

## **Diseño estructural - Disposiciones generales y combinaciones de cargas**

### **Preámbulo**

El Instituto Nacional de Normalización, INN, es el organismo que tiene a su cargo el estudio y preparación de las normas técnicas a nivel nacional. Es miembro de la INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO) y de la COMISION PANAMERICANA DE NORMAS TECNICAS (COPANT), representando a Chile ante esos organismos.

Esta norma se estudió a través del Comité Técnico *Diseño Estructural*, para establecer las disposiciones generales y las combinaciones de carga para el diseño de edificios y otras estructuras, de acuerdo a lo indicado en cláusula 9.

Por no existir Norma Internacional, en la elaboración de esta norma se ha tomado en consideración la norma ASCE/SEI 7-05 *Minimum Design Loads for Buildings and other structures*.

La norma NCh3171 ha sido preparada por la División de Normas del Instituto Nacional de Normalización, y en su estudio el Comité estuvo constituido por las organizaciones y personas naturales siguientes:

Alfonso Larraín Vial y Asociación Ltda.  
AMCS Ltda.  
ARA Worley Parsons

IEC Ingeniería S.A.  
Ing. Ruiz-Saavedra  
Ingeniería y Construcciones Albro Ltda.  
Instituto del Cemento y del Hormigón de Chile, ICH  
Instituto Nacional de Normalización, INN

Alfonso Larraín V.  
Christian Schnaidt M.  
Iván Darrigrande E.  
Pedro Hidalgo O.  
Jorge Lindenberg B.  
Manuel Saavedra S.  
David Campusano B.  
Augusto Holmberg F.  
Francisco Guzmán A.

## NCh3171

Ministerio de Obras Publicas, MOP  
ORD Ingeniería Estructural  
RCP Ingeniería y Servicios Ltda.  
Sergio Contreras y Asociados  
Universidad de Chile - Departamento Estructuras-  
Construcción-Geotécnica  
  
Universidad de Chile - IDIEM

Julio Barrientos L.  
Rodrigo Vásquez U.  
Rodrigo Concha P.  
Sergio Contreras A.  
  
Rubén Boroschek K.  
Ricardo Herrera M.  
Fernando Yáñez U.

Esta norma ha sido aprobada por el Consejo del Instituto Nacional de Normalización, en sesión efectuada el 04 de marzo de 2010.

Esta norma ha sido declarada Oficial de la República de Chile por Decreto Exento N°415, de fecha 21 de junio de 2010, del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, publicado en el Diario Oficial del 25 de junio de 2010.

# **Diseño estructural - Disposiciones generales y combinaciones de cargas**

## **1 Alcance y campo de aplicación**

Esta norma establece las disposiciones generales y las combinaciones de carga para el diseño de edificios y otras estructuras, de acuerdo a lo indicado en cláusula 9.

## **2 Referencias normativas**

Los documentos referenciados siguientes son indispensables para la aplicación de esta norma. Para referencias con fecha, sólo se aplica la edición citada. Para referencias sin fecha se aplica la última edición del documento referenciado (incluyendo cualquier enmienda).

|                      |  |
|----------------------|--|
| NCh382               | <i>Sustancias peligrosas - Clasificación general.</i>                |
| NCh431 <sup>1)</sup> | <i>Diseño estructural - Sobrecargas de nieve.</i>                    |
| NCh432 <sup>1)</sup> | <i>Diseño estructural - Cargas de viento.</i>                        |
| NCh433               | <i>Diseño sísmico de edificios.</i>                                  |
| NCh1537              | <i>Diseño estructural - Cargas permanentes y sobrecargas de uso.</i> |
| NCh2369              | <i>Diseño sísmico de estructuras e instalaciones industriales.</i>   |

---

1) Actualmente en estudio.

