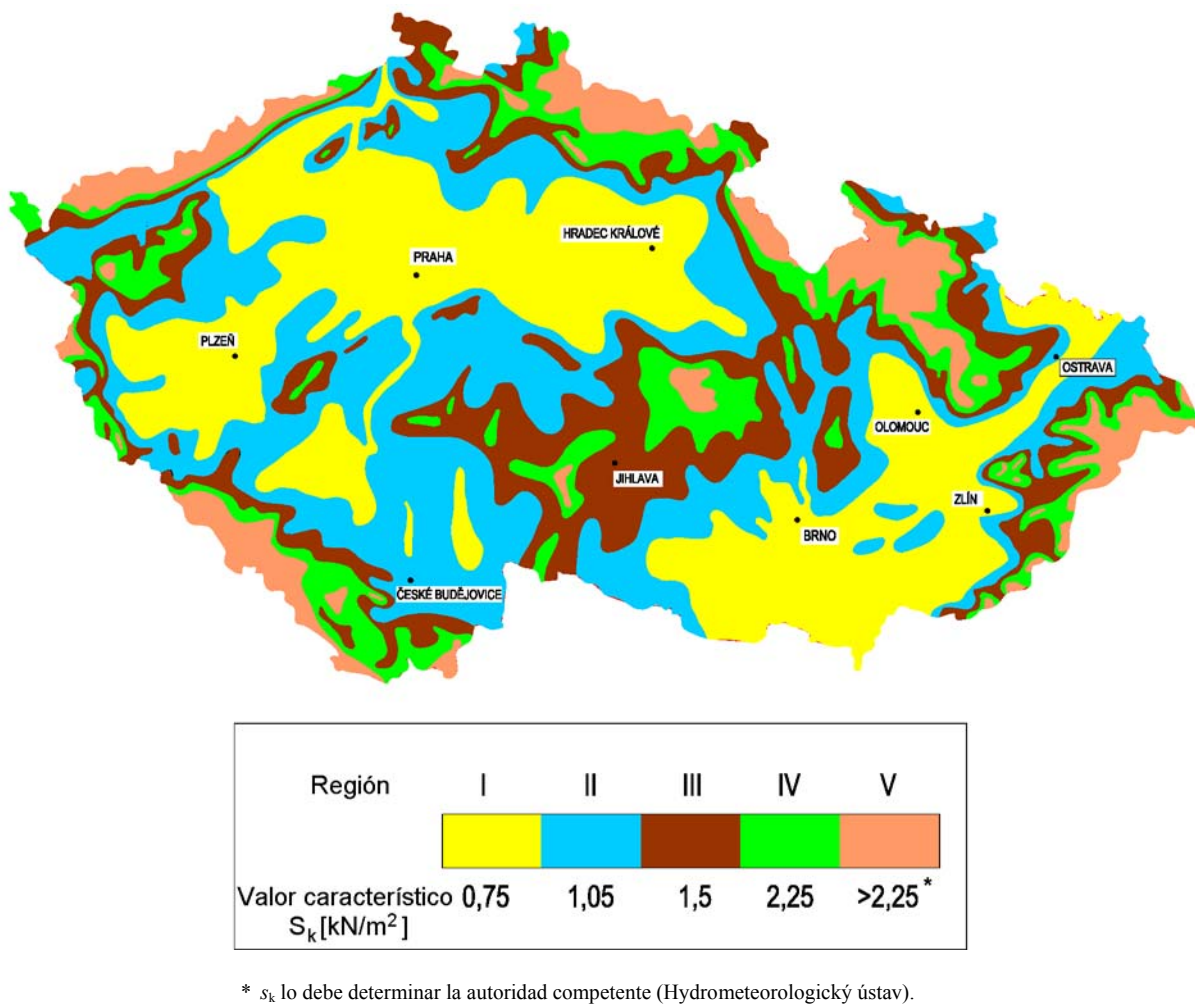


Fig. C.11

Mapa de nieve de Islandia

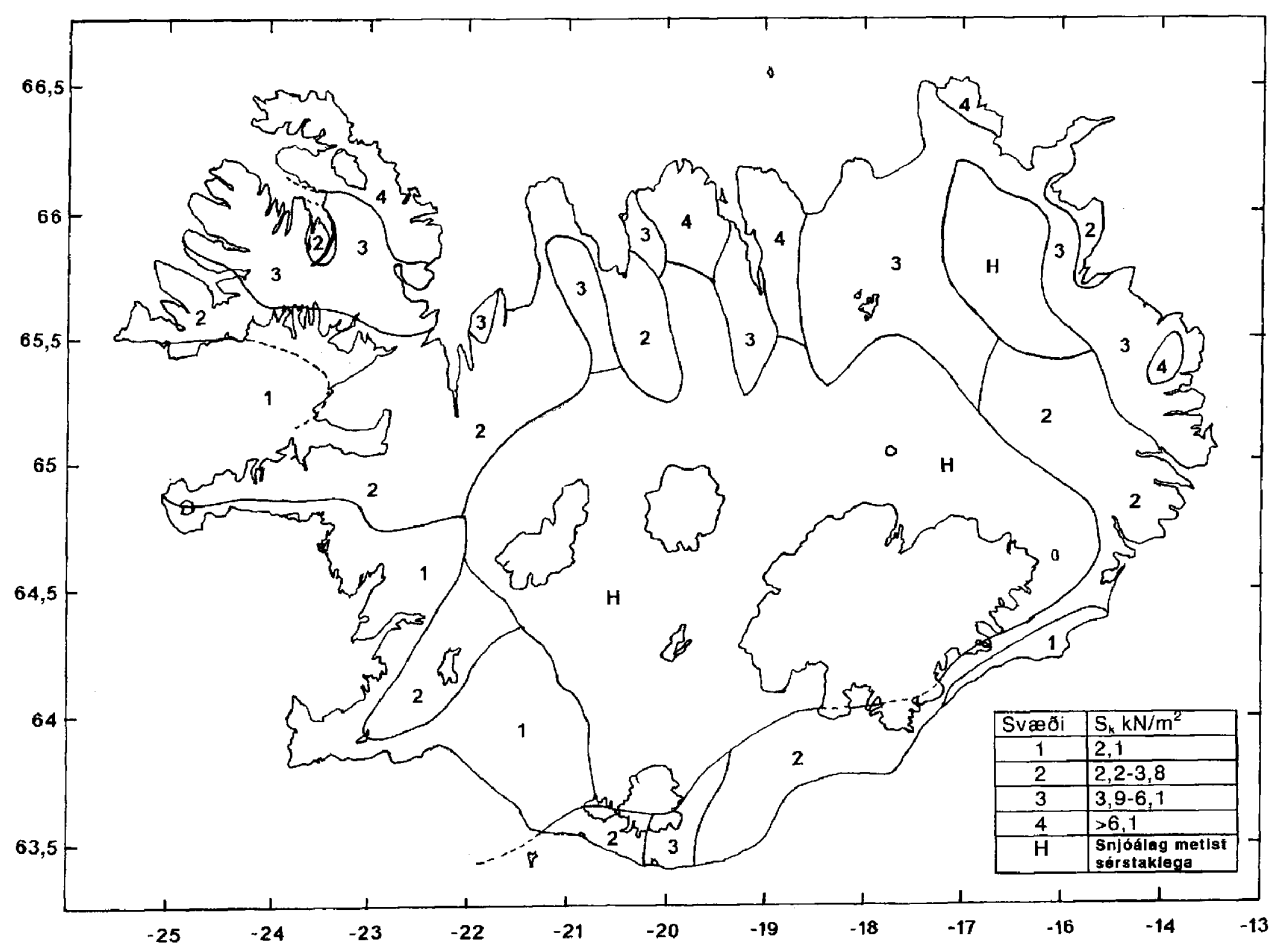


Fig. C.12

Mapa de Nieve de Polonia

Zona	s_k , kN/m ²
1	$0,007A - 1,4$; $s_k \geq 0,70$
2	0,9
