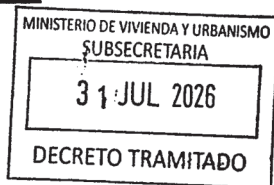




TRABAJANDO
PARA USTED



**APRUEBA Y DECLARA COMO NORMAS
OFICIALES DE LA REPÚBLICA DE CHILE
LAS NORMAS TÉCNICAS QUE INDICA Y
DEJA SIN EFECTO DECRETOS EXENTOS
QUE SEÑALA.**

DECRETO EXENTO N° 28,

SANTIAGO, 31 JUL. 2026

HOY SE DECRETÓ LO QUE SIGUE

VISTO: Lo dispuesto en el artículo 4° del D.L. N° 1.305 de 1975; el DFL N° 458, (V. y U.), de 1975, Ley General de Urbanismo y Construcciones; el Acuerdo de Obstáculos Técnicos al Comercio de la Organización Mundial del Comercio; y la Resolución N° 36, de 2024, de la Contraloría General de la República, y

CONSIDERANDO:

1. Que el numeral 3° del artículo 2° de la Ley 16.391, que Crea el Ministerio de la Vivienda y Urbanismo, dispone como una de sus funciones la de "Dictar ordenanzas, reglamentos e instrucciones generales sobre urbanización de terrenos, construcción de viviendas, obras de equipamiento comunitario, desarrollo y planificación urbanos y cooperativas de vivienda."

2. Que el artículo 4° del D.L. N° 1.305, de 1975, que Reestructura y Regionaliza el Ministerio de la Vivienda y Urbanismo, establece en su inciso primero que "Corresponderá al Ministerio formular y supervigilar las políticas nacionales en materia habitacional y urbanística y las normas técnicas para su cumplimiento, como asimismo la administración de los recursos que se le hayan entregado y la coordinación y evaluación metropolitana y regional en materia de vivienda y urbanismo."

3. Que, a su turno, el D.F.L. N° 458, (V. y U.), de 1975, Ley General de Urbanismo y Construcciones, en su artículo 2°, al definir los niveles de acción de la legislación de carácter general establecida por ella, señala como uno de ellos "Las Normas Técnicas, que contienen y definen las características técnicas de los proyectos, materiales y sistemas de construcción y urbanización, de acuerdo con los requisitos de obligatoriedad que establece la Ordenanza General. Las normas técnicas de aplicación obligatoria deberán publicarse en internet y mantenerse a disposición de cualquier interesado de forma gratuita."

4. Que, adicionalmente, el artículo 3° de la misma Ley General, establece en su inciso cuarto la facultad de este Ministerio de "aprobar por decreto supremo las Normas Técnicas que confeccionare el Instituto Nacional de Normalización y las normas sobre Pavimentación", agregando para este último caso que estos decretos supremos se dictarán por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo, por orden del Presidente de la República.

5. Que, en virtud de las facultades indicadas, por Decreto Exento N° 406, de fecha 08 de junio de 2010, del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, publicado en el Diario Oficial el 12 de junio de 2010, se declaró Norma Oficial de la República la NCh433:2010 Diseño sísmico de edificios; la que es reemplazada por aquella que se señala a continuación.

6. Que, en virtud de las facultades indicadas, por Decreto Exento N° 64, de fecha 13 de abril de 1999, del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, publicado en el Diario Oficial el 14 de mayo de 1999, se declaró Norma Oficial de la República la NCh223:1999 Construcción - Planchas acanaladas onduladas de acero recubiertas - Requisitos; la que es reemplazada por aquella que se señala a continuación.



7. Que, en virtud de las facultades indicadas, por Decreto Exento N° 57, de fecha 07 de mayo de 2001, del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, publicado en el Diario Oficial el 14 de junio de 2001, se declaró Norma Oficial de la República la NCh523:2001 Carpintería de aluminio - Puertas y ventanas - Requisitos- Requisitos; la que es reemplazada por aquella que se señala a continuación.

8. Que, en virtud de las facultades indicadas, por Decreto Exento N° 124, de fecha 22 de septiembre de 2004, del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, publicado en el Diario Oficial el 19 de octubre de 2004, se declaró Norma Oficial de la República la NCh723:2004 Hojas de puertas lisas de madera - Métodos de ensayo; la que es reemplazada por aquella que se señala a continuación.

DECRETO:

1. Apruébanse y decláranse como Normas Oficiales de la República de Chile las que se singularizan a continuación. El texto se adjunta al presente decreto y se entenderá formar parte integrante del mismo:

NCh433:2026	Diseño sísmico de edificios
NCh223:2020	Construcción - Planchas acanaladas onduladas de acero recubiertas - Requisitos
NCh523:2020	Carpintería de aluminio - Puertas y ventanas - Requisitos- Requisitos
NCh723:2019	Hojas de puertas lisas de madera - Métodos de ensayo

2. El presente decreto se publicará en el Diario Oficial, y las normas identificadas en el resuelto anterior tendrán vigencia una vez cumplido el plazo de seis meses a partir de la fecha de dicha publicación. El texto íntegro de las normas será publicado en documento del Instituto Nacional de Normalización.

3. En virtud de la aprobación dispuesta por el resuelto primero anterior, déjase sin efecto la declaración como Norma Oficial de la República de Chile de la NCh433:2010 Diseño sísmico de edificios, declarada Norma Oficial de la República por Decreto Exento N° 406, de fecha 08 de junio de 2010, del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, publicado en el Diario Oficial el 12 de junio de 2010, una vez cumplido el plazo a que se refiere el resuelto segundo anterior.

4. En virtud de la aprobación dispuesta por el resuelto primero anterior, déjase sin efecto la declaración como Norma Oficial de la República de Chile de la NCh223:1999 Construcción - Planchas acanaladas onduladas de acero recubiertas - Requisitos, declarada Norma Oficial de la República por Decreto Exento N° 64, de fecha 13 de abril de 1999, del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, publicado en el Diario Oficial el 14 de mayo de 1999, una vez cumplido el plazo a que se refiere el resuelto segundo anterior.

5. En virtud de la aprobación dispuesta por el resuelto primero anterior, déjase sin efecto la declaración como Norma Oficial de la República de Chile de la NCh523:2001 Carpintería de aluminio - Puertas y ventanas - Requisitos- Requisitos, declarada Norma Oficial de la República por Decreto Exento N° 57, de fecha 07 de mayo de 2001, del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, publicado en el Diario Oficial el 14 de junio de 2001, una vez cumplido el plazo a que se refiere el resuelto segundo anterior.

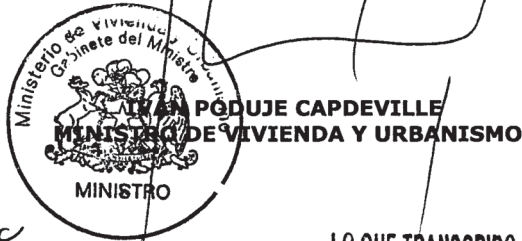
6. En virtud de la aprobación dispuesta por el resuelto primero anterior, déjase sin efecto la declaración como Norma Oficial de la República de Chile de la NCh723:2004 Hojas de puertas lisas de madera - Métodos de ensayo, declarada Norma Oficial de la República por Decreto Exento N° 124, de fecha 22 de septiembre de 2004, del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, publicado en el Diario Oficial el 19 de octubre de 2004, una vez cumplido el plazo a que se refiere el resuelto segundo anterior.



7. El Instituto Nacional de Normalización deberá enviar tres ejemplares de estas normas, debidamente certificada su conformidad con el texto oficial, a la Contraloría General de la República y además, proporcionar gratuitamente el mismo número de ejemplares al Ministerio de Vivienda y Urbanismo y a la Biblioteca Nacional.

ANÓTESE, COMUNÍQUESE Y PUBLÍQUESE.

POR ORDEN DEL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA



[Signature]
MGMS/MSZ/LRE/POC
Distribución

- Diario Oficial
- Gabinete Ministro
- Gabinete Subsecretaría
- Instituto Nacional de Normalización
- Divisiones Minvu
- Contraloría Interna Ministerial
- Auditoría Interna Ministerial
- Depto. Tecnología – DITEC
- Oficina De Partes
- Ley 20.285 Art. 6

LO QUE TRANSCRIBO PARA SU CONOCIMIENTO
N. Aguilar
NATALIA AGUILAR BRAVO
SUBSECRETARIA DE VIVIENDA Y URBANISMO



Diseño sísmico de edificios

Earthquake resistant design of buildings

ICS 91.080.01; 91.120.25

INSTITUTO NACIONAL
DE NORMALIZACION

Número de referencia
NCh433:2026
55 páginas

© INN 2026



DOCUMENTO PROTEGIDO POR COPYRIGHT

© INN 2026

Derechos de autor:

La presente Norma Chilena se encuentra protegida por derechos de autor o copyright, por lo cual, no puede ser reproducida o utilizada en cualquier forma o por cualquier medio, electrónico o mecánico, sin permiso escrito del INN. La publicación en Internet se encuentra prohibida y penada por la ley.

Se deja expresa constancia que en caso de adquirir algún documento en formato impreso, éste no puede ser copiado (fotocopia, digitalización o similares) en cualquier forma. Bajo ninguna circunstancia puede ser revendida. Asimismo, y sin perjuicio de lo indicado en el párrafo anterior, los documentos adquiridos en formato .pdf, tiene autorizada solo una impresión por archivo, para uso personal del Cliente. El Cliente ha comprado una sola licencia de usuario para guardar este archivo en su computador personal. El uso compartido de estos archivos está prohibido, sea que se materialice a través de envíos o transferencias por correo electrónico, copia en CD, publicación en Intranet o Internet y similares.

Si tiene alguna dificultad en relación con las condiciones antes citadas, o si usted tiene alguna pregunta con respecto a los derechos de autor, por favor contacte la siguiente dirección:

Instituto Nacional de Normalización - INN

Av. Libertador Bernardo O'Higgins 1449, Santiago Downtown Torre 7, piso 18 • Santiago de Chile

Tel. + 56 2 2445 88 00

Correo Electrónico contacto@inn.cl

Sitio Web www.inn.cl

Publicado en Chile

Contenido	Página
Preámbulo	v
1 Alcance y campo de aplicación	1
2 Referencias normativas	2
3 Términos, definiciones y simbología	3
4 Disposiciones de aplicación general	7
4.1 Zonificación sísmica	7
4.2 Efecto de sitio en las características del movimiento sísmico	7
4.3 Clasificación de ocupación de edificios y otras estructuras de acuerdo con su importancia y uso	12
5 Disposiciones generales sobre diseño y métodos de análisis	27
5.1 Principios y supuestos básicos	27
5.2 Combinación de las solicitaciones sísmicas con otras solicitaciones	28
5.3 Coordinación con otras normas de análisis y diseño	28
5.4 Sistemas estructurales	30
5.5 Modelos estructurales	30
5.6 Limitaciones para el uso de los métodos de análisis	31
5.7 Factor de modificación de la respuesta	31
5.8 Acciones sísmicas sobre la estructura	31
5.9 Deformaciones sísmicas	32
5.10 Separaciones entre edificios o cuerpos de edificios	33
6 Métodos de análisis	36
6.1 Generalidades	36
6.2 Análisis estático	36
6.3 Análisis modal espectral	39
7 Diseño de fundaciones	48
7.1 Especificaciones generales para el diseño	48
7.2 Fundaciones superficiales	48
7.3 Pilotes	50
7.4 Estructuras contiguas	51
 Anexos	
Anexo A (informativo) Empujes en muros subterráneos	52
Anexo B (informativo) Bibliografía	53
Anexo C (informativo) Participantes en elaboración de Norma Chilena NCh433	54
 Figuras	
Figura 1 – Zonificación sísmica del territorio nacional	16

Tablas

Tabla 1 – Zonificación sísmica por comunas para todas las regiones	17
Tabla 2 – Clasificación sísmica del sitio	24
Tabla 3 – Categoría de Ocupación de edificios y otras estructuras	25
Tabla 4 – Límites de distancia a fallas corticales activas cercanas para definir sitios Tipo F ...	26
Tabla 5 – Valores máximos de los factores de modificación de la respuesta y límites de desplazamiento entre niveles	34
Tabla 6 – Valor del coeficiente β	46
Tabla 7 – Valor de la aceleración efectiva máxima A_0	46
Tabla 8 – Valor de los parámetros que dependen del tipo de sitio	46
Tabla 9 – Valores máximos del coeficiente sísmico C	46
Tabla 10 – Valores del parámetro C_d^*	47

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 CL034 *Especialidades de la construcción*, Subcomité SC01 *Ingeniería estructural*, para establecer requisitos para el diseño sísmico de edificios y estructuras.

En la elaboración de esta norma se han tomado en consideración antecedentes técnicos nacionales aportados por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

Los Anexos A, B y C no forman parte de la norma, se insertan solo a título informativo.

Esta norma reemplaza a la norma NCh433:1996 Mod 2009 *Diseño sísmico de edificios* y la deja no vigente técnicamente.

Esta norma ha sido aprobada por el Consejo del Instituto Nacional de Normalización, en sesión efectuada el 26 de marzo de 2026.

Si bien se ha tomado todo el cuidado razonable en la preparación y revisión de los documentos normativos producto de la presente comercialización, INN no garantiza que el contenido del documento es actualizado o exacto o que el documento será adecuado para los fines esperados por el Cliente.

En la medida permitida por la legislación aplicable, el INN no es responsable de ningún daño directo, indirecto, punitivo, incidental, especial, consecuencial o cualquier daño que surja o esté conectado con el uso o el uso indebido de este documento.

Diseño sísmico de edificios

DISPOSICIONES NORMATIVAS	COMENTARIOS
1 Alcance y campo de aplicación 1.1 Esta norma establece requisitos para el diseño sísmico de los edificios y estructuras que se describen en la Tabla 3. 1.2 Esta norma no se aplica al diseño sísmico de elementos y sistemas no estructurales, como tampoco a sus componentes, soportes y fijaciones. 1.3 Esta norma no se aplica al diseño sísmico de otras obras civiles tales como puentes, presas, túneles, acueductos, muelles o canales. Tampoco se aplica a estructuras o instalaciones industriales. 1.4 Esta norma es aplicable solo a materiales o sistemas que tengan una norma técnica de diseño sísmico, o que en su defecto se pueda demostrar mediante ensayos cíclicos no lineales que tienen resistencia y ductilidad equivalentes a los requerimientos de esta norma para materiales sísmicos convencionales. 1.5 Esta norma incluye la determinación de las demandas inerciales sobre las estructuras y por tanto aplica para sitios o suelos que permanecen estables durante y después del evento sísmico. Casos como emplazamientos sobre fallas corticales o suelos de fundación que pueden imponer demandas de desplazamientos relativos significativos a nivel de las fundaciones de la estructura no están cubiertos por la presente norma.	C1.1 Los conceptos de diseño, objetivos de desempeño y requisitos que se incluyen en esta norma, conforman una filosofía de diseño ideada para ser aplicada en el diseño sísmico de edificios y estructuras, de uso no industrial, indicados en Tabla 3. C1.2 En la versión NCh433:1996 Mod2009 se incluía una cláusula específica para el diseño de elementos secundarios. Dicho contenido, y sus alcances asociados, ha sido eliminado de esta norma y se encuentra en NCh3357 Diseño sísmico de componentes y sistemas no estructurales. Si bien esta norma no incluye el diseño de estos elementos, sus efectos sobre la estructura deben ser considerados.

2 Referencias normativas

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

NCh427/1, *Construcción - Estructuras de acero - Parte 1: Requisitos para el cálculo de estructuras de acero para edificios.*

NCh427/2, *Construcción - Estructuras de acero - Parte 2: Diseño de miembros estructurales de acero conformados en frío.*

NCh430, *Hormigón armado - Requisitos de diseño y cálculo.*

NCh431, *Diseño estructural - Cargas de nieve.*

NCh432, *Cálculo de la acción del viento sobre las construcciones.*

NCh1198, *Madera - Construcciones en madera - Cálculo.*

NCh1508, *Geotecnia - Estudio de mecánica de suelos.*

NCh1537, *Diseño estructural - Cargas permanentes y sobrecargas de uso.*

NCh1928, *Albañilería armada - Requisitos para el diseño y cálculo.*

NCh2123, *Albañilería confinada - Requisitos de diseño y cálculo.*

NCh3171, *Diseño estructural - Disposiciones generales y combinaciones de cargas.*

NCh3359, *Requisitos para edificaciones estratégicas y de servicio comunitario.*

NCh3364, *Geotecnia - Ensayo de Penetración Estándar.*

NCh3793, *Obtención de parámetro V_s y T_g basado en técnicas de ondas de superficie para clasificación sísmica de sitios.*

ANSI/AISC 341-22, *Seismic Provisions for Structural Steel Buildings.*

AISI S240, *North American Standard for Cold-Formed Steel Structural Framing.*

AISI S400, *North American Standard for Seismic Design of Cold-Formed Steel Structural Systems.*

DISPOSICIONES NORMATIVAS	COMENTARIOS
3 Términos, definiciones y simbología 3.1 Términos y definiciones 3.1.1 albañilería armada albañilería reforzada que satisface los requisitos especificados en NCh1928 3.1.2 albañilería confinada albañilería reforzada que satisface los requisitos especificados en NCh2123 3.1.3 puntal de amarre de fundación elemento estructural que conecta dos fundaciones para reducir o evitar su desplazamiento horizontal relativo 3.1.4 diafragma elemento estructural bidimensional horizontal situado en un nivel, que distribuye fuerzas horizontales a elementos estructurales verticales 3.1.5 estructura resistente elementos estructurales que en conjunto mantienen la estabilidad de la estructura solicitada por todas las fuerzas a que puede quedar expuesta 3.1.6 fuerza de corte basal fuerza de corte producida por la acción sísmica en el nivel basal de la estructura 3.1.7 fundación cimiento, elemento estructural que transfiere las fuerzas generadas por la estructura al suelo soportante 3.1.8 fundación aislada aquella que soporta uno o más elementos estructurales, sin requerir de otros elementos de fundación para soportar las cargas que actúan sobre ella	C3.1.3 Este elemento trabaja principalmente en dirección axial. Se le conoce tradicionalmente con el nombre de cadena de amarre. C3.1.8 La geometría más común es circular, cuadrada o rectangular.