### 3 Términos, definiciones y simbología

#### 3.1 Términos y definiciones

Para los propósitos de esta norma se aplican los términos y definiciones siguientes:

**3.1.1 Autoridad Competente:** entidad pública que tiene jurisdicción en el cumplimiento de algunos de los requisitos de esta norma

**3.1.2 cargas:** fuerzas y otras acciones resultantes del peso de todos los materiales de construcción, sus ocupantes y sus pertenencias, los efectos medioambientales, asentamientos diferenciales, y restricciones a las variaciones dimensionales y de operación. Las cargas permanentes son aquellas cargas para las cuales las variaciones en el tiempo son escasas y de magnitud menor. Todas las otras cargas son cargas variables (ver 3.1.4)

**3.1.3 carga mayorada:** producto de una carga nominal por un factor de carga

**3.1.4 cargas nominales:** magnitudes de cargas permanentes, cargas de uso, de suelo, viento, nieve, lluvia, inundación, sismo, cargas operacionales y cargas de montaje, definidas en las normas correspondientes

**3.1.5 diseño por resistencia admisible:** método mediante el cual se dimensionan los elementos estructurales de modo que las tensiones producidas en los elementos por las combinaciones de carga indicadas en 9.2, no excedan las tensiones admisibles especificadas

**3.1.6 diseño por resistencia última:** método mediante el cual se dimensionan los elementos estructurales de modo que las fuerzas producidas en los elementos por las cargas mayoradas no excedan su resistencia de diseño. También se llama *diseño por factores de carga y resistencia*

**3.1.7 efecto de carga:** fuerzas y deformaciones producidas en los elementos estructurales por las cargas aplicadas

**3.1.8 efecto p-delta:** efecto de segundo orden de esfuerzos de corte y momentos en elementos de marcos generados por las cargas axiales en marcos que se desplazan lateralmente

**3.1.9 estado límite:** condición más allá de la cual una estructura o un elemento constituyente de ella se torna no apta para el servicio y se considera que no es más útil para la función para la cual fue considerada (estado límite de servicio) o no es segura (estado límite por resistencia)

**3.1.10 factor de carga:** factor que toma en cuenta la variación de la carga real con respecto a la carga nominal, inexactitudes en el análisis de las cargas; y la probabilidad de que más de una carga extrema se presente simultáneamente

**3.1.11 factor de resistencia:** factor que toma en cuenta las variaciones de la resistencia real con respecto a la resistencia nominal y la forma y consecuencias de la falla. También se llama *factor de reducción de la resistencia*

**3.1.12 instalaciones esenciales:** edificios y otras estructuras que se considera que deben permanecer operativas en el caso de ser sometidas a cargas extremas debidas a fenómenos ambientales como viento, nieve o sismos

**3.1.13 instalaciones temporales:** edificios y otras estructuras las cuales prestarán servicios durante un tiempo limitado y estarán sometidas durante un período limitado a las cargas de la naturaleza

**3.1.14 ocupación:** uso para el cual se destina o se intenta destinar un edificio y otras estructuras o parte de ella

**3.1.15 otras estructuras:** estructuras diferentes a los edificios para las cuales se especifican las cargas en esta norma

**3.1.16 resistencia de diseño:** producto de la resistencia nominal y un factor de resistencia ( $\phi R_N$ )

**3.1.17 resistencia nominal:** capacidad de una estructura o elemento determinada mediante cálculos que consideren las resistencias especificadas del material, y las dimensiones y fórmulas obtenidas de principios aceptados de la mecánica estructural, por ensayos en terreno o ensayos de laboratorio en modelos a escala considerando los efectos de la modelación y las diferencias entre las condiciones de laboratorio y de terreno

**3.1.18 sustancias peligrosas:** definidas y clasificadas según NCh382

## 3.2 Simbología y notación

$D$  = carga permanente;

$D_i$  = peso del hielo;

$E$  = carga sísmica según NCh433 y NCh2369;

$F$  = carga debido a los líquidos con presiones y alturas máximas bien definidas;

$F_a$  = carga de la inundación según ASCE/SEI 07, capítulo 5;

$H$  = carga debido a la presión lateral de tierra, a la presión del agua subterránea, o a la presión lateral de materiales a granel, más el empuje sísmico de suelo u otros materiales en las combinaciones que incluyan el efecto sísmico;

$L$  = carga de uso según NCh1537;

$L_r$  = carga de uso de techo según NCh1537;

## NCh3171

$R$  = carga de lluvia según ASCE/SEI 07, capítulo 8;

$S$  = carga de nieve según NCh431;

$T$  = fuerzas internas;

$W$  = carga de viento según NCh432;

$W_i$  = viento-en-hielo según ASCE/SEI 07, capítulo 10.