3	$0,006A - 0,6$; $s_k \geq 1,2$
4	1,6
5	$0,93\exp(0,00134A)$; $s_k \geq 2,0$

NOTA: A = altitud del emplazamiento sobre el nivel del mar (m)

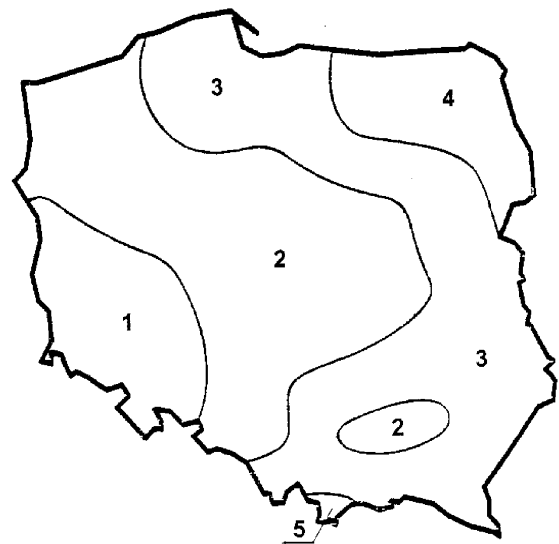


Fig. C.13

ANEXO D (Informativo)