DISPOSICIONES NORMATIVAS	COMENTARIOS
3.1.9 fundación profunda (pilotes y pilas) aquella que no es superficial. Casos especiales son los pilotes y pilas, que transfieren las solicitaciones estructurales al suelo a través del contacto en su punta inferior y a lo largo de su superficie lateral 3.1.10 fundación superficial aquella que presenta un enterramiento, respecto de la superficie del suelo, no mayor que tres veces el ancho menor, o el diámetro, de dicha fundación 3.1.11 nivel basal nivel en el cual las fuerzas, entre la estructura resistente y el suelo de fundación, se consideran totalmente transferidas 3.1.12 razón espectral H/V cociente entre las amplitudes espectrales de las componentes de vibraciones horizontal y vertical 3.1.13 momento volcante acción de fuerzas que inducen el vuelco de un cuerpo en torno a un eje 3.1.14 sondaje geotécnico perforación mecánica que permite la toma de muestra de manera continua, para observar directamente la estratigrafía del perfil prospectado, en a lo menos 30 m de profundidad. Además, debe tener la posibilidad de extraer muestras mediante la introducción a presión de Tubo Shelby y también permite ejecutar ensayos de penetración estándar según NCh3364, Down-Hole y presiométricos 3.1.15 altura estructural distancia vertical desde la base hasta el último nivel estructural significativo del edificio	C3.1.9 El uso de fundaciones profundas incrementa la interacción con el suelo lateral, que debe ser considerada. C3.1.10 Una situación particular de fundación superficial ocurre en subterráneos, donde las fundaciones interiores pueden ser efectivamente superficiales, si éstas presentan un enterramiento, respecto del nivel del subterráneo, menor a tres veces su ancho menor. C3.1.11 Si en una estructura existen varios niveles de fundación, el nivel basal que se adopte debe ser el más representativo del comportamiento global. A partir de este nivel se determina la altura y el número de niveles de la estructura. C3.1.12 En esta norma este parámetro se utiliza en la clasificación sísmica del sitio. C3.1.15 En estructuras con instalaciones menores sobre el techo, como el sobre recorrido del ascensor, que no afectan de manera significativa la respuesta estructural, la altura a considerar para verificar límites o desplazamientos de techo puede ser menor que la altura total, excluyendo dichos elementos.

DISPOSICIONES NORMATIVAS	COMENTARIOS
3.1.16 nivel parte de una estructura comprendida entre las superficies superiores de dos pisos consecutivos. En el caso del último piso, se extiende desde la superficie superior del piso hasta la superficie superior del techo o último nivel estructural significativo del edificio	

3.2 Simbología

Los símbolos empleados en esta norma tienen el significado que se indica a continuación:

A_0	= aceleración efectiva máxima del suelo.
A_k	= factor de ponderación para el peso asociado al nivel k .
C	= coeficiente sísmico.
$C_{máx.}$	= valor máximo del coeficiente sísmico.
C_d^*	= factor de amplificación del desplazamiento elástico.
F_k	= fuerza horizontal aplicada en el nivel k .
F_N	= fuerza horizontal aplicada en el nivel superior.
H	= altura total de la estructura soportante sobre el nivel basal.
I	= coeficiente relativo a la importancia, uso y riesgo de falla de la estructura.
M_{nx}	= masa equivalente del modo n para una acción de dirección X .
$[M]$	= matriz de masas de la estructura.
N	= número total de niveles de la estructura.
P	= peso sísmico total de la estructura sobre el nivel basal.
P_k	= peso sísmico asociado al nivel k .
P_N	= peso sísmico asociado al nivel superior.
Q_0	= fuerza de corte basal del edificio.
$Q_{mín.}$	= fuerza de corte basal mínima.
R	= factor de modificación de la respuesta estructural (análisis estático).
R_0	= factor de modificación de la respuesta estructural (análisis modal espectral).
R_1	= factor que resulta de multiplicar el valor de R^* por el cociente $Q_0/Q_{mín.}$, siempre que $Q_0/Q_{mín.}$ sea igual a o menor que 1,0. En caso que este cociente sea mayor que 1,0 se debe usar $R_1 = R^*$.
R^*	= factor de reducción de la aceleración espectral, calculado para el período del modo con mayor masa de traslación equivalente en la dirección de análisis.
S	= parámetro que depende del tipo de suelo.

S_a	= aceleración espectral de diseño.
S_{de}	= desplazamiento elástico espectral de diseño.
T_{ag}	= período agrietado del modo con mayor masa de traslación equivalente en la dirección de análisis, calculado según se define en NCh430.
T_g	= período predominante del suelo estimado mediante la razón espectral H/V (método de Nakamura).
T_n	= período de vibración del modo n .
T_0	= parámetro que depende del tipo de suelo.
T^*	= período del modo con mayor masa equivalente de traslación en la dirección de análisis.
T'	= parámetro que depende del tipo de suelo.
V_p	= velocidad de propagación de las ondas de compresión.
V_S	= velocidad de propagación de las ondas de corte.
V_{S30}	= velocidad de propagación de la onda de corte representativa de los 30 m superiores del suelo.
X	= valor resultante de la superposición modal espectral.
X_i	= valor máximo del modo i con su signo.
Z_k	= altura del nivel k de la estructura sobre el nivel basal.
b_{kx}	= dimensión en la dirección x de la planta del nivel k .
b_{ky}	= dimensión en la dirección y de la planta del nivel k .
f	= factor de reducción aplicable a la determinación del valor máximo del coeficiente sísmico C .
g	= aceleración de gravedad.
h	= altura entre dos niveles consecutivos de la estructura.
h_i	= espesor del estrato de suelo i , cuya velocidad de propagación de la onda de corte es V_{Si} .
n	= parámetro que depende del tipo de suelo (ver Tabla 8); subíndice asociado al modo de vibración.
p	= parámetro que depende del tipo de suelo.
q	= cociente entre la fuerza de corte actuando sobre los muros de hormigón armado y la fuerza de corte total actuando sobre el mismo nivel, para una misma dirección de análisis.
α	= factor de amplificación de la aceleración efectiva máxima.
δ_u	= desplazamiento lateral de diseño en el techo o último nivel estructural significativo del edificio.
D_{cm}	= desplazamiento relativo entre dos niveles consecutivos, medido en el centro de masas, evaluado con el espectro de diseño.
ρ_{ij}	= coeficiente de acoplamiento entre los modos i y j .
ξ	= razón de amortiguamiento crítico.

DISPOSICIONES NORMATIVAS	COMENTARIOS
4 Disposiciones de aplicación general 4.1 Zonificación sísmica Se definen tres zonas sísmicas en el territorio nacional, como se muestra en la Figura 1 e indica en la Tabla 1. 4.2 Efecto de sitio en las características del movimiento sísmico 4.2.1 Disposiciones especiales 4.2.1.1 Los parámetros característicos del sitio, que influyen en el valor de la fuerza de corte basal se determinan de acuerdo a lo establecido en 4.2.2, 4.2.3 y 4.2.4. 4.2.1.2 Por sus características singulares, los sitios Tipo F requieren estudios específicos para determinar espectros de diseño. Los sitios Tipo F incluyen: a) Aquellos que no se pueden clasificar como sitios Tipo A, B, C, D o E. b) Suelos potencialmente licuables. c) Suelos susceptibles a densificarse bajo la acción de vibraciones. d) Suelos susceptibles a colapsar. e) Suelos orgánicos y turbas de espesor mayor que 3 m. f) Suelos finos saturados con límite líquido mayor que 80 y estrato de espesor mayor que 20 m. g) Suelos finos saturados de sensibilidad mayor que 10. h) Configuraciones de estratos de suelos contiguos de rigideces muy diferentes, tal que la amplitud de la razón espectral H/V en la vecindad de T_g, estimada según NCh3793, debe ser mayor que 4.5. Estas configuraciones deben incluir un estrato con una velocidad de propagación de la onda de corte mayor o igual a 650 m/s, dentro de una profundidad menor que o igual a 25 m.	C4.2.1.2 Cuando un suelo arenoso o limoso presenta valores de $(N1)_{60-cs} < 30$ golpes/pie, o $qc1N-cs < 17$ MPa, se recomienda realizar un estudio de potencial de licuación para confirmar, o descartar, la posibilidad real de licuación. $(N1)_{60-cs}$ = número de golpes del ensayo de penetración estándar, normalizado a una presión de 0,1 MPa (1 kg/cm^2), corregido a un 60% de la energía teórica de golpe y modificado por contenido de finos (arena limpia) $qc1N-cs$ = resistencia de punta del ensayo de cono, normalizado a una presión de 1 kg/cm^2 y modificado por contenido de finos (arena limpia). En configuraciones como h) e i) se generan reflexiones y refracciones de las ondas sísmicas que pueden resultar en desplazamientos y/o aceleraciones que no se encuentran en los requerimientos de esta norma. En estos casos se recomienda un estudio específico de respuesta de sitio que incluya la configuración estratigráfica y características dinámicas de los materiales. Existen bases de datos de fallas activas en el territorio nacional, como las contenidas en [1] y [2] (sitio www.fallasactivas.cl), las cuales se estiman una referencia válida para la aplicación del punto j).

DISPOSICIONES NORMATIVAS	COMENTARIOS
i) Terrenos con topografía irregular, donde pueden existir fenómenos de amplificación local, los cuales no están cubiertos por la clasificación. j) Sitios con fallas geológicas corticales activas, caracterizadas cuantitativamente y públicamente identificadas, con trazas localizadas a distancias iguales o menores a las indicadas en Tabla 4. La clasificación de sitio F por presencia de fallas corticales activas solo aplica para edificios o estructuras clasificados como Categoría de Ocupación III o IV de acuerdo con lo establecido en 4.3.1. Si los suelos mencionados anteriormente se mejoran mediante un procedimiento geotécnico calificado, la demanda y respuesta sísmica del sitio se deben calcular incluyendo las propiedades características del suelo mejorado. La clasificación del sitio post mejoramiento se debe mantener como Tipo F y debe quedar documentado, de la misma manera que el procedimiento de mejoramiento realizado. Los valores de pseudo-aceleración del espectro de diseño del sitio tipo F no deben ser menores que 75% para cada período del espectro de diseño del sitio, determinado mediante parámetros dinámicos obtenidos por procedimientos geofísicos y/o geotécnicos que permitan clasificarlo de acuerdo con Tabla 2. En los casos en que no sea posible técnicamente la evaluación de T_g, se permite usar únicamente V_{s30} para la clasificación del sitio, de acuerdo con Tabla 2. Los cortes basales máximos y mínimos para el diseño estructural deben utilizar los parámetros asociados al espectro de diseño del sitio, de acuerdo con Tabla 2.	

DISPOSICIONES NORMATIVAS	COMENTARIOS
4.2.1.3 La estratigrafía se debe determinar a través de la ejecución, como mínimo, de un sondaje geotécnico de 30 m de profundidad, con toma de muestras. Se exceptúan de este requisito: — Estructuras de menos de 500 m² construidos, de no más de 2 niveles y con una altura menor a 8 m, independiente de su clasificación de uso. — Conjunto de viviendas en terreno de menos de 8 000 m², donde cada unidad es de no más de 2 niveles y de menos de 200 m² construidos. En estos casos el diseño sísmico se puede realizar usando el método estático, aplicando en su análisis el coeficiente sísmico máximo, $C_{m\acute{a}x}$, (ver Tabla 9), asociado a Sitio Tipo E. De acuerdo a esto no se requiere clasificar sísmicamente el sitio, pero sí se requiere llevar a cabo el estudio geotécnico respectivo, cumpliendo como mínimo las disposiciones de NCh1508 y descartando licuación. 4.2.2 Exploración geotécnica y parámetros geotécnicos asociados a la clasificación sísmica de sitio 4.2.2.1 La clasificación sísmica de todo sitio requiere como elemento básico conocer la estratigrafía del subsuelo en una profundidad mínima de 30 m, medidos desde la superficie del suelo. Esto se debe llevar a cabo a través de la ejecución, como mínimo, de un sondaje geotécnico con toma de muestra. En el caso de sitios con presencia de suelos arenosos, limosos, o arcillosos, se debe cumplir con NCh3364.	C4.2.2.1 Es de suma importancia la correcta identificación del nivel freático en los primeros 30 m de profundidad, tanto en suelos arenosos, debido al potencial fenómeno de licuación, como en suelos finos (o con matriz fina), por el potencial cambio de rigidez de éstos con el contenido de humedad. El nivel freático se puede medir con un pozómetro al interior del sondaje. Para esto, el sondaje debe quedar debidamente habilitado en su interior con una cañería de PVC ranurada, y protegido en superficie con una tapa. El nivel freático necesita reportarse de forma regular, teniendo mediciones efectuadas al menos dos días después de haber terminado toda inyección de fluidos en el sondaje.

DISPOSICIONES NORMATIVAS	COMENTARIOS
4.2.2.2 La metodología para la Clasificación Sísmica de Suelos requiere dos parámetros que deben ser debidamente evaluados por mediciones de terreno: la velocidad de propagación de ondas de corte de los 30 m superiores del suelo, V_{S30}, y el período predominante de vibración del sitio, T_g. 4.2.2.3 El perfil de V_s se debe obtener de acuerdo a lo indicado en NCh3793. Alternativamente, el perfil de V_s se puede obtener mediante ensayos down-hole, cross-hole, sonda de suspensión, u otros, utilizando sondajes. El perfil V_s no se puede estimar a partir de mediciones de ondas de compresión. El perfil de velocidad de ondas de corte que se determine para el sitio se debe contrastar y reportar en paralelo con la estratigrafía obtenida del sondaje geotécnico. De no existir compatibilidad entre ambos, se debe reanalizar la información y, de ser necesario, repetir la exploración hasta obtener consistencia entre estratigrafía directa e indirecta. 4.2.2.4 Conocida la estratigrafía del subsuelo y el perfil de V_s en los 30 m superiores, la velocidad de propagación de ondas de corte de los 30 m superiores del suelo, V_{S30} se evalúa a través de la Ecuación (1): $V_{S30} = \frac{\sum_{i=1}^n h_i}{\sum_{i=1}^n \frac{h_i}{V_{Si}}} \quad (1)$ en que: n = representa el número de estratos identificados en los 30 m superiores del depósito de suelos; h_i = corresponde al espesor de cada estrato y V_{Si} es la velocidad de onda de corte de cada estrato.	C4.2.2.2 La metodología para la Clasificación Sísmica tiene presente que la amplificación sísmica de un sitio no está directamente relacionada con propiedades y/o índices que se asocian a la resistencia de los suelos. En cambio, se reconoce que los parámetros que representan las propiedades de rigidez dinámica (o deformabilidad) del sitio sí correlacionan con el fenómeno de amplificación del suelo. Adicionalmente, un parámetro importante, que proporciona información relativa a la amplificación sísmica, corresponde al período o frecuencia fundamental de vibración de un sitio. Por lo anterior, la Clasificación Sísmica de Sitio deja atrás parámetros como, compresión no-confinada, densidad, índice de penetración estándar del suelo y resistencia no-drenada, e incorpora los dos parámetros citados. C4.2.2.3 Los detalles relativos a la aplicación de técnicas basada en ondas de superficie para la derivación de los parámetros de clasificación sísmica de sitio están descritos en NCh3793. Los medios alternativos como por ejemplo, los ensayos down-hole o cross-hole cuentan con norma ASTM según se indica en NCh1508:2014, Anexo B.

DISPOSICIONES NORMATIVAS	COMENTARIOS
4.2.2.5 El período predominante de vibración del suelo, T_g, se debe estimar a partir de mediciones de vibraciones ambientales y la evaluación de la razón espectral H/V (método de Nakamura). 4.2.2.6 La medición de vibraciones ambientales para evaluar la razón espectral H/V se debe realizar de acuerdo con NCh3793. 4.2.3 Clasificación sísmica de sitio 4.2.3.1 Para clasificar un sitio se debe utilizar la Tabla 2, considerando como primer requisito el valor de V_{S30} del sitio en cuestión. Con esto se establece una primera posible clasificación. Para ratificar esta clasificación, se debe verificar el cumplimiento del período predominante, T_g, determinado para el sitio. En el caso que no se cumpla el segundo requisito (período predominante, T_g) indicado en Tabla 2, la primera posible clasificación debe ser degradada en un nivel. 4.2.4 Situaciones particulares 4.2.4.1 Cuando la estructura se apoya íntegramente en el basamento rocoso y este basamento cumple las características geotécnicas indicadas en esta norma, independientemente de los materiales geotécnicos existentes sobre el sello de fundación, el sitio clasifica como Suelo Tipo A. 4.2.4.2 En edificios con varios subterráneos y/o fundaciones profundas, para efectos de clasificación sísmica del sitio, la exigencia de un sondeo de 30 m de profundidad se mantiene, así como el procedimiento antes descrito de clasificación sísmica del sitio. Sin embargo, esto en ningún caso limita la exploración geotécnica requerida para todos los efectos de diseño de fundaciones, excavaciones, muros, etc.	C4.2.2.5 En el caso de depósitos de suelos constituidos, por ejemplo, por materiales gravosos densos, que se suelen denominar suelos rígidos, la razón espectral H/V resulta ser plana (H/V plana), no mostrando un período preponderante. Se entiende como razón espectral plana aquella curva (de razón espectral H/V) en la que no se observa frecuencia, o período predominante, con amplitudes mayores a 2. C4.2.3.1 La experiencia empírica y la teoría indican que el mejor comportamiento sísmico se observa en sitios de afloramiento rocoso y, por el contrario, el mayor daño se ha observado en sitios de suelos finos blandos. Consecuentemente, la clasificación sísmica del sitio considera cinco unidades, o niveles, que van desde aquel de mejor comportamiento (Roca: Suelo Tipo A) al de mayor exigencia sísmica (Suelo Tipo E: Suelos blandos). Adicionalmente, se definen los suelos especiales (Suelo Tipo F) que requieren un estudio especial para establecer el espectro de diseño local. Por ejemplo, si un sitio se caracteriza con $V_{S30} = 520$ m/s y $T_g = 0,51$ s, la primera posible clasificación resulta Suelo Tipo B. Sin embargo, el período predominante no se cumple (debe ser $< 0,3$ s y es 0,51 s). Consecuentemente, se debe degradar en un nivel. Es decir, el sitio clasifica como Suelo Tipo C.