## 4 Disposiciones generales

### 4.1 Generalidades

**4.1.1** Las cargas y sus apropiadas combinaciones, las que han sido desarrolladas para ser usadas en conjunto, se establecen tanto para el diseño por resistencia como por tensiones admisibles.

**4.1.2** Para las resistencias de diseño y para los límites de las tensiones admisibles se deben respetar las especificaciones de diseño para los materiales estructurales.

**4.1.3** Los edificios y otras estructuras deben ser diseñados usando las combinaciones indicadas en cláusula 9, las que deben ser utilizadas para dimensionar los elementos de un material de construcción específico en toda la estructura.

### 4.2 Métodos de diseño por resistencia

#### 4.2.1 Diseño por resistencia última

Los edificios y otras estructuras y todos sus componentes deben ser diseñados y contruidos de tal manera que resistan las combinaciones de carga indicadas en 9.1 sin exceder la resistencia de diseño de los elementos estructurales.

#### 4.2.2 Diseño por resistencia admisible (tensiones admisibles)

Los edificios y otras estructuras y todos sus componentes deben ser diseñados y contruidos de tal manera que resistan las combinaciones de carga indicadas en 9.2 sin exceder la resistencia admisible de los elementos estructurales.

### 4.3 Diseño por condiciones de servicio

Los sistemas estructurales y sus componentes deben ser diseñados de manera que tengan una rigidez adecuada que limiten las deformaciones, vibraciones, deformaciones de entrepiso y cualquier otra deformación que afecte el uso proyectado y el desempeño de los edificios y otras estructuras.

#### **4.4 Esfuerzos internos autoinducidos**

Cuando corresponda, se deben considerar las fuerzas internas originadas por asentamientos diferenciales de las fundaciones y por las restricciones a las variaciones dimensionales debidas a temperatura, humedad, retracción, fluencia lenta (creep) y a otros efectos similares.

#### **4.5 Análisis**

Los efectos de las cargas en cada uno de los elementos estructurales deben ser determinados mediante métodos de análisis estructural que tomen en cuenta el equilibrio, la estabilidad general, la compatibilidad geométrica y las propiedades tanto de corto como de largo plazo de los materiales.

#### **4.6 Acciones estructurales equilibrantes (contrarrestantes)**

Todos los elementos y sistemas estructurales y todos los componentes de edificios y otras estructuras, deben ser diseñados para resistir las fuerzas debidas a sismo y viento, considerando el volcamiento, deslizamiento y levantamiento debido a acciones tales como succiones, subpresiones y otras de la misma naturaleza, y se debe disponer de una trayectoria continua de las fuerzas para transmitir las a las fundaciones.

En los casos en que toda la resistencia a estas fuerzas o parte de ella se deba a la carga muerta, ésta debe ser determinada como la mínima esperada durante la ocurrencia del hecho que origina las fuerzas. Se debe considerar el efecto de las deformaciones verticales y horizontales resultantes de estas fuerzas.

Cuando se use un dispositivo de deslizamiento para aislar los elementos, se debe incluir el efecto fricción entre los elementos deslizantes como una fuerza.

### **5 Integridad estructural general**

Los edificios y otras estructuras deben ser diseñados de manera que, en el caso de producirse daños locales, mantengan su integridad estructural, permaneciendo estables frente al daño local original. Esto debe ser logrado mediante una distribución de los elementos estructurales que provean de estabilidad al sistema estructural completo, de modo que transfieran las cargas de cualquier zona dañada a otras zonas que sean capaces de resistir esas cargas sin colapsar. Esto puede ser logrado proveyendo suficiente continuidad, redundancia, o capacidad de disipación de energía (ductilidad), o una combinación de ellas, a los miembros de la estructura.