AJUSTE DE LA CARGA DE NIEVE A NIVEL DEL TERRENO
EN FUNCIÓN DEL PERIODO DE RETORNO

- (1) Aplicando los apartados D(2) y D(4) se puede ajustar la carga de nieve a nivel del terreno correspondiente a cualquier periodo de retorno diferente al que corresponde a la carga característica de nieve, s_k , (que, por definición, es el que tiene una probabilidad anual de ser sobrepasado de 0,02). En cualquier caso la expresión (D.1) no se debe emplear para probabilidades anuales de excedencia mayores de 0,2 (es decir, periodo de retorno menor de aproximadamente 5 años)
- (2) En el caso de que los datos disponibles muestren que la carga máxima de nieve anual sigue una distribución de probabilidad de Gumbel, entonces la relación entre el valor característico de la carga de nieve a nivel del terreno y la carga de nieve a nivel del terreno correspondiente a un periodo de retorno de n años viene dada por la fórmula:

$$s_n = s_k \left\{ \frac{1 - V \frac{\sqrt{6}}{\pi} [\ln(-\ln(1 - P_n)) + 0,57722]}{(1 + 2,5923V)} \right\} \quad (D.1)$$

donde

s_k es el valor característico de la carga de nieve a nivel del terreno (considerando un periodo de retorno de 50 años, de acuerdo con la Norma EN 1990:2002);

s_n es el valor de la carga de nieve a nivel del terreno para un periodo de retorno de n años;

P_n es la probabilidad de excedencia anual (equivalente aproximadamente a $1/n$, donde n es el correspondiente periodo de retorno (en años));

V es el coeficiente de variación de la carga máxima anual de nieve.

NOTA 1 – La Autoridad Nacional competente puede definir otra función de distribución diferente para el ajuste del periodo de retorno, donde lo considere apropiado.

NOTA 2 – La Autoridad Nacional competente puede proporcionar información referente al coeficiente de variación.

(3) Se muestra gráficamente en la figura D.1 los resultados de la fórmula (D.1)

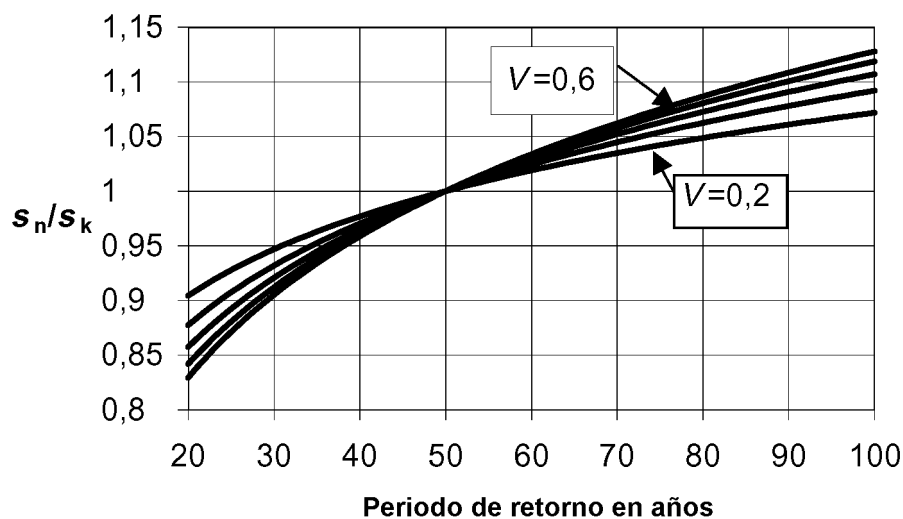


Fig. D.1 – Ajuste de la carga de nieve a nivel del terreno en función del periodo de retorno

- (4) Si lo permite la Autoridad Nacional competente, la fórmula (D.1) se puede adaptar para calcular la carga de nieve a nivel del terreno para otras probabilidades de excedencia. Por ejemplo:
- a) estructuras en las que es aceptable un mayor riesgo de excedencia;
 - b) estructuras en las que se requiere una mayor seguridad que la habitual.

ANEXO E (Informativo)**PESO ESPECÍFICO DE LA NIEVE**

- (1) El peso específico de la nieve varía. En general aumenta al pasar el tiempo en que permanece la cobertura de nieve y depende de la ubicación, del clima y de la altitud.
- (2) La tabla E.1 se puede emplear para determinar un valor indicativo del peso específico medio de la nieve a nivel del terreno, excepto en donde se especifica otro valor en los capítulos 1 a 6.

Tabla E.1
Peso específico medio de la nieve

Tipo de nieve	Peso específico [kN/m²]
Fresca	1,0
Compacta (bastantes horas o días después de la nevada)	2,0
Antigua (bastantes semanas o meses después de la nevada)	2,5 – 3,5
Húmeda o mojada	4,0

BIBLIOGRAFÍA

ISO 4355 – *Bases para el diseño de estructuras. Determinación de las cargas de nieve en cubiertas.*

ISO 3898 – *Bases para el diseño de estructuras. Notaciones. Símbolos generales.*

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