DISPOSICIONES NORMATIVAS	COMENTARIOS
4.3 Clasificación de ocupación de edificios y otras estructuras de acuerdo con su importancia y uso 4.3.1 Para los efectos de la aplicación de esta norma los edificios y otras estructuras se clasifican según lo establecido en la Tabla 3.	

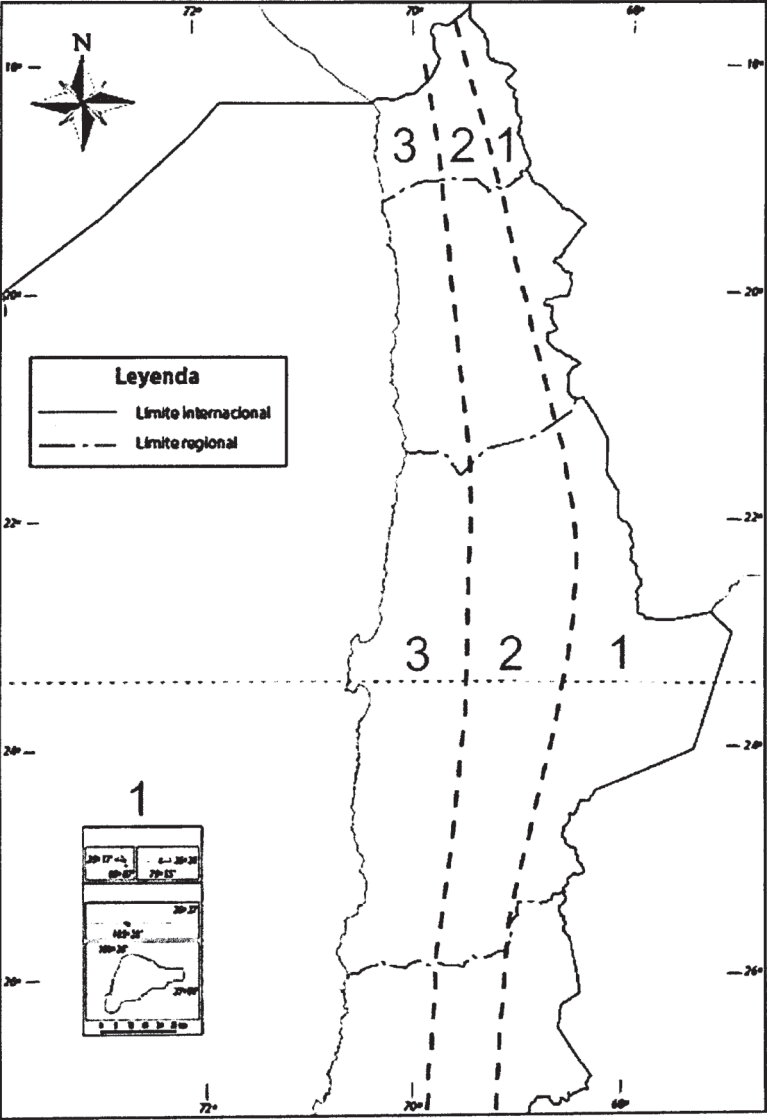


Figura 1 a) – Zonificación sísmica del territorio nacional Parte 1

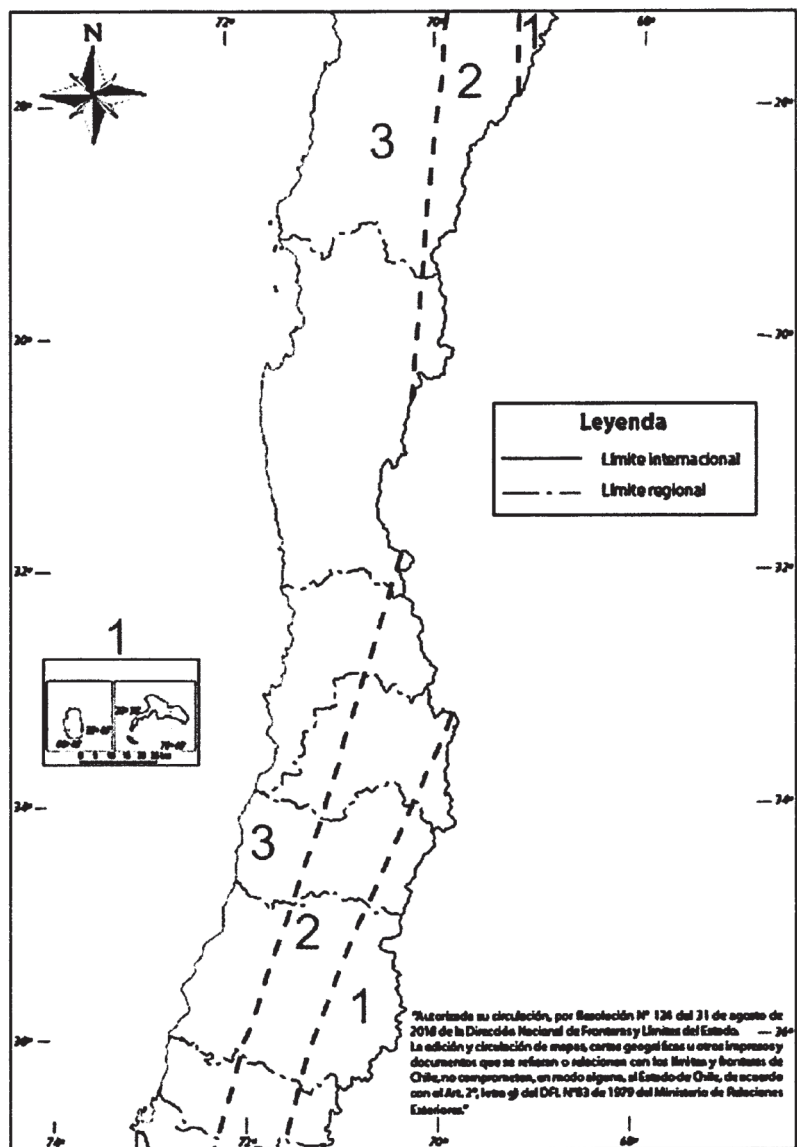


Figura 1 b) – Zonificación sísmica del territorio nacional Parte 2

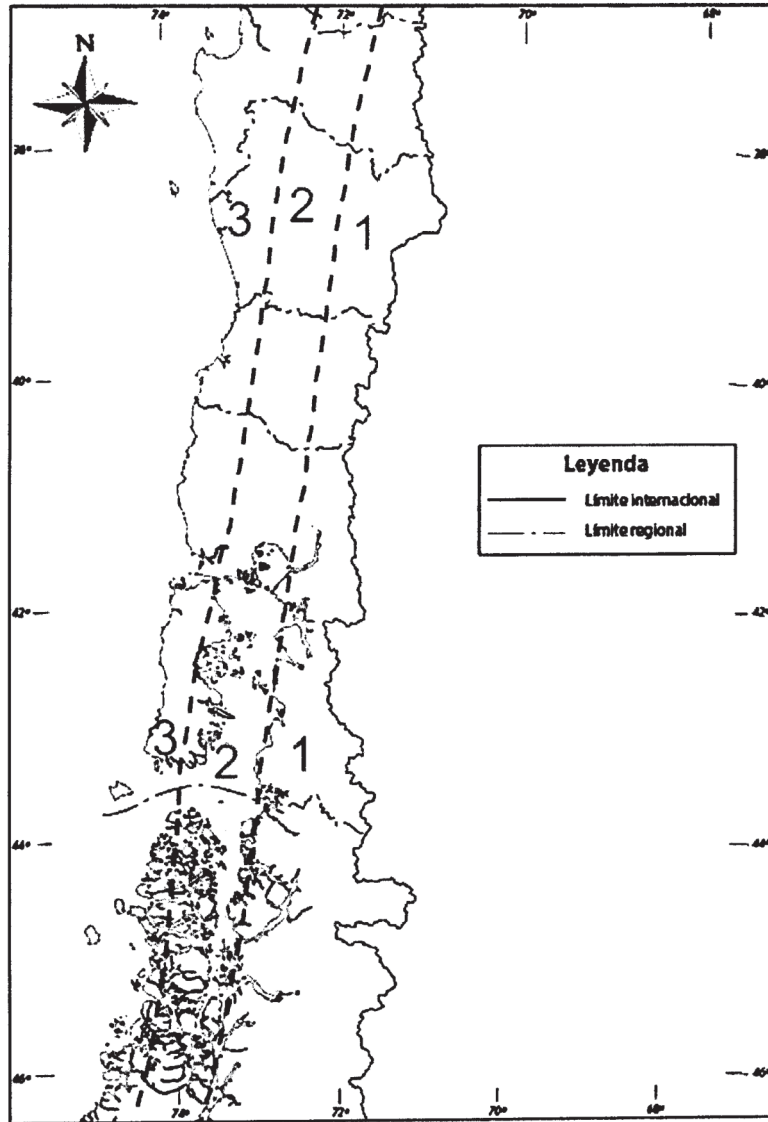


Figura 1 c) – Zonificación sísmica del territorio nacional Parte 3

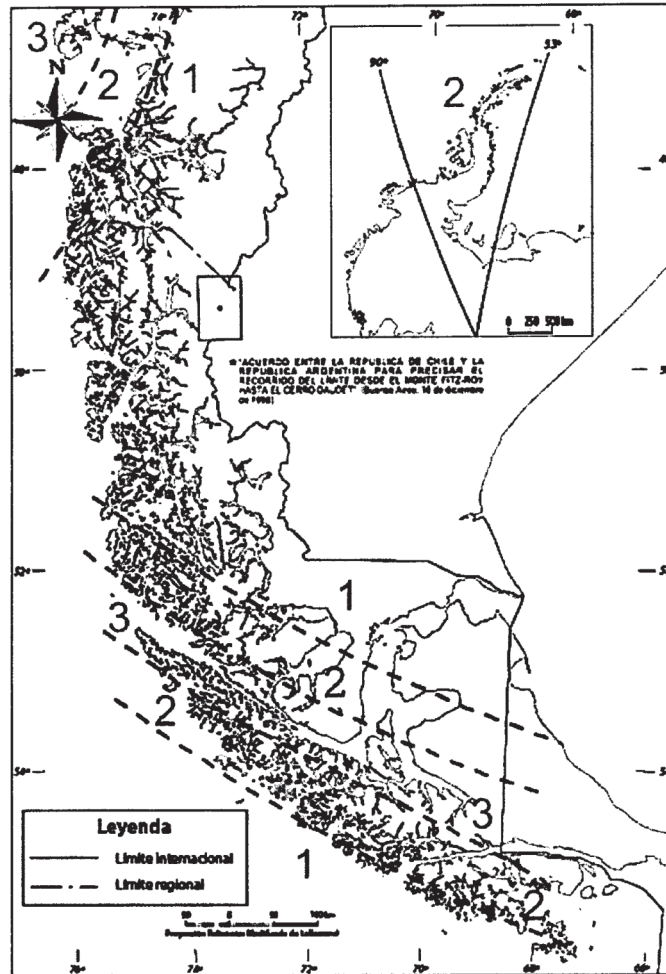


Figura 1 d) – Zonificación sísmica del territorio nacional Parte 4

NOTA 1 La zonificación sísmica se ha trazado sobre el mapa mudo esquiso de Chile, correspondiente a la lámina 051 del Instituto Geográfico Militar (IGM) de disponibilidad pública, con autorización de circulación de la Dirección Nacional de Fronteras y Límites del Estado (DIFROL) por resolución N°124 del 31 de agosto de 2018.

NOTA 2 Estas figuras no fijan límites territoriales, divisiones políticas, o cualquier otro tipo de información ajena a la zonificación sísmica que se ha incorporado en ellas. Para conocer con precisión otro tipo de información (como la citada) deben consultarse los documentos de curso legal que corresponda en cada caso.

NOTA 3 No existe un listado de coordenadas o reglas precisas que determinen los límites exactos entre las diferentes zonas sísmicas indicadas. Esta información, desde su origen, se presenta como aproximada y por lo tanto su uso debe ser criterioso, particularmente en las cercanías de los límites o cambios de zona sísmica.

Figura 1 – Zonificación sísmica del territorio nacional

Tabla 1 – Zonificación sísmica por comunas para todas las regiones

Región	Zona 3	Zona 2	Zona 1
De Arica y Parinacota	Arica Camarones	General Lagos Putre	
De Tarapacá	Alto Hospicio Huara Iquique Pozo Almonte	Camiña Pica	Colchane
De Antofagasta	Antofagasta María Elena Mejillones Taltal Tocopilla	Calama Sierra Gorda	San Pedro de Atacama
De Atacama	Alto del Carmen Caldera Chañaral Copiapó Huasco Vallenar	Diego de Almagro Tierra Amarilla	
De Coquimbo	Andacollo Canela Combarbalá Coquimbo Illapel La Higuera La Serena Los Vilos Monte Patria Ovalle Paiguano Punitaqui Río Hurtado Salamanca Vicuña		

(continúa)

Tabla 1 – Zonificación sísmica por comunas para todas las regiones (continuación)

Región	Zona 3	Zona 2	Zona 1
De Valparaíso	Algarrobo	Calle Larga	Isla de Pascua
	Cabildo	Los Andes	Juan Fernández
	Calera	San Esteban	
	Cartagena		
	Casablanca		
	Catemu		
	Concón		
	El Quisco		
	El Tabo		
	Hijuelas		
	La Cruz		
	La Ligua		
	Limache		
	Llaylay		
	Nogales		
	Olmué		
	Panquehue		
	Papudo		
	Petorca		
	Puchuncavi		
	Putendo		
	Quillota		
	Quilpué		
	Quintero		
	Rinconada		
	San Antonio		
	San Felipe		
	Santa María		
	Santo Domingo		
	Valparaíso		
	Villa Alemana		
	Víña del Mar		
	Zapallar		

(continúa)

Tabla 1 – Zonificación sísmica por comunas para todas las regiones (continuación)

Región	Zona 3	Zona 2	Zona 1
Metropolitana de Santiago	Alhué	Buín	
	Curacaví	Calera de Tango	
	El Monte	Cerrillos	
	Lampa	Cerro Navia	
	María Pinto	Colina	
	Melipilla	Conchalí	
	San Pedro	El Bosque	
	Tiltil	Estación Central	
		Huechuraba	
		Independencia	
		Isla de Maipo	
		La Cisterna	
		La Florida	
		La Granja	
		La Pintana	
		La Reina	
		Las Condes	
		Lo Barnechea	
		Lo Espejo	
		Lo Prado	
		Macul	
		Maipú	
		Ñuñoa	
		Padre Hurtado	
		Paine	
		Pedro Aguirre Cerda	
		Peñaflor	
		Peñalolén	
		Pirque	
		Providencia	
		Pudahuel	
		Puente Alto	
		Quilicura	
		Quinta Normal	

(continúa)

Tabla 1 – Zonificación sísmica por comunas para todas las regiones (continuación)

Región	Zona 3	Zona 2	Zona 1
		Recoleta Renca San Bernardo San Joaquín San José de Maipo San Miguel San Ramón Santiago Talagante Vitacura	
Del Libertador General Bernardo O'Higgins	La Estrella Las Cabras Litueche Lolol Marchigüe Navidad Palmilla Paredones Peralillo Peumo Pichidegua Pichilemu Pumanque Santa Cruz	Chépica Chimbarongo Codegua Coinco Coltauco Doñihue Graneros Machalí Malloa Mostazal Nancagua Olivar Placilla Quinta de Tilcoco Rancagua Rengo Requínoa San Fernando San Vicente	
Del Maule	Cauquenes Chanco Constitución Curepto Empedrado Hualañé	Colbún Curicó Linares Longaví Molina Parral	Romeral

(continúa)

Tabla 1 – Zonificación sísmica por comunas para todas las regiones (continuación)

Región	Zona 3	Zona 2	Zona 1
	Licantén Maule Pelluhue Pencahue San Javier Vichuquén	Pelarco Rauco Retiro Río Claro Sagrada Familia San Clemente San Rafael Talca Teno Villa Alegre Yerbas Buenas	
De Ñuble	Bulnes Chillán Chillán Viejo Cobquecura Coelemu Ninhue Portezuelo Quillón Quirihue Ranquil San Carlos San Nicolás Treguaco	Coihueco El Carmen Ñiquén Pemuco Pinto San Fabián San Ignacio Yungay	
Del Biobío	Arauco Cabrero Cañete Chiguayante Concepción Contulmo Coronel Curanilahue Florida Hualpén Hualqui	Los Ángeles Mulchén Quilaco Quilleco Santa Bárbara Tucapel	Alto Biobío Antuco

(continúa)

Tabla 1 – Zonificación sísmica por comunas para todas las regiones (continuación)

Región	Zona 3	Zona 2	Zona 1
	Laja Lebu Los Álamos Lota Nacimiento Negrete Penco San Pedro de la Paz San Rosendo Santa Juana Talcahuano Tirúa Tomé Yumbel		
De la Araucanía	Angol Carahue Cholchol Galvarino Los Sauces Lumaco Nueva Imperial Purén Renaico Saavedra Teodoro Schmidt Toltén Traiguén	Collipulli Cunco Ercilla Freire Gorbea Lautaro Loncoche Padre Las Casas Perquenco Pitrufquén Temuco Victoria Vilcún Villarrica	Curacautín Curarrehue Lonquimay Melipeuco Pucón
De Los Ríos	Corral La Unión Mariquina Valdivia	Lanco Los Lagos Máfil Paillaco Panguipulli Río Bueno	Futrone Lago Ranco

(continúa)

Tabla 1 – Zonificación sísmica por comunas para todas las regiones (conclusión)

Región	Zona 3	Zona 2	Zona 1
De Los Lagos	Ancud Castro Chonchi Dalcahue Fresia Los Muermos Mauñín Purranque Quellón Río Negro San Juan de la Costa San Pablo	Calbuco Curaco de Vélez Frutillar Llanquihue Osorno Puerto Montt Puerto Octay Puerto Varas Puqueldón Puyehue Queilen Quemchi Quinchao	Chaitén Cochamó Futaleufú Hualaihue Palena
De Aysén del G. Carlos Ibáñez del Campo	Guaitecas		Aysén Cisnes Chile Chico Cochrane Coyhaique Lago Verde O'Higgins Río Ibáñez Tortel
De Magallanes y de la Antártica Chilena	Cabo de Hornos Punta Arenas Timaukel	Natales Porvenir Río Verde	Laguna Blanca Primavera San Gregorio Torres del Paine
NOTA Las comunas indicadas en esta tabla han sido asignadas a zonas sísmicas específicas considerando que se trata de la zona más representativa en cada caso. No obstante, a proyectos específicos se deben asignar zonas diferentes en tanto su ubicación permita una identificación clara al utilizar la Figura 1.			