## **6 Clasificación de los edificios y otras estructuras**

### **6.1 Clasificación según naturaleza de la ocupación**

Los edificios y otras estructuras deben ser clasificadas en base a la naturaleza de su ocupación, de acuerdo a Tabla 1 con la finalidad de aplicar las disposiciones de inundaciones, viento, nieve, hielo y sismo. Las Categorías de Ocupación van desde I a IV, donde la Categoría de Ocupación I incluye edificios y otras estructuras con un riesgo bajo para la vida humana en el caso de falla, y la Categoría de Ocupación IV incluye instalaciones esenciales. Cada edificio u otra estructura debe ser clasificada en la más alta categoría o categorías aplicables. Se permite la clasificación de una misma estructura en varias Categorías de Ocupación considerando el uso y condición de carga a evaluar tales como viento o sismo.

Cuando los edificios y otras estructuras tienen múltiples usos (ocupación), debe ser estudiada la relación entre los usos de varias partes del edificio u otras estructuras, asimismo la independencia de los sistemas estructurales de las diferentes partes. La clasificación de cada sistema estructural de un edificio u otra estructura de uso múltiple debe ser la que corresponde al grupo del mayor uso en cualquier parte del edificio u otra estructura que dependa del sistema estructural básico.



**Tabla 1 - Categoría de Ocupación de edificios y otras estructuras para cargas de inundación, viento, nieve, hielo y sismo**

| Naturaleza de la ocupación   | Categoría de Ocupación |
|--|------------------------|
| <p>Edificios y otras estructuras aisladas o provisionales no destinadas a habitación, no clasificables en las Categorías de Ocupación II, III y IV que representan un bajo riesgo para la vida humana en el caso de falla, incluyendo, pero no exclusivamente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalaciones agrícolas.</li> <li>- Ciertas instalaciones provisorias.</li> <li>- Instalaciones menores de almacenaje.</li> </ul>  | I                      |
| <p>Todos los edificios y otras estructuras destinados a la habitación privada o al uso público que no pertenecen a las Categorías de Ocupación I, III y IV, y edificios u otras estructuras cuya falla puede poner en peligro otras construcciones de las Categorías de Ocupación I, III y IV.</p>   | II                     |
| <p>Edificios y otras estructuras cuyo contenido es de gran valor, incluyendo, pero no exclusivamente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- bibliotecas;</li> <li>- museos.</li> </ul> <p>Edificios y otras estructuras donde existe frecuentemente aglomeración de personas, incluyendo, pero no exclusivamente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- salas destinadas a asambleas para 100 o más personas;</li> <li>- estadios y graderías al aire libre para 2 000 o más personas;</li> <li>- escuelas, parvularios y recintos universitarios;</li> <li>- cárceles y lugares de detención;</li> <li>- locales comerciales con una superficie mayor o igual que 500 m<sup>2</sup> por piso, o de altura mayor que 12 m;</li> <li>- centros comerciales con pasillos cubiertos, con un área total mayor que 3 000 m<sup>2</sup> sin considerar la superficie de estacionamientos.</li> </ul> <p>Edificios y otras estructuras no incluidas en la Categoría de Ocupación IV (incluyendo, pero no exclusivamente, instalaciones que manufacturan, procesan, manipulan, almacenan, usan o desechan sustancias tales como combustibles peligrosos, productos químicos peligrosos, residuos peligrosos o explosivos) que contienen cantidades suficientes de sustancias peligrosas para el público en caso que se liberen.</p> <p>Edificios y otras estructuras que contengan sustancias peligrosas deben ser clasificadas como estructuras de la Categoría de Ocupación II si se demuestra satisfactoriamente ante la Autoridad Competente mediante una estimación del riesgo, según se describe en 6.2, que la liberación de la sustancia peligrosas no presenta una amenaza para el público.</p> | III                    |

(continúa)