Tabla 2 – Clasificación sísmica del sitio

Tipo de sitio ^{a)}		V_{s30} [m/s]	T_g [s]
A	Roca, suelo cementado	≥ 900	$< 0,15$ (o H/V plana)
B	Roca blanda o fracturada, suelo muy denso o muy firme	≥ 500	$< 0,30$ (o H/V plana)
C	Suelo denso o firme	≥ 350	$< 0,40$ (o H/V plana)
D	Suelo medianamente denso, o firme	≥ 180	$< 1,00$
E	Suelo de compacidad, o consistencia mediana	< 180	-
F	Sitios singulares	-	-

a) El sitio Tipo F se define en 4.2.1.2.

Esta clasificación es aplicable a terrenos de topografía y estratificación aproximadamente horizontal, y para casos en que las estructuras no sean afectadas por singularidades geomorfológicas y topográficas.

Cuando los parámetros V_{s30} y T_g se estimen mediante técnicas basadas en ondas de superficie, se deben determinar según NCh3793.

La clasificación y caracterización sísmica de sitio para el diseño estructural que se realice debe considerar los estratos de suelo que influyan en la respuesta sísmica de la estructura en estudio. Se deben definir las disposiciones de diseño adicionales a las presentadas en esta norma que sean necesarias a fin de garantizar los objetivos de desempeño establecidos.

Cuando la información sobre el suelo de fundación permita clasificarlo dentro de dos o más tipos de sitio, se debe optar por la Clasificación Sísmica que resulte en el caso más desfavorable. De todas formas, en caso de incompatibilidad con la estratigrafía de los primeros 30 m, se debe efectuar o volver a analizar exploraciones complementarias para identificar el origen de dichas discrepancias hasta conseguir una caracterización coherente del sitio.

Para clasificar un sitio se debe utilizar la Tabla 2, considerando como primer requisito el valor de V_{s30} del sitio en cuestión. Con esto se establece una primera posible clasificación. Para ratificar esta clasificación, se debe verificar el cumplimiento del período predominante, T_g , determinado para el sitio. En el caso que no se cumpla el segundo requisito (período predominante, T_g) indicado en Tabla 2, la primera posible clasificación se debe reducir en un grado. Sin embargo, el corte basal de diseño debe ser el mayor entre el obtenido con la clasificación reducida y la primaria solo por V_{s30} .

Las gravas fluviales de espesor mayor o igual a 30 m (medidos a partir de la superficie natural), clasifican en Suelo Tipo B sin necesidad de medir V_S , ni presentar la descripción estratigráfica detallada. El sustento para establecer la presencia de gravas fluviales de espesor mayor o igual a 30 m, puede ser de tipo geológico, o información confiable y demostrable de sectores del entorno inmediato.

Tabla 3 – Categoría de Ocupación de edificios y otras estructuras

Categoría de Ocupación	Tipo	Descripción	I
I	Estructuras provisionales o menores	Estructuras 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. En esta categoría se incluyen, no exclusivamente, las siguientes: a) Instalaciones menores agrícolas b) Instalaciones de almacenaje de materiales no esenciales, no tóxicos, ni peligrosos para el medio ambiente. c) Salas de venta provisionales d) Instalaciones de faena e) Construcciones provisionales	0,6
II	Estructuras de ocupación normal	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. Si una estructura de categoría II contiene recintos que clasifican como categoría superior (III o IV), entonces se debe clasificar toda la estructura de acuerdo con la categoría superior.	1,0
III	Estructuras importantes	Todos los edificios y otras estructuras destinados a la habitación privada o al uso público que no pertenecen a las Categorías de Ocupación I y IV. En esta categoría se incluyen, no exclusivamente, las siguientes: a) Edificios y otras estructuras cuyo contenido es de gran valor, incluyendo: i. Bibliotecas públicas; ii. Museos. iii. Escuelas, parvularios y recintos universitarios. b) Estructuras que pueden generar aglomeraciones de personas por su uso, que incluyen: i. Estadios y graderías al aire libre para más de 3 000 personas. ii. Cines, restaurantes, pubs, auditorios y salas de asambleas por un total de más de 1 500 personas. c) Estructuras que cumplan con alguna de estas características: i. Cuatro o más niveles de locales o centros comerciales. ii. Centros comerciales con pasillos cubiertos, con un área mayor que 3 000 m² sin considerar la superficie de estacionamientos. d) Cárceles y lugares de detención. Si una estructura de categoría III contiene recintos que clasifican como categoría superior (IV), entonces se debe clasificar toda la estructura de acuerdo con la categoría superior.	1,2

(continúa)

Tabla 3 – Categoría de Ocupación de edificios y otras estructuras (conclusión)

Categoría de Ocupación	Tipo	Descripción	I
IV	Estructuras Estratégicas	Estructuras clasificadas como instalaciones esenciales cuyo uso es de especial importancia en caso de catástrofe y/o emergencia. En esta categoría se incluyen, no exclusivamente, las siguientes: a) Edificación estratégica de acuerdo con la definición de NCh3359:2015, cláusula 4. b) 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. Las estructuras estratégicas del tipo (IV-b) se pueden clasificar en Categoría de Ocupación II o III según su factor de ocupación, si se demuestra satisfactoriamente ante la Autoridad Competente mediante una estimación del riesgo, según NCh3171, que la liberación de la sustancia peligrosa no presenta una amenaza para el público.	1,2
NOTA Para los efectos de estas categorías se entiende por edificios gubernamentales o públicos aquellos que son ocupados por el gobierno o estado. Los edificios de uso público son aquellos que están abiertos a la comunidad pudiendo ser privados o gubernamentales. En estos edificios puede o no existir aglomeración de personas.			

Tabla 4 – Límites de distancia a fallas corticales activas cercanas para definir sitios Tipo F

Longitud de la traza de falla, L	Zona 1	Zona 2	Zona 3
$L \leq 10$ km	No aplica	No aplica	No aplica
$10 \text{ km} < L \leq 40$ km	8 km	3 km	No aplica
$40 \text{ km} < L$	12 km	5 km	No aplica
NOTA La Tabla 4 muestra los resultados de análisis realizados a partir de modelos globales para fallas corticales con mecanismos de falla normal, inversa y mixta ([3], [4], [5], [6]). Además, se usaron las relaciones entre longitud y magnitud de Wells & Coppersmith^[7], para definir la geometría de la falla. Así, los valores de Tabla 4 aproximan a los valores medios de aceleración máxima de suelo.			

DISPOSICIONES NORMATIVAS	COMENTARIOS
5 Disposiciones generales sobre diseño y métodos de análisis	C5 La documentación adecuada de los procesos y resultados del diseño sísmico se considera un aspecto importante dentro del desarrollo de un proyecto. Tradicionalmente en los planos de estructuras se ha especificado lo siguiente: – Calidad de los materiales considerados en el proyecto. – Zona sísmica donde se construirá la obra. – Tipo de suelo de fundación, de acuerdo a la clasificación de esta norma. Complementariamente, en la memoria de cálculo típicamente se ha incorporado a lo menos lo siguiente: – Descripción del sistema sismorresistente. – Descripción del método de análisis sísmico, con una identificación de los parámetros utilizados para determinar la sollicitación sísmica. – Resultados principales del análisis sísmico (períodos fundamentales, fuerzas de corte basal en cada dirección de análisis, deformaciones máximas absolutas y entre niveles consecutivos). – La forma en que se han considerado los tabiques divisorios en el análisis y en el diseño. Sin perjuicio de lo anterior, en la actualidad se cuenta con NCh3417 <i>Estructuras - Requisitos para proyectos de cálculo estructural</i>. Esta norma establece los requisitos que debe cumplir un proyecto de cálculo estructural, incluyendo planos, memoria de cálculo, especificaciones técnicas y protocolos de inspección. También establece las responsabilidades de los profesionales que ejecutan o participan en un proyecto de cálculo estructural, las que están establecidas en la legislación vigente. La versión de 2016 de esta norma fue oficializada mediante Decreto 1465 Exento, del Ministerio de Obras Públicas, publicado el 14 de enero de 2021.
5.1 Principios y supuestos básicos 5.1.1 Esta norma, aplicada en conjunto con las normas de diseño específicas para cada material enumeradas en 5.3, fue desarrollada para que: a) Los componentes estructurales conserven su funcionalidad después de un sismo frecuente. b) La estructura presente una baja probabilidad de colapso al ser sometida a un sismo de excepcional intensidad en el sitio.	C5.1.1 El registro histórico, el conocimiento científico-técnico y la naturaleza de los eventos sísmicos no permite establecer objetivos más específicos que los mencionados al realizar un diseño del tipo prescriptivo como el establecido en esta norma. Sin embargo, la aplicación de las disposiciones de ediciones previas a esta norma, ha resultado en diseños estructurales que han tenido un buen comportamiento en los terremotos de Lolleo (1985) y del Maule (2010).

DISPOSICIONES NORMATIVAS	COMENTARIOS
5.1.2 El análisis para determinar las fuerzas internas debidas a la acción sísmica se debe basar en el comportamiento lineal-elástico de la estructura. Sin embargo, el dimensionamiento de los elementos estructurales se debe realizar según el método especificado en la norma de diseño de cada material utilizado, ya sea resistencias admisibles, tensiones admisibles, o factores de carga y resistencia de cada uno. El análisis de los efectos de otras fuerzas que se combinan con los efectos de la acción sísmica, también se debe basar en la teoría lineal-elástica del comportamiento estructural. 5.2 Combinación de las solicitaciones sísmicas con otras solicitaciones 5.2.1 La combinación de las solicitaciones sísmicas con las cargas permanentes y sobrecargas de uso se debe realizar usando las reglas de superposición indicadas en NCh3171. 5.2.2 Aun cuando el diseño quede controlado por las solicitaciones de viento, especificadas en NCh432, se deben respetar las disposiciones de detallamiento y las limitaciones de diseño sísmico que establece la norma relativa a cada material. 5.3 Coordinación con otras normas de análisis y diseño Las disposiciones de esta norma se deben aplicar en conjunto con lo dispuesto en otras normas de análisis y en las normas específicas de diseño para cada material que se indican a continuación. En caso de contradicción, deben prevalecer las disposiciones de esta norma. 5.3.1 Análisis de las solicitaciones de peso propio y sobrecargas, según las disposiciones de NCh1537.	Esta norma es de tipo prescriptivo y no permite evaluar explícitamente el desempeño de las estructuras frente a distintos niveles de demanda sísmica. Para ello, existen metodologías basadas en el desempeño, las cuales no están consideradas en esta norma. En Chile existen normas que permiten utilizar estas metodologías, como NCh2369, NCh2745, NCh3389 y NCh3411. Al momento de la publicación de esta norma, se encuentra en estudio una norma de diseño basado en desempeño para edificios.

DISPOSICIONES NORMATIVAS	COMENTARIOS
5.3.2 Análisis de las solicitaciones de nieve, según las disposiciones de NCh431. 5.3.3 Estructuras de acero, según las disposiciones de NCh427/1, complementadas con las disposiciones de ANSI/AISC341-22 para el diseño sísmico. El factor de sobrerresistencia (Ω_0) a utilizar debe ser 2 para sistemas arriostrados y 3 para sistemas de marcos resistentes a momento. No se permite ningún tipo de reducción de rigidez en los elementos estructurales, producto de la aplicación de algún método de diseño por estabilidad indicado en NCh427/1, al momento de evaluar los efectos sísmicos mediante las metodologías elásticas expuestas en esta norma. En marcos corrientes resistentes a momento (OMF) cuyo corte basal en la dirección de la acción sísmica sea mayor a $I C_{m\acute{a}x} P$, en que $C_{m\acute{a}x}$ se determina según 6.2.3.1, se permite que los desplazamientos sean multiplicados por la razón entre $I C_{m\acute{a}x} P$ y el corte basal. En marcos corrientes arriostrados concéntricamente (OCBF) se permite eximir al sistema del cumplimiento de las disposiciones de ANSI/AISC341-22 si en la estimación de la demanda sísmica de diseño se utiliza un factor de reducción R o R^* igual o menor que 2. En marcos arriostrados concéntricamente, si las diagonales en X se conectan en el punto de cruce, dicho punto se puede considerar fijo en la dirección perpendicular al plano de las diagonales para los efectos de determinar la longitud de pandeo de la diagonal comprimida cuando la otra esté traccionada y una de las diagonales sea continua en el cruce. 5.3.4 Estructuras de hormigón armado, según las disposiciones de NCh430. 5.3.5 Estructuras de albañilería armada de ladrillos cerámicos o bloques de hormigón, según las disposiciones de NCh1928. 5.3.6 Estructuras de albañilería de ladrillos cerámicos o bloques de hormigón confinada con cadenas y pilares de hormigón armado, según las disposiciones de NCh2123.	C5.3.3 Los aceros sometidos a solicitaciones dinámicas (sísmicas), requieren una fluencia acotada, una relación f_y/f_u limitada y una tenacidad conocida. Estos requisitos se encuentran en NCh203.

DISPOSICIONES NORMATIVAS	COMENTARIOS
5.3.7 Estructuras de madera según las disposiciones de NCh1198. 5.4 Sistemas estructurales 5.4.1 La transferencia de las fuerzas desde su punto de aplicación a los elementos resistentes y al suelo de fundación, se debe hacer en la forma más directa posible a través de elementos dotados de la resistencia y la rigidez adecuadas. 5.5 Modelos estructurales 5.5.1 Las masas se deben calcular incluyendo las cargas permanentes más un porcentaje de las sobrecargas de uso. Este porcentaje no debe ser menor que 25% en áreas de uso general donde no es usual la aglomeración de personas u objetos, ni menor que 50% en áreas en que es usual esa aglomeración. 5.5.2 Diafragmas 5.5.2.1 Los diafragmas se deben modelar estructuralmente con elementos necesarios y grados de libertad suficientes para representar la rigidez de diseño en sus planos horizontales y fuera de éstos. 5.5.2.2 Si el edificio de planta irregular se proyecta como una sola estructura, se debe diseñar para resistir fuerzas elásticas en las conexiones entre las distintas partes que forman la planta que se definan controladas por fuerza, por el contrario, para elementos controlados por deformación estos deben contar con niveles de ductilidad que permitan asegurar el comportamiento objetivo definido en 5.1.1. 5.5.3 Compatibilidad de deformaciones horizontales 5.5.3.1 En los edificios con diafragmas horizontales, los métodos de análisis deben satisfacer las condiciones de compatibilidad de los desplazamientos horizontales de las subestructuras verticales y de los diafragmas horizontales. Estas condiciones se deben cumplir en todos los niveles en que existan diafragmas. 5.5.3.2 En los niveles sin diafragma los elementos resistentes se deben calcular con las fuerzas horizontales que inciden directamente sobre ellos.	

DISPOSICIONES NORMATIVAS	COMENTARIOS
5.5.4 La definición del modelo de la estructura se debe hacer de acuerdo a lo indicado en 7.2.3, 7.2.4 y 7.2.5. 5.6 Limitaciones para el uso de los métodos de análisis En cláusula 6 se establecen dos métodos de análisis: a) método de análisis estático; y b) método de análisis modal espectral. El método de análisis estático se puede usar si se satisfacen las limitaciones indicadas en 6.2.1. Las limitaciones para el uso del método de análisis modal espectral se especifican en 6.3.1. 5.7 Factor de modificación de la respuesta 5.7.1 El factor de modificación de la respuesta R_0 (o R) se define en Tabla 5. Este factor representa las características de sobrerresistencia, absorción y disipación de energía de la estructura, así como la experiencia sobre el comportamiento sísmico de los diferentes tipos de estructuraciones y materiales empleados. 5.7.2 Para estructuras diseñadas con diferentes sistemas o materiales estructurales, las solicitaciones sísmicas se deben determinar con el valor de R_0 (o R) del subsistema con menor R_0 (o R), excepto para los casos que se indican explícitamente en Tabla 5. 5.7.3 Si la estructura resistente incluye sistemas con diferente valor de R_0 (o R) para cada dirección horizontal, las solicitaciones sísmicas se deben determinar con el R_0 (o R) de menor valor. 5.8 Acciones sísmicas sobre la estructura 5.8.1 La estructura se debe analizar, como mínimo, para acciones sísmicas independientes según cada una de dos direcciones horizontales perpendiculares o aproximadamente perpendiculares, entre sí.	

DISPOSICIONES NORMATIVAS	COMENTARIOS
5.8.2 Las marquesinas, balcones, aleros y otros elementos vulnerables a la acción vertical del sismo, se deben diseñar para una fuerza vertical igual a las cargas permanentes más la totalidad de la sobrecarga de uso aumentadas ambas en un 30%. 5.9 Deformaciones sísmicas 5.9.1 Los desplazamientos horizontales y rotaciones de los diafragmas se deben calcular para las acciones sísmicas de diseño estipuladas en cláusula 6, incluyendo el efecto de la torsión accidental. 5.9.2 El desplazamiento relativo máximo entre dos niveles consecutivos, medido en el centro de masas en cada una de las direcciones de análisis, no debe ser mayor que los valores indicados en Tabla 5. Cuando los centros de masas no se encuentren alineados verticalmente, es permitido calcular el desplazamiento relativo usando la proyección en vertical del centro de masa del nivel estudiado. 5.9.3 El desplazamiento relativo máximo entre dos niveles consecutivos, medido en cualquier punto de la planta en cada una de las direcciones de análisis, no debe ser mayor que el máximo entre los siguientes valores: a) El desplazamiento relativo máximo medido en el centro de masas más $0,001 h$. b) El desplazamiento relativo máximo permitido en el centro de masas según 5.9.2 y Tabla 5. 5.9.4 En niveles sin diafragma, el valor máximo del desplazamiento transversal entre niveles consecutivos de las cadenas, producido por sollicitaciones que actúan perpendicularmente al plano del muro sobre el que se ubica la cadena, debe ser menor o igual que $0,002 h$.	C5.9.2 El desplazamiento relativo de piso máximo utilizado en el procedimiento de esta norma no es una estimación del desplazamiento relativo de piso máximo que tendrá una estructura durante un terremoto porque se obtiene utilizando el espectro reducido. Adicionalmente, el desplazamiento relativo se estima generalmente con modelos que consideran secciones no agrietadas para estructuras de hormigón armado o albañilería. A pesar de estas restricciones, el procedimiento de esta norma permite controlar la rigidez de estructuras y limitar el daño. Las investigaciones realizadas a la fecha no han permitido definir una metodología diferente para limitar el desplazamiento relativo de piso que se relacione con deformaciones realistas durante un terremoto.

DISPOSICIONES NORMATIVAS	COMENTARIOS
5.9.5 Para efectos de diseño de estructuras de hormigón armado, el desplazamiento lateral de diseño en el techo o último nivel estructural significativo del edificio, δ_u, se debe considerar igual a la ordenada del espectro elástico de desplazamientos S_{de}, para un 5% de amortiguamiento respecto al crítico, correspondiente al período del modo con mayor masa de traslación en la dirección del análisis, multiplicada por un factor igual a 1,3: $\delta_u = 1,3 \, I \, S_{de}(T_{ag}) \quad (2)$ El espectro elástico de desplazamientos $S_{de}(T_n)$ se establece en 6.3.4.4.	C5.9.5 La evaluación de T_{ag} se debe realizar conforme a los procedimientos aplicables establecidos en NCh430 para este propósito. El factor 1,3 permite estimar el desplazamiento de techo o último nivel estructural significativo del edificio de un edificio con el desplazamiento de un sistema de un grado de libertad.
5.10 Separaciones entre edificios o cuerpos de edificios En edificios o en cuerpos de un mismo edificio que no se diseñen y construyan como unidos o interconectados se deben adoptar las siguientes disposiciones para permitir su movimiento relativo debido a fuerzas laterales. 5.10.1 La distancia de un edificio al plano medianero en cualquier nivel no debe ser inferior a $2R_1/3$ veces el desplazamiento a ese nivel calculado con los métodos de análisis establecidos en 6.2 y 6.3, ni a un 0,002 veces la altura del mismo nivel, medido desde el punto de separación de los cuerpos, ni a 1,5 cm. Se exceptúan los edificios colindantes con un predio de uso público no destinado a ser edificado. 5.10.2 Las distancias entre los cuerpos de un mismo edificio o entre el edificio en estudio y uno existente, medidas en cada nivel, no deben ser inferiores al doble de las establecidas en 5.10.1. 5.10.3 Se admite que se cumple con las condiciones de 5.10.1 y 5.10.2 cuando las separaciones de cada nivel las satisfagan. 5.10.4 Las separaciones entre edificios o entre cuerpos de un mismo edificio no son aplicables a las fundaciones, a menos que el proyecto estructural así lo establezca. Los espacios de separación deben quedar libres de escombros y deben permitir movimientos relativos en cualquier dirección. Los elementos de protección de las separaciones deben asegurar la disposición anterior, sin transferir entre los edificios o partes de edificios adyacentes fuerzas cuya magnitud no sea despreciable.	

Tabla 5 – Valores máximos de los factores de modificación de la respuesta^{a)} y límites de desplazamiento entre niveles

Sistema estructural	Material estructural	R	R ₀	D _{cm} máximo
Marcos resistentes a momento	Acero estructural			
	a) Marcos corrientes (OMF) ¹⁾	3,5	3,5	0,002 5 h
	b) Marcos intermedios (IMF)	5	6	
	c) Marcos especiales (SMF)	7	11	
	d) Marco de vigas enrejadas (STMF)	6	10	
	e) Marcos de elementos conformados en frío apernados ⁹⁾	3,5	3	
	Hormigón armado			
	a) Marcos especiales de hormigón vaciado en sitio	7	11	0,002 0 h
	b) Marcos especiales de hormigón, vaciado en sitio, con elementos prefabricados que no son parte del sistema sismo resistente ^{e) f)}	7	11	
	c) Marcos especiales de hormigón prefabricados, ^{e)} con uniones dúctiles húmedas o conexiones especiales	7	11	
d) Marcos especiales de hormigón prefabricados, ^{e)} con uniones fuertes secas apernadas o soldadas	5	6		
Muros y sistemas arriostrados	Acero estructural			
	a) Marcos concéntricos corrientes (OCBF) ¹⁾	3	3	0,002 5 h
	b) Marcos concéntricos especiales (SCBF)	5,5	8	
	c) Marcos excéntricos (EBF)	6	10	
	d) Muros de corte estructurados en base a elementos conformados en frío y con diagonales metálicas, o revestidos con placas de madera o acero ^{h)}	3	4	0,002 0 h
	e) Muros de corte estructurados en base a elementos conformados en frío y revestidos con placas de madera o acero ⁹⁾	5,5	7	
	f) Muros de corte estructurados en base a elementos conformados en frío y con diagonales metálicas ⁹⁾	4	5	
	Hormigón armado			
	a) Muros especiales de hormigón vaciado en sitio	7	11	0,002 0 h
	b) Muros especiales de hormigón, vaciado en sitio, con elementos prefabricados que no son parte del sistema sismo resistente ^{e) f)}	7	11	
	c) Muros especiales de hormigón prefabricados, ^{e)} con uniones dúctiles húmedas o conexiones especiales	7	11	
	d) Muros especiales de hormigón prefabricados, ^{e)} con uniones fuertes secas apernadas o soldadas	5	6	
	e) Muros intermedios de hormigón prefabricados, ^{e)} con uniones dúctiles	4	4	
	f) Muros ordinarios de hormigón vaciado en sitio ^{e)}	4	4	
	g) Muros ordinarios de hormigón prefabricados ^{e)}	3	3	

(continúa)

Tabla 5 – Valores máximos de los factores de modificación de la respuesta^{a)} y límites de desplazamiento entre niveles (conclusión)

Sistema estructural	Material estructural	R	R ₀	D _{cm} máximo
	Hormigón armado y albañilería confinada			
	a) Si se cumple el criterio A ^{b)}	6	9	0,002 0 h
	b) Si no cumple el criterio A ^{b)}	4	4	
	Albañilería			
	a) Albañilería confinada	4	4	0,002 0 h
	b) Albañilería armada de bloques de hormigón o unidades de geometría similar en las que se llenan todos los huecos, y albañilería de muros de doble chapa	4	4	
	c) Albañilería armada de ladrillos cerámicos tipo rejilla con y sin relleno de huecos y albañilería de bloques de hormigón o unidades de geometría similar en que no se llenan todos los huecos	3	3	
	Madera			
	a) Muros y sistemas arriostrados generales	5,5	7	0,002 0 h
	b) Sistema Marco Plataforma ^{d)}	6,5	7	0,002 5 h
	c) Muros de madera contralaminada (CLT)	2	2	0,002 0 h
Estructuración o material que no se pueda clasificar en alguna de las categorías anteriores ^{c)}		2	-	0,002 0 h
a) Los valores indicados en esta tabla para acero estructural y hormigón armado suponen el cumplimiento de lo establecido en 5.3.3 y 5.3.4 respectivamente.				
b) Criterio A: los muros de hormigón armado deben tomar en cada piso el 50% del esfuerzo de corte del piso, como mínimo.				
c) No procede el uso del análisis modal espectral para este tipo de estructuración o material. Por lo tanto, no se establece un valor para R ₀ .				
d) Los requisitos de diseño específicos para este sistema se encuentran en NCh1198:2024, cláusula 12.				
e) Ver definiciones y requisitos aplicables en NCh430.				
f) Considera elementos prefabricados que no son parte del sistema sismorresistente y, por lo tanto, los elementos prefabricados solo resisten las cargas verticales (gravitacionales). Considera tipologías como pre losas, paneles no estructurales y otros. Estos elementos y sus conexiones se deben diseñar para aceptar la deformación sísmica de la estructura.				
g) Estas estructuras deben cumplir con las disposiciones de NCh427/2 y AISI S400 <i>North American Standard for Seismic Design of Cold-Formed Steel Structural Systems</i> .				
h) Estas estructuras deben cumplir con las disposiciones de NCh427/2 y AISI S240 <i>North American Standard for Cold-Formed Steel Structural Framing</i> . El uso de esta estructuración se limita a 3 niveles y a 12 m de altura.				
i) Se permite su uso en estructuras de hasta 2 niveles con una altura total de 15 m o menos.				
j) Se permite su uso en estructuras de hasta 4 niveles con una altura total de 15 m o menos.				

DISPOSICIONES NORMATIVAS	COMENTARIOS
6 Métodos de análisis 6.1 Generalidades 6.1.1 Cualquiera sea el método de análisis usado, la estructura se debe modelar de forma tridimensional. Los modelos deben representar las distribuciones espaciales de la masa y la rigidez de la estructura para calcular su respuesta dinámica y obtener las solicitaciones y desplazamientos requeridos para el diseño de los distintos elementos de dicha estructura. 6.2 Análisis estático 6.2.1 El método de análisis estático solo se puede usar en el análisis sísmico de las siguientes estructuras resistentes: a) todas las estructuras de las categorías I y II ubicadas en la zona sísmica 1 de la zonificación indicada en 4.1. b) todas las estructuras de no más de 5 niveles y de altura no mayor que 20 m. c) las estructuras de 6 a 15 niveles cuando se satisfagan las siguientes condiciones para cada dirección de análisis: i) los cocientes entre la altura total H del edificio, y los períodos de los modos con mayor masa de traslación equivalente en las direcciones horizontales “x” e “y”, T_x y T_y, respectivamente, deben ser iguales o superiores a 40 m/s. ii) el sistema de fuerzas sísmicas horizontales del método estático debe ser tal que las fuerzas de corte y momentos volcantes en cada nivel no difieran en más de 10% respecto del resultado obtenido mediante un análisis modal espectral con igual fuerza de corte basal. Si se cumplen las condiciones (i) e (ii) anteriores y la fuerza de corte basal que se obtenga de la aplicación de las fuerzas sísmicas estáticas horizontales resultase menor que el determinado según 6.2.3, dichas fuerzas se deben multiplicar por un factor de manera que la fuerza de corte basal alcance el valor señalado, como mínimo.	

DISPOSICIONES NORMATIVAS	COMENTARIOS
6.2.2 En el método de análisis estático, la acción sísmica se asimila a un sistema de fuerzas cuyos efectos sobre la estructura se calculan siguiendo los procedimientos de la estática. Este sistema de fuerzas horizontales aplicadas en el centro de masas de cada una de las partes se define en 6.2.3 a 6.2.7. 6.2.3 La fuerza de corte basal está dada por: $Q_0 = C I P \quad (3)$ en que: C = coeficiente sísmico que se define en 6.2.3.1 y 6.2.7; I = coeficiente relativo al edificio, cuyos valores se especifican en Tabla 6 de acuerdo con la clasificación indicada en 4.3; P = peso sísmico total del edificio sobre el nivel basal, calculado de acuerdo con 6.2.3.3. 6.2.3.1 El coeficiente sísmico C se obtiene de la ecuación: $C = \frac{2,75 S A_0}{g R} \left(\frac{T'}{T^*} \right)^n \quad (4)$ en que: n, T', S = parámetros relativos al tipo de suelo de fundación que se determinan de la Tabla 8 según la clasificación de la Tabla 2; A_0 = tiene el significado indicado en 6.2.3.2; R = factor de reducción que se establece en 5.7; T^* = período del modo con mayor masa de traslación equivalente en la dirección de análisis. 6.2.3.1.1 En ningún caso el valor de C debe ser menor que $A_0 S/6g$. 6.2.3.1.2 El valor de C no necesita ser mayor que el indicado en Tabla 9.	

DISPOSICIONES NORMATIVAS	COMENTARIOS
6.2.3.2 La aceleración efectiva máxima A_0 se determina de la Tabla 7 de acuerdo con la zonificación sísmica del país indicada en 4.1. 6.2.3.3 El peso sísmico total P del edificio sobre el nivel basal se debe calcular considerando la masa definida en 5.5.1. 6.2.4 El valor del período de vibración T^* en cada una de las direcciones de las acciones sísmicas consideradas en el análisis, se debe calcular mediante un procedimiento fundamentado. 6.2.5 Para estructuras de no más de 5 niveles las fuerzas sísmicas horizontales se pueden calcular con la siguiente ecuación: $F_k = \frac{A_k P_k}{\sum_{j=1}^N A_j P_j} Q_0 \quad (5)$ en que: $A_k = \sqrt{1 - \frac{Z_{k-1}}{H}} - \sqrt{1 - \frac{Z_k}{H}} \quad (6)$ Para estructuras de más de 5 niveles, pero de menos de 16 niveles, se puede usar el sistema de fuerzas definido por las expresiones (5) y (6) o cualquier otro sistema de fuerzas horizontales, siempre que se satisfagan las condiciones (i) e (ii) especificadas en 6.2.1 c). Las fuerzas se deben aplicar independientemente en cada una de las dos direcciones de análisis contempladas en 5.8, todas en el mismo sentido. 6.2.6 Los edificios de dos o más niveles sin diafragma en el nivel superior se pueden analizar suponiendo la existencia de un diafragma en dicho nivel. Sin embargo, para el diseño del nivel sin diafragma, cada elemento resistente al sismo se debe calcular aplicando una aceleración horizontal igual a $1,2 F_N g / P_N$ a la masa que tributa sobre él. En particular, se debe verificar que la magnitud de los desplazamientos horizontales perpendiculares al plano resistente, obtenidos del análisis anterior, satisfaga lo dispuesto en 5.9.4.	

DISPOSICIONES NORMATIVAS	COMENTARIOS
6.2.7 Para determinar la fuerza de corte basal de las estructuras de un nivel que tiene diafragma (en el nivel superior), se permite usar un coeficiente sísmico igual al 80% del determinado según 6.2.3.1. 6.2.8 Análisis por torsión accidental La torsión accidental se debe analizar aplicando momentos de torsión en cada nivel, calculados como el producto de las fuerzas estáticas, que actúan sobre ese nivel, por una excentricidad dada por: $\pm 0,10 b_{ky} (Z_k H); \text{ para el sismo según la dirección } X \quad (7)$ $\pm 0,10 b_{kx} (Z_k H); \text{ para el sismo según la dirección } Y$ Se deben realizar dos análisis para cada dirección (X e Y), usando el mismo signo (+ y -) en todos los niveles y para cada análisis. Estos resultados se deben agregar a los resultados de los análisis realizados para las fuerzas estáticas aplicadas en cada una de las correspondientes direcciones de análisis. 6.3 Análisis modal espectral 6.3.1 Este método se puede aplicar a las estructuras que presenten modos normales de vibración clásicos, con amortiguamientos modales del orden de 5% del amortiguamiento crítico.	C6.3.1 Una vez determinados los períodos naturales y modos de vibrar, las masas equivalentes para cada modo n están dadas por las siguientes ecuaciones: $M_{nx} = \frac{L_{nx}^2}{M_n} \quad M_{ny} = \frac{L_{ny}^2}{M_n} \quad M_{n\theta} = \frac{L_{n\theta}^2}{M_n}$ en que: $L_{nx} = \{\phi_n\}^T [M] \{r_x\}$ $L_{ny} = \{\phi_n\}^T [M] \{r_y\}$ $L_{n\theta} = \{\phi_n\}^T [M] \{r_\theta\}$ $M_n = \{\phi_n\}^T [M] \{\phi_n\}$ $\{\phi_n\}$ = vector modal, que representa la forma de vibrar asociada al modo n; $\{r_x\}\{r_y\}$ = vector de elementos unitarios (1,0) en los grados de libertad de desplazamiento en la dirección X Y, y nulos (0,0) en el resto de los grados de libertad;

DISPOSICIONES NORMATIVAS	COMENTARIOS
6.3.2 Se debe incluir en el análisis todos los modos normales, o vectores de Ritz dependientes de la carga, ordenados según valores crecientes de las frecuencias propias, que sean necesarios para que la suma de las masas equivalentes para cada una de las dos direcciones horizontales de análisis sísmico sea mayor o igual a un 90% de la masa total. 6.3.3 Análisis por torsión accidental La torsión accidental se debe incluir de cualquiera de las dos formas siguientes: a) desplazando transversalmente la ubicación de los centros de masas del modelo en $\pm 0,05 b_{ky}$, para el sismo sobre la dirección x, y en $\pm 0,05 b_{kx}$, para el sismo sobre la dirección y, realizando dos análisis para cada dirección (x e y), y usando el mismo signo (+ y -) en todos los niveles y para cada análisis, además del análisis para el modelo con los centros de masas en su ubicación natural (5 modelos). b) aplicando momentos de torsión estáticos distribuidos sobre el área del diafragma en cada nivel, calculados como el producto de la variación en altura de la fuerza de corte combinada (CQC) sobre ese nivel, por una excentricidad dada por la Ecuación (7); estos resultados se deben superponer a los resultados del análisis espectral hecho para el modelo con los centros de masas en su ubicación natural y para el sismo actuando en cada una de las correspondientes direcciones. Para los modelos que incluyan diafragmas rígidos en algún o todos los niveles, el momento de torsión estático puede aplicarse sobre el centro de masas de los diafragmas correspondientes.	$\{r_\theta\}$ = vector de elementos unitarios (1,0) en los grados de libertad de giro en planta de cada nivel de la estructura, y nulos (0,0) en el resto de los grados de libertad. C6.3.2 La sumatoria de masas equivalentes debe realizarse de manera independiente para cada una de las direcciones de análisis, de manera que se cumpla lo siguiente: $\Sigma M_{nx} \geq 90\% \quad \Sigma M_{ny} \geq 90\%$ C6.3.3 Notar que la opción a), que incluye el desplazamiento explícito de los centros de masas, puede generar (para cada caso) una corrección en los periodos de vibración de la estructura, y consecuentemente una variación en el espectro de diseño asociado a cada análisis. En el caso b), el momento aplicado en el nivel k debe ser: $M_k = (Q_k - Q_{k+1}) e_k$ en que: Q_k = corte combinado CQC en nivel k; Q_{k+1} = corte combinado CQC en nivel $k+1$; e_k = excentricidad en nivel k. Los niveles se numeran desde la base de la estructura hacia arriba.