**Tabla 1 - Categoría de Ocupación de edificios y otras estructuras para cargas de inundación, viento, nieve, hielo y sismo (conclusión)**

| Naturaleza de la ocupación   | Categoría de Ocupación |
|--|------------------------|
| <p>Edificios y otras estructuras clasificadas como edificios gubernamentales, municipales, de servicios públicos o de utilidad pública, incluyendo, pero no exclusivamente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- cuarteles de policía;</li> <li>- centrales eléctricas y telefónicas;</li> <li>- correos y telégrafos;</li> <li>- radioemisoras;</li> <li>- canales de televisión;</li> <li>- plantas de agua potable y de bombeo.</li> </ul> <p>Edificios y otras estructuras clasificadas como instalaciones esenciales cuyo uso es de especial importancia en caso de catástrofe, incluyendo, pero no exclusivamente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- hospitales;</li> <li>- postas de primeros auxilios;</li> <li>- cuarteles de bomberos;</li> <li>- garajes para vehículos de emergencia;</li> <li>- estaciones terminales;</li> <li>- Refugios de emergencia.</li> <li>- Estructuras auxiliares (incluyendo, pero no exclusivamente a, torres de comunicación, estanques de almacenamiento de combustible, estructuras de subestaciones eléctricas, estructuras de soporte de estanques de agua para incendios o para consumo doméstico o para otro material o equipo contra incendios) requeridas para la operación de estructuras con Categoría IV durante una emergencia.</li> <li>- Torres de control de aviación, centros de control de tráfico aéreo, y hangares para aviones de emergencia.</li> <li>- Edificios y otras estructuras que tengan funciones críticas para la defensa nacional.</li> </ul> <p>Edificios y otras estructuras (incluyendo, pero no exclusivamente, instalaciones que manufacturan, procesan, manipulan, almacenan, usan o desechan sustancias tales como combustibles peligrosos, productos químicos peligrosos, residuos peligrosos o explosivos) que contienen sustancias peligrosas en cantidades superiores a las establecidas por la Autoridad Competente.</p> <p>Edificios y otras estructuras que contengan sustancias peligrosas deben ser clasificadas como estructuras de la Categoría de Ocupación II si se puede demostrar satisfactoriamente a la Autoridad Competente mediante una estimación de riesgo, como se describe en 6.2, que una fuga de estas sustancias no representa una amenaza para el público. No se permite esta clasificación reducida si los edificios u otras estructuras también funcionan como instalaciones esenciales o utilidad pública.</p> | IV                     |

## 6.2 Clasificación según sustancias peligrosas

Los edificios y otras estructuras que contengan sustancias peligrosas pueden ser clasificadas como estructuras de la Categoría de Ocupación II si se puede demostrar, a satisfacción de la Autoridad Competente mediante una estimación del riesgo que forma parte de un Plan de Manejo de Riesgo (PMR), que una fuga de las sustancias tóxicas, altamente tóxica o explosiva no representa una amenaza para el público.

Para calificar dentro de esta clasificación reducida, el propietario u operador de los edificios y otras estructuras que contienen sustancias peligrosas deben tener un PMR que incorpore, a lo menos, tres elementos: una estimación del riesgo, un programa de prevención y un plan de respuesta a la emergencia.

### NOTAS

- 1) La estimación del riesgo debe incluir a lo menos el escenario para el evento de caso más desfavorable de derrame para cada estructura considerada, mostrando el riesgo potencial para el público en cada uno de ellos. La ocurrencia del caso más desfavorable debe incluir la falla total (derrame instantáneo de todo el contenido) de un estanque, sistema de tuberías o de cualquier otra estructura de almacenamiento. Un caso más desfavorable incluye (pero no exclusivamente) un derrame durante la ocurrencia de un viento de diseño o un sismo de diseño. En esta estimación, la evaluación de la efectividad de las medidas subsecuentes para la mitigación del accidente deben estar basadas en la suposición de que suceda la falla total de la estructura principal de almacenamiento. El impacto en el exterior del recinto debe ser definido en términos de población dentro del área potencialmente afectada. Para calificar en la clasificación reducida, la estimación del riesgo debe demostrar que un derrame del material peligroso en el caso más desfavorable no constituya una amenaza para el público fuera de los límites del recinto donde se encuentra la instalación.
- 2) El programa de prevención debe consistir a lo menos en la secuencia de acciones para el manejo de la seguridad, el cual se basa en la prevención del accidente mediante controles de manejo en las áreas claves de diseño, construcción, operación y mantenimiento. Se puede usar contenedores secundarios para mitigar el riesgo de derrames de sustancias peligrosas (incluyendo, pero no exclusivamente, estanques de doble pared, diques de tamaño suficiente para contener un derrame u otros medios para contener una fuga de cantidades peligrosas dentro de los límites del recinto de la instalación y prevenir el derrame de contaminantes hacia el aire, suelo, aguas subterráneas o aguas superficiales). Cuando se provea un contenedor secundario, éste debe ser diseñado para resistir todas las cargas medioambientales, y no es elegible para cumplir con esta clasificación reducida. En zona de huracanes pueden ser usadas las prácticas y procedimientos obligatorios que efectivamente disminuyan los efectos del viento sobre los elementos estructurales críticos o que en forma alternativa protejan de fugas dañinas durante y después de un huracán.
- 3) El plan de respuesta a la emergencia debe indicar a lo menos una notificación pública, un tratamiento médico de emergencia por exposición humana accidental y procedimientos de emergencia para fugas con consecuencias más allá de los límites de la propiedad donde se encuentra la instalación. El plan de respuesta de emergencia debe abordar la posibilidad que los recursos empleados para la respuesta puedan ser comprometidos por el evento causante de la emergencia.