DISPOSICIONES NORMATIVAS	COMENTARIOS
6.3.4 Espectro de diseño 6.3.4.1 El espectro de pseudo-aceleraciones que define la demanda sísmica de diseño de la estructura es: $S_a = \frac{I S A_0 \alpha}{R^*} \quad (8)$ Donde los valores de I y A_0 se determinan según 6.2.3. 6.3.4.2 El factor de amplificación α se determina para cada modo de vibrar n, de acuerdo con la siguiente ecuación: $\alpha = \frac{1 + 4,5 \left(\frac{T_n}{T_0} \right)^p}{1 + \left(\frac{T_n}{T_0} \right)^3} \quad (9)$ en que: T_n = período de vibración del modo n; T_0, p = parámetros relativos al tipo de suelo de fundación que se determinan de Tabla 8 según la clasificación de Tabla 2. 6.3.4.3 El factor de reducción R^* se determina de: $R^* = 1 + \frac{T^*}{0,10 T_0 + \frac{T^*}{R_0}} \quad (10)$ en que: T^* = período del modo con mayor masa de traslación equivalente en la dirección de análisis; R_0 = valor para la estructura que se establece de acuerdo con las disposiciones de 5.7. En aquellos casos en que la estructura se encuentre conformada por diferentes subsistemas estructurales claramente identificables, es posible usar el período del modo con mayor masa de traslación de cada subsistema estructural para el diseño de ese subsistema.	

DISPOSICIONES NORMATIVAS	COMENTARIOS
6.3.4.4 El espectro elástico requerido para el cálculo de δ_u, que se establece en 5.9.5, se debe determinar utilizando la siguiente ecuación: $S_{de}(T_n) = \frac{T_n^2}{4\pi^2} \alpha A_0 C_d \quad (11)$ Donde S_{de} está expresado en cm, A_0 está expresada en cm/s^2 y los valores de C_d^* están definidos en Tabla 10. Para los suelos clasificados como Tipo E se requiere un estudio especial en el cual se establezca el espectro elástico de desplazamientos. 6.3.4.5 Estudios de amenaza sísmica de sitio Para los sitios Tipo A, B, C, D y E, se permite reemplazar el espectro normativo por un espectro de sitio derivado de estudios de amenaza sísmica, cumpliendo las disposiciones siguientes. 6.3.4.5.1 Generalidades Espectro de sitio derivado de estudios de amenaza sísmica es un espectro de pseudo-aceleraciones, para un 5% del amortiguamiento crítico. Estos métodos deben considerar los siguientes parámetros: Las condiciones geotécnicas locales. — Las fuentes sismogénicas que afecten al sitio y las características sísmicas de estas fuentes. — Los factores locales de amplificación o atenuación del movimiento sísmico debido a direccionalidad de ondas y características del subsuelo. — Los antecedentes históricos sísmicos significativos que hayan afectado al sitio. 6.3.4.5.2 Espectros de diseño El espectro de diseño de pseudo-aceleraciones se obtiene dividiendo el espectro de sitio, definido en 6.3.4.5.1, por 1,4.	C6.3.4.5 Los estudios de amenaza sísmica permiten determinar espectros representativos de las características sismogénicas que afectan al sitio, utilizando propiedades geotécnicas promedio que se correlacionan con funciones analíticas globales de comportamiento sísmico obtenidas en forma estadística. Las disposiciones establecen requisitos mínimos de consistencia técnica y compatibilidad con el resto de la norma. C6.3.4.5.2 El requisito de no caer bajo el 75% de los valores espectrales normativos, establece un límite inferior razonable para cumplir con los objetivos de seguridad de esta norma.

DISPOSICIONES NORMATIVAS	COMENTARIOS
Debe considerar el factor I que corresponda. Los desplazamientos máximos se obtienen del espectro de desplazamientos derivado del espectro de diseño (5.9.2, 5.9.3, 5.10.1). Los desplazamientos se obtienen del espectro de desplazamientos derivado del espectro de sitio (5.9.5). Para cada período, el valor espectral obtenido no debe ser menor que 75% del valor normativo definido para el tipo de sitio correspondiente. 6.3.4.5.3 Estudios de amenaza sísmica Mientras no se encuentre vigente una norma chilena específica sobre estudios de amenaza sísmica, se deben cumplir las disposiciones de 6.3.4.5.3 y 6.3.4.5.4. Los estudios de amenaza sísmica se pueden realizar utilizando métodos probabilísticos o determinísticos. Método probabilístico: el estudio se realiza para una amenaza uniforme y una probabilidad de excedencia del 10% en 50 años. Método determinístico: el estudio se realiza para eventos de magnitud máxima posible (mayor que o igual a la máxima histórica), localizados a la menor distancia entre el sitio y cada fuente sismogénica. El espectro debe representar el resultado de la media más una desviación estándar, dividido por 1,5. Cuando los resultados de ambos métodos estén disponibles, se permite utilizar cualquiera de los dos espectros mencionados. 6.3.4.5.4 Caracterización sísmica del sitio Se deben identificar las fuentes sismogénicas que afectan al sitio (interplaca, intraplaca), incluyendo fallas geológicas corticales activas, conocidas o inferidas. Para cada una de las fuentes mencionadas, se deben incluir por lo menos tres (3) modelos o ecuaciones de predicción del movimiento del suelo. Los resultados de la aplicación de estos modelos se deben ponderar en forma relativa utilizando criterios analíticos o juicio experto.	C6.3.4.5.4 Existe un gran número de modelos de predicción del movimiento del suelo publicados en revistas científicas. Sin embargo, solo algunos modelos recientes han sido desarrollados con información obtenida de eventos sísmicos de fuentes interplaca e intraplaca ocurridos en Chile.

DISPOSICIONES NORMATIVAS	COMENTARIOS
Además, para el caso de métodos probabilísticos, la sismicidad de las fuentes identificadas se debe caracterizar por: coeficientes de productividad sísmica, magnitudes máximas y mínimas históricas o características, e incertidumbres asociadas. En el caso que no existan relaciones de productividad sísmica actualizadas disponibles para el sitio, éstas se deben desarrollar a partir de catálogos de eventos sísmicos registrados e históricos que hayan afectado al sitio con intensidades que se estimen significativas. 6.3.5 Superposición modal 6.3.5.1 Los desplazamientos y rotaciones de los diafragmas horizontales y las solicitaciones de cada elemento estructural se deben calcular para cada una de las direcciones de acción sísmica, superponiendo las contribuciones de cada uno de los modos de vibrar. Se deben considerar las limitaciones a la fuerza de corte basal indicadas en 6.3.6. 6.3.5.2 La superposición de los valores máximos modales se debe hacer mediante el método CQC o el método CQC con ruido blanco filtrado por un suelo de característica T_0.	C6.3.5.2 La superposición indicada considera las siguientes ecuaciones: $X = \sqrt{\sum_i \sum_j \rho_{ij} X_i X_j}$ en que las sumas $\sum_i$ y $\sum_j$ son sobre todos los modos considerados; los coeficientes de acoplamiento modal ρ_{ij} se deben determinar por uno de los métodos alternativos siguientes: a) El método CQC: $\rho_{ij} = \frac{8\xi^2 r^{3/2}}{(1+r)(1-r)^2 + 4\xi^2 r(1+r)}$ en que: $r = T_i/T_j;$ ξ = razón de amortiguamiento, uniforme para todos los modos de vibrar, que se debe tomar igual a 0,05.

DISPOSICIONES NORMATIVAS	COMENTARIOS
6.3.6 Limitaciones de la fuerza de corte basal 6.3.6.1 Si la componente de la fuerza de corte basal en la dirección de la acción sísmica resulta menor que $I S A_0 P / 6g$ los desplazamientos y rotaciones de los diafragmas horizontales y las solicitaciones de los elementos estructurales se deben multiplicar por un factor de manera que dicha fuerza de corte alcance el valor señalado, como mínimo. 6.3.6.2 La componente de la fuerza de corte basal en la dirección de la acción sísmica no necesita ser mayor que $I C_{\text{máx.}} P$, en que $C_{\text{máx.}}$ se determina de 6.2.3.1. En caso que dicha componente sea mayor que la cantidad anterior, las solicitaciones de los elementos estructurales se pueden multiplicar por un factor de modo que dicha fuerza de corte no sobrepase el valor $I C_{\text{máx.}} P$. Esta disposición no rige para el cálculo de los desplazamientos y rotaciones de los diafragmas horizontales. 6.3.7 En el diseño de los elementos estructurales se debe considerar que las fuerzas internas y los desplazamientos no satisfacen las condiciones de equilibrio y de compatibilidad, cuando ellos se obtienen usando el método de Análisis Modal Espectral. Se debe considerar este hecho en el diseño sismorresistente, de modo de asegurar que el diseño quede por el lado de la seguridad.	b) El método CQC con ruido blanco filtrado por un suelo de característica T_0: $\rho^* = \begin{cases} \frac{T_i}{T_0} \geq 1,35 \\ 1 - 0,22(1 - \rho^*) \left[\log \left(\frac{T_i}{T_n} \right) + 2 \right]^2 & \frac{T_i}{T_0} < 1,35 \end{cases}$ en que: $\rho^* = \begin{cases} 0 & \frac{T_i}{T_j} \geq 1,25 \\ 1 + 4 \left(1 - \frac{T_i}{T_j} \right) \frac{T_i}{T_0} & \frac{T_i}{T_0} < 1,25 \end{cases}$ En las expresiones anteriores se debe tomar $T_i > T_j$.

Tabla 6 – Valor del coeficiente I

Categoría del edificio	I
I	0,6
II	1,0
III	1,2
IV	1,2

Tabla 7 – Valor de la aceleración efectiva máxima A_0

Zona sísmica	A_0
1	0,20 g
2	0,30 g
3	0,40 g

Tabla 8 – Valor de los parámetros que dependen del tipo de sitio

Tipo de suelo	S	T_0 [s]	T' [s]	n	p
A	0,90	0,15	0,20	1,00	2,0
B	1,00	0,30	0,35	1,33	1,5
C	1,05	0,40	0,45	1,40	1,6
D	1,20	0,75	0,85	1,80	1,0
E	1,30	1,20	1,35	1,80	1,0

NOTA Esta norma no entrega parámetros para sitios clasificados como Tipo F.
En estos casos, el espectro de diseño se debe obtener mediante un estudio específico conforme a 4.2.1.2.

Tabla 9 – Valores máximos del coeficiente sísmico C

R	$C_{\text{máx.}}$
2	0,90 ($S A_0$)/g
3	0,60 ($S A_0$)/g
4	0,55 ($S A_0$)/g
5,5	0,40 ($S A_0$)/g
6 o más	0,35 ($S A_0$)/g

NOTA Para valores no incluidos en la tabla se debe usar lo siguiente:
 $C_{\text{máx.}} = [2,5 / (R + 0,8)] S A_0 / g$

Tabla 10 – Valores del parámetro C_d^*

Tipo de suelo	C_d^*	Rango de periodos
A	1,0	$T_n \leq 0,23 \text{ s}$
	$-0,055 T_n^2 + 0,36 T_n + 0,92$	$0,23 \text{ s} < T_n \leq 2,52 \text{ s}$
	$0,08 T_n^2 - 0,9 T_n + 3,24$	$2,52 \text{ s} < T_n \leq 5,00 \text{ s}$
B	1,0	$T_n \leq 0,47 \text{ s}$
	$0,95 T_n + 0,55$	$0,47 \text{ s} < T_n \leq 2,02 \text{ s}$
	$0,065 T_n^2 - 0,75 T_n + 3,72$	$2,02 \text{ s} < T_n \leq 5,00 \text{ s}$
C	1,0	$T_n \leq 0,65 \text{ s}$
	$0,57 T_n + 0,63$	$0,65 \text{ s} < T_n \leq 2,02 \text{ s}$
	$0,055 T_n^2 - 0,63 T_n + 2,83$	$2,02 \text{ s} < T_n \leq 5,00 \text{ s}$
D	1,0	$T_n \leq 0,90 \text{ s}$
	$1,1 T_n$	$0,90 \text{ s} < T_n \leq 1,75 \text{ s}$
	1,93	$1,75 \text{ s} < T_n \leq 5,00 \text{ s}$

NOTA Las ecuaciones contenidas en Tabla 10 representan un ajuste analítico para obtener los valores del espectro elástico de desplazamientos, consistentes con los registros del sismo del 27 de febrero de 2010, a partir del espectro elástico de pseudo-aceleraciones.

DISPOSICIONES NORMATIVAS	COMENTARIOS
7 Diseño de fundaciones 7.1 Especificaciones generales para el diseño 7.1.1 Las solicitaciones transferidas al suelo por las fundaciones se deben verificar para la superposición de efectos indicada en 5.2.1. 7.1.2 Se debe comprobar que las fundaciones tengan un comportamiento satisfactorio tanto ante la acción de cargas estáticas como ante la acción de cargas sísmicas, verificando que la presión de contacto entre el suelo y la fundación sea tal que las deformaciones inducidas sean aceptables para la estructura. 7.2 Fundaciones superficiales	C7.2 Las siguientes definiciones no son necesarias para la aplicación de los requisitos de esta norma. Sin embargo, pueden resultar útiles. Fundación corrida fundación superficial continua que soporta uno o más segmentos de muros y/o varios elementos estructurales alineados, cuya razón de dimensiones horizontales es tal que su comportamiento es aproximado mediante un modelo de deformaciones planas (excluyendo sus extremos). La precisión de esta aproximación comienza a disminuir para razones menores (lado mayor sobre lado menor) que siete (Salgado, 2022). Fundación combinada aquella que soporta elementos estructurales adyacentes, cuya cercanía generaría interacción en una solución de fundaciones aisladas. También se utiliza para soportar cargas de gran excentricidad actuando sobre fundaciones perimetrales. La geometría más común es rectangular o trapezoidal. Losa de fundación losa que soporta y transfiere al suelo fuerzas provenientes de varios elementos estructurales. La rigidez relativa de la losa con respecto al suelo soportante es tal que se utiliza para eliminar o controlar los asentamientos diferenciales en suelos no homogéneos, o cuando existen grandes variaciones en las fuerzas provenientes de distintos elementos estructurales. También es utilizada para controlar los efectos de aguas freáticas cercanas al nivel basal.

DISPOSICIONES NORMATIVAS	COMENTARIOS
7.2.1 Por lo menos el 80% del área bajo cada fundación aislada debe quedar sometida a compresión. Porcentajes menores del área en compresión se deben justificar de modo que se asegure la estabilidad global y que las deformaciones inducidas sean aceptables para la estructura. Las disposiciones anteriores no rigen si se usan anclajes entre la fundación y el suelo. 7.2.2 Las fundaciones sobre zapatas aisladas que no cuenten con restricción al movimiento lateral, se deben unir mediante cadenas de amarre diseñadas para absorber una compresión o tracción no inferior a un 10% de la sollicitación vertical sobre la zapata. En el caso de edificios con dos o más subterráneos, no se requiere utilizar cadenas de amarre. 7.2.3 Se puede considerar la restricción lateral del suelo que rodea a la fundación siempre que las características de rigidez y resistencia de dicho suelo garanticen su colaboración y que la fundación se haya hormigonado contra suelo natural no removido. En caso de colocar rellenos entorno a las fundaciones, la restricción lateral que se considere se debe justificar adecuadamente y la colocación de dichos rellenos se debe hacer siguiendo procedimientos de compactación y de control claramente especificados. 7.2.4 Para calcular las fuerzas sísmicas que se desarrollan en la base de fundaciones enterradas en suelo plano, se pueden desprestigiar las fuerzas de inercia de las masas de la estructura que queden bajo el nivel de suelo natural y los empujes sísmicos del suelo, siempre que exista la restricción lateral de acuerdo a lo dispuesto en 7.2.3. 7.2.5 El nivel basal del edificio se debe considerar en la base de sus fundaciones. La consideración de otra posición del nivel basal se debe justificar mediante un análisis.	Viga de fundación viga que une estructuralmente dos fundaciones, haciéndolas trabajar en conjunto, sin que directamente transfiera sollicitaciones al suelo. Los sistemas que exhiben vigas en una sola dirección, generan fuerzas de torsión que actúan sobre la sección de las vigas.

DISPOSICIONES NORMATIVAS	COMENTARIOS
7.2.6 La presión de contacto admisible se debe definir en el nivel de contacto entre el suelo y la base del elemento de fundación utilizado. En el caso de rellenos de hormigón pobre bajo las fundaciones, la presión de contacto se debe definir en la base de dicho relleno; se deben comprobar las presiones de contacto y las deformaciones, tanto en la base del hormigón pobre como en el contacto entre fundación y hormigón pobre. 7.3 Pilotes 7.3.1 En la evaluación de la posibilidad de deterioro temporal o permanente de las características de resistencia o de deformación de los suelos de fundación como resultado de la acción sísmica, se deben incluir los suelos que pueden ser afectados por pilotes aislados o grupos de pilotes, de acuerdo con las siguientes pautas mínimas: a) pilotes aislados: hasta dos veces el diámetro del pilote por debajo de la cota de la punta del mismo. b) grupo de pilotes: hasta dos veces el diámetro o ancho del grupo por debajo de la cota de la punta del mismo. 7.3.2 Los pilotes deben quedar adecuadamente conectados a cabezales.	C7.3 Para efectos de esta norma, debe entenderse como pilote a un elemento de fundación profunda que transfiere las cargas de una estructura a capas de suelo más competentes o roca subyacente cuando el terreno superficial no presenta suficiente capacidad portante. Los pilotes comúnmente se utilizan para evitar asentamientos excesivos y proporcionar estabilidad en suelos blandos o compresibles. Dependiendo de su mecanismo de funcionamiento, pueden ser de fricción, donde la resistencia proviene del roce entre el pilote y el suelo, o de punta, donde la carga se transmite directamente a una capa más resistente en la base del pilote. En el cálculo de la resistencia lateral de pilotes o grupos de pilotes se debe considerar que ésta se puede ver disminuida por aumento de presión de poros o licuación del suelo, o por pérdida de contacto entre el suelo y parte de la longitud del pilote debida a deformación plástica del suelo.