## **7 Agregados y modificaciones a estructuras existentes**

Cuando se amplía una edificación o una estructura existente o se modifica de alguna manera, los elementos estructurales deben ser reforzados, si es necesario, de manera que puedan resistir las cargas mayoradas definidas en esta norma, las que deben ser soportadas sin exceder la resistencia de diseño especificada para los materiales de construcción correspondientes. Si se usa un diseño por tensiones admisibles, el reforzamiento es necesario cuando las tensiones originadas por las cargas nominales exceden las tensiones admisibles especificadas para los materiales de construcción correspondientes.

## **8 Pruebas de carga**

Se debe realizar una prueba de carga en cualquier construcción cuando sea requerida por la Autoridad Competente en todos los casos que exista una razón para cuestionar la seguridad de ella para el uso u ocupación proyectada.

## **9 Combinaciones de carga**

Las combinaciones de carga y los factores de carga indicados en 9.1 y 9.2 deben ser usados en el diseño de estructuras cuando las normas de diseño correspondientes a los distintos materiales así lo indiquen.

En el caso de diseño sísmico, prevalecen las disposiciones indicadas en NCh433, NCh2369 y NCh2745.

Se deben utilizar la combinación que produzcan el efecto más desfavorable en el edificio, fundación, o el elemento estructural considerado. En algunos casos esto puede ocurrir cuando una o más cargas en la combinación no están presentes.

NOTA – Las combinaciones indicadas no son exhaustivas, el diseñador debe considerar las combinaciones más desfavorables para cada situación.

### **9.1 Factores de combinación de cargas mayoradas usando el diseño por resistencia**

#### **9.1.1 Combinaciones básicas**

Las estructuras, los elementos componentes y las fundaciones deben ser diseñados de manera que su resistencia de diseño sea mayor o igual que el efecto de las cargas mayoradas en las combinaciones siguientes:

- 1)  $1,4 D$
- 2)  $1,2 D + 1,6 L + 0,5(L_r \text{ o } S \text{ o } R)$

- 3a)  $1,2D + 1,6(L_r \text{ o } S \text{ o } R) + L$
- 3b)  $1,2D + 1,6(L_r \text{ o } S \text{ o } R) + 0,8W$
- 4)  $1,2D + 1,6W + L + 0,5(L_r \text{ o } S \text{ o } R)$
- 5)  $1,2D + 1,4E + L + 0,2S$
- 6)  $0,9D + 1,6W$
- 7)  $0,9D + 1,4E$

A estas combinaciones se deben agregar las excepciones siguientes:

- El factor de carga de  $L$  en las combinaciones (3a), (4) y (5) puede ser 0,5 para todos los destinos en los cuales el valor  $L_0$  indicado en NCh1537, Tabla 5, es menor o igual que  $5 \text{ kN/m}^2$ , a excepción de los estacionamientos o las áreas ocupadas como lugares de asamblea pública.
- Cuando las cargas  $F$  y  $T$  están presentes, ellas se deben incluir con el mismo factor de la carga  $D$  en las combinaciones (1), (2), (3a), (3b), (4), (5) y (7).
- Cuando la carga  $H$  está presente, su factor debe ser 1,6 en las combinaciones (2) y (3a), y cuando la acción de  $H$  se suma al efecto de las cargas  $E$  o  $W$  en las combinaciones (3b), (4), (5), (6) y (7). Asimismo su factor debe ser 0 en las combinaciones (6) y (7) cuando la presión lateral de suelo contrarresta la acción de  $E$  o  $W$ . Cuando la presión lateral del suelo proporciona resistencia a las acciones de otras fuerzas, no debe ser incluida en  $H$  pero sí debe ser incluida en la resistencia de diseño.
- En las combinaciones (2), (3a), (3b), (4) y (5), la carga concurrente  $S$  se debe tomar ya sea como la carga de nieve para techo plano ( $p_f$ ) o como la carga de nieve para techo inclinado ( $p_s$ ).
- En los casos en que la carga de viento  $W$  no ha sido reducida por un factor de direccionalidad se permite usar  $1,3W$  en lugar de  $1,6W$  en las combinaciones (4) y (6).

Debe ser investigado cada estado límite de resistencia. Se debe investigar los efectos de una o más cargas no actuantes. Se debe investigar cuando sea apropiado el efecto más desfavorable, ya sea del sismo o del viento por separado, y no es necesario considerar que actúan simultáneamente. Para la definición específica del efecto del terremoto,  $E$ , ver NCh433.

En zonas donde la presencia de viento y nieve no es eventual, por ejemplo, zonas montañosas o ubicadas en las regiones XI o XII, se deben estudiar combinaciones especiales que reemplacen las combinaciones (3b), (4) y (5), anteriormente indicadas, pero que no sean menores que las originales.

### 9.1.2 Combinaciones de cargas incluyendo la carga de inundación

Cuando una estructura está situada en una zona de inundación se deben considerar las combinaciones de cargas siguientes:

- 1) En zonas susceptibles de inundación el término  $1,6W$  en combinaciones (4) y (6) debe ser reemplazado por  $1,6W + 2,0F_a$ .
- 2) En zonas no susceptibles de inundación el término  $1,6W$  en combinaciones (4) y (6) debe ser reemplazado por  $0,8W + 1,0F_a$ .

### 9.1.3 Combinaciones de cargas incluyendo las cargas atmosféricas del hielo

Cuando una estructura está sometida a las cargas atmosféricas del hielo y del viento-en-hielo, se deben considerar las combinaciones de cargas siguientes:

- 1)  $0,5(L_r \text{ o } S \text{ o } R)$  en la combinación (2) debe ser reemplazada por  $0,2D_i + 0,5S$ .
- 2)  $1,6W + 0,5(L_r \text{ o } S \text{ o } R)$  en la combinación (4) debe ser reemplazada por  $D_i + W_i + 0,5S$ .
- 3)  $1,6W$  en la combinación (6) debe ser reemplazada por  $D_i + W_i$ .

## 9.2 Combinaciones de cargas nominales que se usan en el método de diseño por tensiones admisibles

### 9.2.1 Combinaciones básicas

Las estructuras, los elementos componentes y las fundaciones deben ser diseñados de manera que su resistencia admisible sea mayor o igual que el efecto de las cargas nominales en las combinaciones siguientes:

- 1)  $D$
- 2)  $D + L$
- 3)  $D + (L_r \text{ o } S \text{ o } R)$
- 4)  $D + 0,75L + 0,75(L_r \text{ o } S \text{ o } R)$
- 5a)  $D + W$
- 5b)  $D + E$
- 6a)  $D + 0,75W + 0,75L + 0,75(L_r \text{ o } S \text{ o } R)$
- 6b)  $D + 0,75E + 0,75L + 0,75S$

$$7) \quad 0,6 D + W$$

$$8) \quad 0,6 D + E$$

NOTA – Para el diseño de fundaciones superficiales aisladas con las combinaciones (7) y (8) del método ASD, se debe asegurar un factor de seguridad al volcamiento mayor que 1,5 y/o un área comprimida mínima de 50%.