DISPOSICIONES NORMATIVAS	COMENTARIOS
7.3.3 Los pilotes individuales o los cabezales de grupos de pilotes se deben conectar mediante vigas de amarre diseñadas para resistir una fuerza en compresión o tracción no inferior a un 10% de la mayor carga vertical que actúa sobre el pilote o sobre el conjunto. 7.4 Estructuras contiguas 7.4.1 En el diseño de fundaciones de edificios colindantes o próximos a obras existentes, se debe verificar que la influencia de las nuevas cargas aplicadas no afecte el comportamiento de la obra existente.	C7.4.1 El diseño y cálculo de las obras de agotamiento, socializado, excavación, entibación y apuntalamiento, necesarias para materializar la construcción de edificios contiguos a otros ya existentes, deben considerar y disponer las medidas necesarias para evitar que con motivo de estas faenas ocurran deformaciones o aparezcan solicitaciones que sean perjudiciales a la obra existente. Antes de iniciar la construcción de un nuevo edificio, contiguo a obras existentes, se debe ejecutar un catastro detallado de las estructuras colindantes o cercanas comprometidas, incluyendo fisuras, grietas y desnivelaciones o distorsiones. La naturaleza temporal de algunas de las obras permite que su diseño y dimensionamiento se realicen con factores de seguridad menores que los usuales. Por ese motivo, en el caso de interrupción de faenas que impliquen que las obras de protección trabajen en un período mayor al contemplado en el proyecto, se deben adoptar las medidas de refuerzo que sean pertinentes.

Anexo A (informativo)

Empujes en muros subterráneos

A.1 La evaluación de empujes de tierra que se indica a continuación considera suelos con superficie horizontal, actuando sobre muros perimetrales verticales arriostrados por losas.

A.2 La componente estática del empuje de tierras se debe evaluar para una condición de reposo.

A.3 La componente sísmica del empuje se puede evaluar usando la siguiente ecuación:

$$\sigma_s = \frac{0,3 C_R \gamma h_m A_0}{g} \quad (\text{A.1})$$

en que:

σ_s = presión sísmica uniformemente distribuida en toda la altura del muro;

h_m = altura del muro en contacto con el suelo;

γ = peso unitario húmedo del suelo o del relleno colocado contra el muro;

A_0 = aceleración efectiva máxima del suelo, que se determina de Tabla 7 de acuerdo con la zonificación sísmica del país;

C_R = coeficiente igual a 0,45 para suelos duros, densos o compactados; igual a 0,70 para suelos sueltos o blandos; e igual a 0,58 para rellenos sueltos depositados entre el muro y el talud de una excavación practicada en suelo denso o compactado.

Esta solicitud se debe agregar a la acción H con el signo correspondiente.

A.4 En el caso de existir napa dentro del suelo retenido, si la permeabilidad del suelo o sus condiciones de drenaje son tales que impiden el desarrollo de incrementos de presión de poros que conduzcan a un deterioro del suelo o a su eventual licuación, la Ecuación (A.1) se debe usar considerando un peso unitario modificado γ^* dado por:

$$\gamma^* = \gamma_{sat} - \frac{D_w}{h_m} (\gamma_{sat} - \gamma) \quad (\text{A.2})$$

en que:

γ = peso unitario húmedo del material retenido sobre la napa;

γ_{sat} = peso unitario saturado del material bajo la napa;

D_w = profundidad de la napa;

h_m = altura del muro en contacto con el suelo.

Anexo B (informativo)

Bibliografía

- [1] V Maldonado, M Contreras, and D Melnick, 'A comprehensive database of active and potentially-active continental faults in Chile at 1:25,000 scale,' *Nature*, 8:20 (2021). {<https://doi.org/10.1038/s41597-021-00802-4>}.
- [2] CYCLO, 'Chilean Active Faults (CHAF) - A comprehensive database of active and potentially-active continental faults in Chile at 1:25,000 scale,' CYCLO, *Millennium Nucleus Seismic Cycle in Subduction Zones*, Facultad de Ciencias, Campus Isla Teja, Universidad Austral de Chile. {<https://fallasactivas.cl/>} [26 Junio 2025].
- [3] Abrahamson, N. A., Silva, W. J., and Kamai, R., 2014. *Summary of the ASK14 ground motion relation for active crustal regions*. *Earthquake Spectra*, 30(3), 1025-1055.
- [4] Boore, D. M., Stewart, J. P., Seyhan, E., and Atkinson, G. M., 2014. *NGA-West2 equations for predicting PGA, PGV, and 5% damped PSA for shallow crustal earthquakes*. *Earthquake Spectra*, 30(3), 1057-1085.
- [5] Campbell, K. W., and Bozorgnia, Y., 2014. *NGA-West2 ground motion model for the average horizontal components of PGA, PGV, and 5% damped linear acceleration response spectra*. *Earthquake Spectra*, 30(3), 1087-1115.
- [6] Chiou, B. S. J., and Youngs, R. R., 2014. *Update of the Chiou and Youngs NGA model for the average horizontal component of peak ground motion and response spectra*. *Earthquake Spectra*, 30(3), 1117-1153.
- [7] Wells, D. L., and Coppersmith, K. J., 1994. *New empirical relationships among magnitude, rupture length, rupture width, rupture area, and surface displacement*. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 84(4), 974-1002.

Anexo C (informativo)

Participantes en elaboración de Norma Chilena NCh433

La Norma Chilena NCh433 ha sido preparada por la División de Normas del Instituto Nacional de Normalización y en su elaboración participaron las personas naturales y organizaciones siguientes:

Organización	Nombre y apellido
Asociación Chilena de Sismología e Ingeniería Antisísmica, ACHISINA	Jorge Carvallo W.
AMCS	Christian Schnaidt M.
CLANN	Pablo Polanco C.
EDYCE	Gonzalo Cáceres G.
Geotecnia Patagonia	Ramón Carrasco P.
Hilti	Ma. de Los Ángeles Arce M.
ICEFE	Eduardo Jerez M.
Investigación, desarrollo e innovación de Estructuras y Materiales, IDIEM	Fernando Yáñez U.
Independiente	Rubén Boroschek K.
Independiente	Joaquín Concha G.
Independiente	Sergio Contreras A.
Independiente	Sergio Córdova A.
Independiente	Mauricio Ferj V.
Independiente	Julio Galindo C.
Independiente	Ricardo Guendelman K.
Independiente	Matías Hube G.
Independiente	Diego López-García G.
Independiente	Francisco Medina M.
Independiente	Juan Mendoza V.
Independiente	Juan Music T.
Independiente	Lucio Ricke G.
Independiente	Hermo Roa M.
Independiente	Eduardo Santos M.
Independiente	Hernán Santos N.

Instituto Nacional de Normalización, INN
Instituto Nacional de Normalización, INN
Ministerio de Obras Públicas, MOP
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, PUCV
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, PUCV
R y V Ingenieros
Santolaya Ingenieros
Santolaya Ingenieros
Universidad de Chile
VMB

Carlos Peña L.
Emilio Rojas C.
Felipe Andrade T.
Edgar Díaz S.
Paulina González S.
Francisco Ruz V.
José Pablo Murillo G.
Carlos Sepúlveda S.
Fabian Rojas B.
Ian Watt A.

**Construcción — Planchas de acero recubiertas
conformadas en frío — Requisitos**

Construction — Cold-formed coated steel sheets — Requirements

ICS 77.140.50



Número de referencia
NCh223:2020
29 páginas

© INN 2020



DOCUMENTO PROTEGIDO POR COPYRIGHT

© INN 2020

Derechos de autor:

La presente Norma Chilena se encuentra protegida por derechos de autor o copyright, por lo cual, no puede ser reproducida o utilizada en cualquier forma o por cualquier medio, electrónico o mecánico, sin permiso escrito del INN. La publicación en Internet se encuentra prohibida y penada por la ley.

Se deja expresa constancia que en caso de adquirir algún documento en formato impreso, éste no puede ser copiado (fotocopia, digitalización o similares) en cualquier forma. Bajo ninguna circunstancia puede ser revendida. Asimismo, y sin perjuicio de lo indicado en el párrafo anterior, los documentos adquiridos en formato .pdf, tiene autorizada sólo una impresión por archivo, para uso personal del Cliente. El Cliente ha comprado una sola licencia de usuario para guardar este archivo en su computador personal. El uso compartido de estos archivos está prohibido, sea que se materialice a través de envíos o transferencias por correo electrónico, copia en CD, publicación en Intranet o Internet y similares.

Si tiene alguna dificultad en relación con las condiciones antes citadas, o si usted tiene alguna pregunta con respecto a los derechos de autor, por favor contacte la siguiente dirección:

Instituto Nacional de Normalización - INN

Av. Libertador Bernardo O'Higgins 1449, Santiago Downtown Torre 7, piso 18 • Santiago de Chile

Tel. + 56 2 2445 88 00

Correo Electrónico contacto@inn.cl

Sitio Web www.inn.cl

Publicado en Chile

Contenido

Página

Preámbulo	V
1 Alcance y campo de aplicación	1
2 Referencias normativas	1
3 Términos y definiciones	2
4 Composición Química	3
4.1 Metal base	3
4.2 Recubrimiento metálico	4
5 Requisitos mecánicos	4
5.1 Metal base	4
6 Recubrimientos	4
7 Tolerancias dimensionales	5
8 Productos de otras geometrías	8
9 Marcado	9
 Anexos	
Anexo A (normativo) Sistemas de muestreos y ensayos para certificación	10
A.1 Certificación	10
A.2 Certificación de tipo	10
A.3 Certificación de lotes	10
A.4 Aceptación y rechazo	11
Anexo B (informativo) Tablas de carga	12
B.1 Plancha Ondulado 18/76,2	12
B.2 Plancha Ondulado 14/76,9	13
B.3 Plancha 5 Frisos 10/205	13
B.4 Plancha 4 Trapecios 50/333	14
B.5 Plancha 4 Trapecios 50/333 – Succión	15
B.6 Plancha 6 Trapecios 50/174	15
B.7 Plancha 6 Trapecios 50/174 – Succión	16
Anexo C (normativo) Tabla clasificación de defectos	17
Anexo D (informativo) Formulación Analítica de Tablas de Carga	19
D.1 Propiedades de la sección transversal	19
D.2 Verificación de tensiones y deformaciones	19
Anexo E (informativo) Ensayo de rigidez en terreno	22
Anexo F (informativo) Información del producto	23
Anexo G (informativo) Productos conformados	24
Anexo H (informativo) Empaque, carga, transporte y almacenamiento	25
H.1 Empaque	25
H.2 Carga y transporte	26
H.3 Almacenamiento	26
H.4 Recomendaciones adicionales	27

H.5	Recepción en terreno.....	28
Anexo I	(informativo) Participantes en elaboración de Norma Chilena NCh223.....	29

Figuras

Figura 1 – Ondulado 18.....	6
Figura 2 – Ondulado 14.....	7
Figura 3 – Panel 5 Frisos	7
Figura 4 – Panel 4 Trapecios.....	7
Figura 5 – Panel 6 Trapecios.....	7
Figura H.1 – Zunchos	25
Figura H.2 – Almacenaje de planchas	26
Figura H.3 – Apoyos de apilamiento.....	27

Tablas

Tabla 1 – Composición química SS Grado 255, en % máximo para cada elemento (producto o colada).....	3
Tabla 2 – Requisitos mecánicos SS Grado 255	4
Tabla 3 – equerimientos mínimos de la masa del recubrimiento.....	4
Tabla 4 – Espesores nominales y tolerancias de las planchas lisas recubiertas	6
Tabla 5 – Dimensiones de las planchas, mm	6
Tabla 6 – Espesor nominal de las planchas, mm	8
Tabla 7 – Largos comerciales de los productos, mm.....	8
Tabla 8 – Largo y tolerancia, sólo positiva, mm.....	8
Tabla A.1 – Muestreo para el acero usado para la fabricación de planchas conformadas en frío	10
Tabla H.1 – Empaque.....	25
Tabla H.2 – Carga y transporte.....	26
Tabla H.3 – Cuartones	27

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 CL034 *Especialidades de la construcción*, para establecer los requisitos de diseño y las propiedades físicas que deben cumplir las planchas de acero recubiertas conformadas en frío.

Por no existir Norma Internacional, en la elaboración de esta norma se han tomado en consideración la norma NCh223:1999 *Planchas acanaladas onduladas de acero recubiertas – Requisitos*, y antecedentes técnicos proporcionados por el Comité, etc.).

Esta norma reemplaza a la norma NCh223:1999 *Planchas acanaladas onduladas de acero recubiertas – Requisitos* y la deja no vigente técnicamente.

Esta norma ha sido aprobada por el Consejo del Instituto Nacional de Normalización, en sesión efectuada el 26 de mayo de 2020.

Si bien se ha tomado todo el cuidado razonable en la preparación y revisión de los documentos normativos producto de la presente comercialización, INN no garantiza que el contenido del documento es actualizado o exacto o que el documento será adecuado para los fines esperados por el Cliente.

En la medida permitida por la legislación aplicable, el INN no es responsable de ningún daño directo, indirecto, punitivo, incidental, especial, consecuencial o cualquier daño que surja o esté conectado con el uso o el uso indebido de este documento.

Construcción - Planchas de acero recubiertas conformadas en frío - Requisitos

1 Alcance y campo de aplicación

1.1 Esta norma establece los requisitos, dimensiones, recomendaciones de métodos de ensayo y sistemas de muestreo que deben cumplir las planchas conformadas en frío de acero revestidas con 55% aluminio-zinc u otros revestimientos metálicos, obtenidos por un proceso de inmersión en caliente de mejor desempeño anticorrosivo usados en cubiertas y revestimientos.

1.2 Esta norma aplica para planchas conformadas en frío con las siguientes geometrías: ondulado 18, ondulado 14, panel 5 frisos, panel 4 trapecios y panel 6 trapecios.

1.3 Esta norma se puede aplicar a otras geometrías de planchas conformadas en frío de acero revestidas con zinc o 55% aluminio-zinc u otros recubrimientos metálicos obtenidos por un proceso de inmersión en caliente de mejor desempeño anticorrosivo usado en cubiertas y revestimientos.

1.4 Esta norma no aplica a planchas de uso arquitectónico. Los requisitos para el acero deben ser definidos por NCh3357 y los elementos de fijación se deben verificar para satisfacer las condiciones de carga que controlen el diseño.

2 Referencias normativas

Los documentos 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).

NCh44, *Procedimientos de muestreo para inspección por atributos – Planes de muestreo indexados por nivel de calidad aceptable (AQL) para inspección lote por lote.*

NCh222, *Construcción – Planchas lisas de acero recubiertas – Especificaciones.*

NCh3357: 2015, *Diseño sísmico de elementos no estructurales.*

ASTM A653, *Standard Specification for Steel Sheet, Zinc-Coated (Galvanized) or Zinc-Iron Alloy-Coated (Galvannealed) by the Hot-Dip Process.*

ASTM A792, *Standard Specification for Steel Sheet, 55 % Aluminum-Zinc Alloy-Coated by the Hot-Dip Process.*

ASTM A924, *Standard Specification for General Requirements for Steel Sheet, Metallic-Coated by the Hot-Dip Process.*

ASTM A751, *Standard Test Methods, Practices, and Terminology for Chemical Analysis of Steel Products.*

ASTM A90M, *Standard Test Method for Weight [Mass] of Coating on Iron and Steel Articles with Zinc or Zinc-Alloy Coatings.*

ASTM B499, *Standard Test Method for Measurement of Coating Thicknesses by the Magnetic Method: Nonmagnetic Coatings on Magnetic Basis Metals*.

3 Términos y definiciones

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

3.1

panel de acero recubierto

panel fabricado con acero revestido por ambas caras con una capa de zinc o 55% aluminio-zinc u otros recubrimientos metálicos de mejor desempeño anticorrosivo, aplicados por el proceso de inmersión en un baño fundido

3.2

conformado en frío

proceso en el cual se le da la forma geométrica final a un panel de acero recubierto a una temperatura inferior a la de recristalización

3.3

espesor nominal

considera el espesor del metal base más el recubrimiento considerado en esta norma

3.4

análisis químico de la hornada o colada

representa la composición química de una muestra tomada del acero líquido inmediatamente antes de ser vaciado en los moldes, ya sean estos lingotes o piezas de colada continua:

3.4.1

análisis químico de comprobación

representa la composición química del producto (bobina o panel conformado) sin recubrimiento

3.5

altura

magnitud de la dimensión perpendicular máxima entre la superficie plana de apoyo y el plano definido por los puntos más altos definidos por la geometría del panel

3.6

familia de productos

corresponde a un conjunto de planchas con las mismas características y medidas respecto al metal base, recubrimiento y geometría; fabricados bajo condiciones uniformes y por el mismo proceso, los cuales se encuentran marcados según cláusula 11 de esta norma

3.7

lote de productos

corresponde a un conjunto de planchas con las mismas características y medidas respecto al metal base, recubrimiento, espesor y geometría; fabricadas bajo condiciones uniformes y por el mismo proceso, las cuales se encuentran marcadas

3.8**masa de recubrimiento**

indica la cantidad de recubrimiento metálico sobre el sustrato de acero por unidad de superficie y en ambas caras del producto

3.9**cubiertas**

corresponde a productos diseñados para ser usados como envolventes de techo de uso exterior

3.10**revestimientos**

corresponde a productos diseñados para ser aplicados como envolventes o fachadas de uso exterior

3.11**planchas de uso arquitectónico**

corresponde a las planchas de revestimiento sin exigencias de resistencia al viento u otras cargas laterales. En ningún caso se incluye el uso como cubiertas o planchas fabricados de materia prima de ancho superior a 607 mm.

3.12**tipo de producto**

representa el par ordenado "Producto, Fabricante"

3.13**laboratorio acreditado**

se refiere a laboratorios debidamente acreditados en Chile según la reglamentación vigente

3.14**profesional competente**

el arquitecto, ingeniero civil, ingeniero constructor o constructor civil, a quienes, dentro de sus respectivos ámbitos de competencia, les corresponda efectuar las tareas u obras a que se refiere la Ley General de Urbanismo y Construcciones y la presente Ordenanza

4 Composición Química**4.1 Metal base**

El acero base debe ser de calidad estructural SS grado 255 o superior según ASTM A792M y ASTM A653M (grado 37 según ASTM A792 y ASTM A653). Y su composición química debe cumplir con los requisitos de Tabla 1.