A estas combinaciones se deben agregar las excepciones siguientes:

- a) Cuando las cargas  $F$  y  $T$  están presentes, ellas se deben incluir con el mismo factor de la carga  $D$  en todas las combinaciones excepto la (7).
- b) Cuando la carga  $H$  está presente, su factor debe ser 1,0 en las combinaciones (2), (3) y (4), y cuando la acción de  $H$  se suma al efecto de las cargas  $E$  o  $W$  en las combinaciones (5<sup>a</sup>), (5b), (6<sup>a</sup>) y (6b). Asimismo su factor debe ser 0 en las combinaciones (6) y (7) cuando la presión lateral del suelo contrarresta la acción de  $E$  o  $W$ . Cuando la presión lateral del suelo proporciona resistencia a las acciones de otras fuerzas, no debe ser incluida en  $H$  pero sí debe ser incluida en la resistencia de diseño.
- c) En las combinaciones (3), (4), (6<sup>a</sup>) y (6b), la carga concurrente  $S$  debe ser tomada ya sea como la carga de nieve para techo plano ( $p_f$ ) o como la carga de nieve para techo inclinado ( $p_s$ ).

Los efectos más desfavorables de cargas del viento y del terremoto deben ser considerados, cuando sea apropiado, pero no necesitan ser consideradas que actúan simultáneamente. Para la definición específica del efecto del terremoto  $E$  ver NCh433.

No deben ser utilizados incrementos en las tensiones admisibles con las combinaciones de cargas dadas en esta norma a menos que pueda ser demostrado que tal aumento es justificado por el comportamiento estructural causado por la rapidez o la duración de la carga, tales aumentos, deben estar indicados en la norma de diseño de cada material.

En zonas donde la presencia de viento y nieve no es eventual, por ejemplo, zonas montañosas o ubicadas en las regiones XI o XII, se deben estudiar combinaciones especiales que reemplacen la combinación (6), anteriormente indicada, pero que no sean menores que la original.

### 9.2.2 Combinaciones de cargas incluyendo la carga de la inundación

Cuando una estructura está situada en una zona de inundación, las combinaciones de cargas deben ser las siguientes:

- 1) En las zonas susceptibles de inundación, el término  $1,5 F_a$  debe ser agregado a las otras cargas en las combinaciones (5), (6) y (7), y  $E$  debe ser fijado igual a cero en (5) y (6).
- 2) En zonas no susceptibles de inundación, el término  $0,75 F_a$  debe ser agregado a las combinaciones (5), (6) y (7), y  $E$  debe ser fijado igual a cero en (5) y (6).

### 9.2.3 Combinaciones de cargas incluyendo cargas atmosféricas del hielo

Cuando una estructura está sometida a las cargas atmosféricas del hielo y del viento-en-hielo, las combinaciones de cargas deben ser las siguientes:

- 1)  $0,7 D_i$  debe ser agregado a la combinación (2).
- 2)  $(L_r \text{ o } S \text{ o } R)$  en la combinación (3) debe ser reemplazado por  $0,7 D_i + 0,7 W_i + S$ .
- 3)  $W$  en la combinación (7) debe ser reemplazado por  $0,7 D_i + 0,7 W_i$ .

### 9.3 Combinaciones de cargas para eventos extraordinarios

Donde se requiera por el código aplicable, norma, o la Autoridad Competente, la resistencia y la estabilidad deben ser comprobadas para asegurar que las estructuras sean capaces de soportar los efectos de los eventos extraordinarios (es decir, de baja probabilidad), tales como incendios, explosiones, y el impacto de vehículos.



---

**NORMA CHILENA OFICIAL**

***NCh* 3171.Of2010**

---

INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACION • INN-CHILE

---

**Diseño estructural - Disposiciones generales y combinaciones de cargas**

***Structural design - General dispositions and combinations of load***

Primera edición : 2010

---

CIN

---

COPYRIGHT © 2010: INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACION - INN

\* Prohibida reproducción y venta \*

Dirección : Matías Cousiño N° 64, 6° Piso, Santiago, Chile

Web : [www.inn.cl](http://www.inn.cl)

Miembro de : ISO (International Organization for Standardization) • COPANT (Comisión Panamericana de Normas Técnicas)