Tabla 1 – Composición química SS Grado 255, en % máximo para cada elemento (producto o colada)

Designación	C	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	V	Cb	Ti
SS Grado 255	0,20	1,35	0,10	0,040	0,25	0,20	0,15	0,06	0,008	0,008	0,025

NOTA Los valores indicados en esta tabla corresponden a lo indicado en ASTM 792M y ASTM A653.

NOTA Los métodos, prácticas y terminología relacionadas con el análisis químico deben estar de acuerdo con lo establecido en ASTM A751M.

Para la composición química de las calidades superiores ver las normas de referencia indicadas.

4.2 Recubrimiento metálico

4.2.1 En el caso de un acero galvanizado, el baño metálico utilizado en la línea continua del proceso de galvanizado en caliente no debe contener menos del 99% de zinc.

4.2.2 En el caso de un acero 55% aluminio-zinc, el recubrimiento metálico debe tener una composición nominal de 55% de aluminio, 1,6% de silicio y el porcentaje restante en zinc.

5 Requisitos mecánicos

5.1 Metal base

El acero base debe ser de calidad estructural SS grado 255 o superior según ASTM A792M y ASTM A653M (grado 37 según ASTM A792 y A653). y sus requisitos mecánicos deben cumplir con Tabla 2.

Tabla 2 – Requisitos mecánicos SS Grado 255

Designación	Tipo o Grado	Fluencia (mín.) MPa	Resistencia a la tracción(mín.) MPa	Alargamiento 50 mm, % (mín.)	Razón doblado mandril/espesor (sin grietas)
Estructural	SS grado 255	255	360	18	2,0

NOTA Los valores indicados en esta tabla corresponden a lo indicado en ASTM 792M-09 y ASTM A653M-09 y se ajustaran a la última versión de las normas indicadas.

Para los requisitos mecánicos de las calidades superiores ver las normas de referencia indicadas.

6 Recubrimientos

6.1 Para el uso en techumbres y revestimientos, el recubrimiento mínimo nominal a emplear debe ser de 275 g/m² de zinc (Z275) o 150 g/m² de 55 % aluminio-zinc (AZM150) indicados en Tabla 3.

Tabla 3 – requerimientos mínimos de la masa del recubrimiento

Material	Ensayo triple medida (triple spot test)		Ensayo de una medida
	Total ambas caras (g/m ²)	Una cara (g/m ²)	Total ambas caras (g/m ²)
Galvanizado Z275	275	94	235
55% Al - Zn	150	52	130

NOTA 1 Debido a la variabilidad propia del proceso de recubrimiento continuo, el peso del recubrimiento no siempre está dividido en partes iguales en ambas caras del acero, como también no está igualmente distribuido de borde a borde. Sin embargo, normalmente se puede esperar que no menos del 40% del recubrimiento del ensayo de una medida del total de ambas caras sea encontrado en una de las caras.

NOTA 2 Las mediciones de recubrimiento deben ser efectuadas de acuerdo con los requerimientos de TM A924M y ASTM A90M.

NOTA 3 Las mediciones del espesor de recubrimiento realizadas por el Método Magnético, de acuerdo con ASTM B499-09 (Reapproved 2014), serán consideradas sólo como valores referenciales para uso durante el control del proceso. En ningún caso se considera suficiente para obtener la aprobación del cumplimiento de la masa de recubrimiento.

6.2 Por acuerdo especial entre proveedor y cliente se pueden suministrar planchas con otros recubrimientos de igual o superior calidad.

6.3 La elección del recubrimiento deberá considerar los agentes externos existentes en la ubicación de cada obra.

7 Tolerancias dimensionales

7.1 La forma de las planchas conformadas de acero recubiertas debe ser rectangular, sin torceduras y con acanaladuras uniformes y paralelas a uno de sus lados y cumplir con las tolerancias dimensionales de las geometrías de las planchas indicadas en esta norma.

7.2 Los requisitos para el ancho, largo, cámbier, escuadría, ondulación y recubrimiento de la materia prima deben cumplir con lo indicado en NCh222, para el espesor debe cumplir con Tabla 4.

Tabla 4 – Espesores nominales y tolerancias de las planchas lisas recubiertas

Espesor nominal para anchos menores a 1500 [mm]	Tolerancias sobre espesor mínimo		Tolerancias sobre espesor nominal	
0,30 - 0,40	+	0,08	±	0,04
0,41 - 1,00	+	0,10	±	0,05
1,01 - 1,50	+	0,13	±	0,07
1,51 - 2,00	+	0,15	±	0,08
2,01 - 2,50	+	0,20	±	0,10
2,51 - 5,00	+	0,34	±	0,17
Espesor nominal para anchos sobre 1501 [mm]	Tolerancias sobre espesor mínimo		Tolerancias sobre espesor nominal	
0,30 - 0,40	+	0,08	±	0,04
0,41 - 1,00	+	0,10	±	0,05
1,01 - 1,50	+	0,13	±	0,07
1,51 - 2,00	+	0,15	±	0,08
2,01 - 2,50	+	0,23	±	0,12
2,51 - 5,00	+	0,34	±	0,17

7.3 Las planchas conformadas de acero recubiertas deben cumplir con las dimensiones y tolerancias indicadas en la siguiente tabla y en Figuras 1, 2, 3, 4 y 5.

Tabla 5 – Dimensiones de las planchas, mm

Producto	ONDA								PANEL							
	Altura		Separación de ondas/trapezios		Cota superior trapecio		Cota inferior trapecio		Avance útil		Ancho total		Traslape superior		Traslape inferior	
	h	±Δh	s	±Δs	b	±Δb	c	±Δc	u	±Δu	a	±Δa	i	±Δi	d	±Δd
Ondulado 18	18	2	76,2	2					762	6	840	6				
Ondulado 14	14	2	76,9	2					1 000	6	1 132	6				
Plancha frisos	5	10	205	2					820	4	890	5				
Plancha trapecios	4	49	333,3	3	30	2	95	3	1 000	6			27	4	15	3
Plancha trapecios	6	49	174-194	3	29	3	96	3	910	6			20	4	15	3

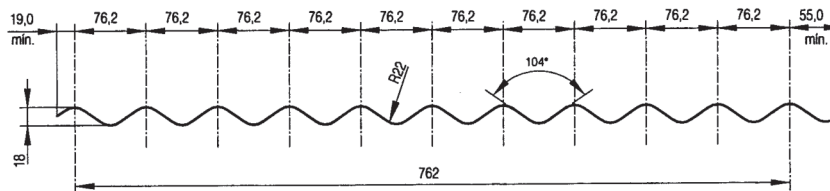


Figura 1 – Ondulado 18



7.4 Los espesores nominales totales de los productos considerados en esta norma son los siguientes:

Tabla 6 – Espesor nominal de las planchas, mm

Producto	Espesores [mm]					
	0,0	0,35	0,40	0,50	0,60	0,80
Ondulado 18	X	X	X	X		
Ondulado 14				X	X	X
Panel 5 frisos	X	X	X	X		
Panel 4 trapecios			X	X	X	X
Panel 6 trapecios			X	X	X	X

7.5 Los largos comerciales de los productos considerados en esta norma son los siguientes:

Tabla 7 – Largos comerciales de los productos, mm

Producto	Largos [mm]					
	2 000	2 500	3 000	3 500	3 660	A pedido
Ondulado 18	X	X	X		X	
Ondulado 14	X	X	X	X		
plancha 5 frisos	X	X	X	X		
plancha 4 trapecios						X
plancha 6 trapecios						X

7.6 Por acuerdo entre proveedor y cliente se pueden suministrar planchas de otras dimensiones.

7.7 Las tolerancias de los largos son las indicadas en Tabla 8:

Tabla 8 – Largo y tolerancia, sólo positiva, mm

Largo de la plancha	Tolerancia
300 - 600	6
601 - 900	6
901 - 1 500	6
1 501 - 3 000	20
3 001 - 4 000	35
4 001 - 5 000	35
5 001 - 6 000	35
6 001 y más	45

8 Productos de otras geometrías

Geometrías diferentes a las específicamente indicadas en este documento se deben acoger a esta norma en los aspectos relacionados con el producto, cumpliendo los requerimientos y propiedades asociadas en los formatos usados en este documento a excepción de las propiedades estructurales las que se deberán desarrollar caso a caso por un profesional competente siguiendo la metodología indicada en Anexo D de esta norma.

9 Marcado

9.1 Cada plancha debe llevar inscrita en forma indeleble, con tinta u otro método que proporcione una escritura fácilmente legible a primera vista, una marca compuesta por letras y/o números que represente:

- Nombre del fabricante o importador.
- Nombre comercial del producto.
- Designación producto según NCh223.
- Espesor nominal.
- Tipo de recubrimiento.
- Código de trazabilidad (colada, número de lote, fecha, etc.).
- País de fabricación del producto terminado.

9.2 Para el marcado de lotes y bultos de las planchas, estas deben ser inscritas en una tarjeta firmemente adherida a cada bulto o rollo en la que constarán a lo menos nombre del fabricante, nombre comercial del producto, referencia a esta norma, espesor nominal.

9.3 Código de barra: además de los requisitos establecidos en 9.1, el fabricante tendrá la opción de usar el código de barras como un método de identificación complementaria.

Anexo A (normativo)

Sistemas de muestreos y ensayos para certificación

A.1 Certificación

La certificación debe ser otorgada por organismos certificación de productos acreditados por la reglamentación vigente y los ensayos deben ser realizados por laboratorios de ensayo acreditados.

A.2 Certificación de tipo

Para la certificación de Tipo, se deberán efectuar todos los análisis y/o ensayos establecidos en la norma. Se deberá ensayar a lo menos una (1) unidad del producto, representativa por familia para lo cual se debe considerar el de menor espesor de cada fabricante o importador.

La certificación de tipo no constituye una certificación de lotes o partidas y debe ser complementado con lo indicado en cláusula A.3 de esta norma.

A.3 Certificación de lotes

a) Ensayos de Lotes.

Para la evaluación de conformidad es condición necesaria efectuar todos los análisis y/o ensayos establecidos los puntos 4, 5, 6, 7, 8 y 9 de esta norma.

b) Clasificación de los defectos.

La clasificación de los defectos se deberá efectuar de acuerdo con los ensayos indicados en tabla del Anexo C de esta norma.

c) Extracción de muestras

Metal Base

Los planes de muestreo especificados a continuación y los tipos de ensayos a realizar se deben seguir de acuerdo con Tabla A.1:

Tabla A.1 - Muestreo para el acero usado para la fabricación de planchas conformadas en frío

Tamaño del Lote N (ton)	Tipo de ensayos	
	Análisis químico del producto	Ensayo de tracción
N ≤ 20 ton	1 muestra	1 muestra
N > 20 ton	1 muestras por cada 20 ton, y por cada fracción	1 muestra por cada 20 ton y por cada fracción

Recubrimiento y Tolerancias Dimensionales en producto terminado

Para certificación de lotes, los planes de muestreo se deben ceñir a lo establecido en NCh44 con:

- AQL 4 y Nivel de inspección S-3 para verificación de cumplimiento con los requisitos de Recubrimiento y Tolerancias Dimensional.

A.4 Aceptación y rechazo

A.4.1 Si el material no cumple con uno o más de los requisitos de esta norma se permiten efectuar un re muestreo, verificando sólo el o los ensayos que no cumplieron con lo estipulado. Para lo anterior se debe tomar el doble de muestras que en el muestreo normal y todas las probetas deben cumplir con la norma para que el lote se considere aprobado. Opcionalmente, el material rechazado como lote por Control Dimensional se puede volver a muestrear, después que el fabricante o importador revise y separe pieza a pieza en forma individual.

A.4.2 No obstante lo anterior, en caso que una probeta muestre una falla localizada, la cual es claramente ajena al desempeño del resto, esta probeta puede ser reemplazada por otra.

A.4.3 Si las probetas re-ensayadas de un lote, partida o importación no cumplen con alguno de los requisitos de esta norma el lote queda rechazado.

Anexo B (informativo)

Tablas de carga

B.1 Plancha Ondulado 18/76,2

SOBRECARGAS ADMISIBLES kg/m ² : Panel ondulado 18 mm x 76,2 mm, espesor 0,30 mm														
N°	DISTANCIA ENTRE COSTANERAS [m]													
TRAMOS	0,75	0,80	0,90	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50	1,60	1,70	1,80	1,90	2,00
1	188	154	107	78	58	44	34	26	21	17	13	11	9	7
2	244	214	153	111	83	63	49	39	31	25	20	17	14	11
3 o más	248	204	142	103	77	58	45	36	28	23	19	15	13	10

SOBRECARGAS ADMISIBLES kg/m ² : Panel ondulado 18 mm x 76,2 mm, espesor 0,35 mm														
N°	DISTANCIA ENTRE COSTANERAS [m]													
TRAMOS	0,75	0,80	0,90	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50	1,60	1,70	1,80	1,90	2,00
1	231	189	132	95	71	54	42	33	26	21	17	14	11	9
2	298	262	188	136	102	77	60	48	38	31	25	21	17	14
3 o más	304	250	175	126	94	72	56	44	35	28	23	19	16	13

SOBRECARGAS ADMISIBLES kg/m ² : Panel ondulado 18 mm x 76,2 mm, espesor 0,40 mm														
N°	DISTANCIA ENTRE COSTANERAS [m]													
TRAMOS	0,75	0,80	0,90	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50	1,60	1,70	1,80	1,90	2,00
1	274	225	157	113	84	64	49	39	31	25	20	16	13	11
2	353	310	223	162	121	92	72	56	45	37	30	25	20	17
3 o más	361	297	207	150	112	85	66	52	42	34	27	23	19	15

SOBRECARGAS ADMISIBLES kg/m ² : Panel ondulado 18 mm x 76,2 mm, espesor 0,50 mm														
N°	DISTANCIA ENTRE COSTANERAS [m]													
TRAMOS	0,75	0,80	0,90	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50	1,60	1,70	1,80	1,90	2,00
1	351	288	201	145	108	82	63	50	40	32	26	21	17	14
2	450	395	286	207	155	118	92	73	58	47	38	32	26	22
3 o más	463	380	266	192	143	109	85	67	54	43	35	29	24	20

Sobrecarga sin reducción para uso en cubiertas: 100 kg/m² según NCh1537.

Sobrecarga mínima reducida para uso en cubiertas: 30 kg/m² según NCh1537.

No admite tránsito peatonal directo sobre la plancha.

B.2 Plancha Ondulado 14/76,9

SOBRECARGAS ADMISIBLES kg/m ² : Panel ondulado 14 mm x 76,9 mm, espesor 0,50 mm														
N° TRAMOS	DISTANCIA ENTRE COSTANERAS [m]													
	0,75	0,80	0,90	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50	1,60	1,70	1,80	1,90	2,00
1	188	154	107	77	56	42	32	25	19	15	12	9	7	5
2	268	220	153	110	82	62	48	37	29	23	19	15	12	10
3 o más	249	204	142	102	76	57	44	34	27	21	17	14	11	9

SOBRECARGAS ADMISIBLES kg/m ² : Panel ondulado 14 mm x 76,9 mm, espesor 0,60 mm														
N° TRAMOS	DISTANCIA ENTRE COSTANERAS [m]													
	0,75	0,80	0,90	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50	1,60	1,70	1,80	1,90	2,00
1	234	192	133	96	70	53	40	31	24	19	15	12	9	7
2	334	274	191	138	102	77	60	47	37	29	23	19	15	12
3 o más	310	254	177	127	94	71	55	43	34	27	21	17	14	11

SOBRECARGAS ADMISIBLES kg/m ² : Panel ondulado 14 mm x 76,9 mm, espesor 0,80 mm														
N° TRAMOS	DISTANCIA ENTRE COSTANERAS [m]													
	0,75	0,80	0,90	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50	1,60	1,70	1,80	1,90	2,00
1	327	268	186	133	98	74	57	44	34	27	21	17	13	10
2	466	382	266	192	142	108	83	65	52	41	33	27	22	17
3 o más	432	355	247	178	132	100	77	60	47	38	30	24	19	16

Sobrecarga sin reducción para uso en cubiertas: 100 kg/m² según NCh1537.

Sobrecarga mínima reducida para uso en cubiertas: 30 kg/m² según NCh1537.

No admite tránsito peatonal directo sobre la plancha.

B.3 Plancha 5 Frisos 10/205

SOBRECARGAS ADMISIBLES kg/m²: Panel 5 frisos 10 mm x 205 mm, espesor 0,30 mm												
N° TRAMOS	DISTANCIA ENTRE COSTANERAS [m]											
	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50
1	136	78	44	27	17	11	7	5	3	2	1	0
2	127	80	55	39	25	17	12	8	6	4	3	2
3 o más	136	83	57	36	23	16	11	7	5	3	2	1

SOBRECARGAS ADMISIBLES kg/m ² : Panel 5 frisos 10 mm x 205 mm, espesor 0,35 mm													
N° TRAMOS	DISTANCIA ENTRE COSTANERAS [m]												
	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50	
1	170	101	57	35	22	15	10	7	4	3	2	1	
2	159	101	69	50	33	22	15	11	8	5	4	2	
3 o más	165	105	72	47	30	20	14	10	7	5	3	2	

SOBRECARGAS ADMISIBLES kg/m ² : Panel 5 frisos 10 mm x 205 mm, espesor 0,40 mm													
N°	DISTANCIA ENTRE COSTANERAS [m]												
TRAMOS	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50	
1	203	125	71	43	28	19	13	9	6	4	2	1	
2	192	122	83	60	41	28	19	14	10	7	5	3	
3 o más	199	126	87	58	38	26	18	12	9	6	4	3	

Sobrecarga sin reducción para uso en cubiertas: 100 kg/m² según NCh1537.

Sobrecarga mínima reducida para uso en cubiertas: 30 kg/m² según NCh1537.

No admite tránsito peatonal directo sobre la plancha.

B.4 Plancha 4 Trapecios 50/333

SOBRECARGAS ADMISIBLES kg/m ² : Panel 4 trapecios 50 mm x 333 mm, espesor 0,40 mm														
N°	DISTANCIA ENTRE COSTANERAS [m]													
TRAMOS	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00
1	533	298	189	130	95	72	56	45	36	27	20	15	12	9
2	697	391	249	171	125	95	74	59	48	39	30	23	18	14
3 o más	667	374	238	164	119	91	71	57	46	36	28	21	17	13

SOBRECARGAS ADMISIBLES kg/m ² : Panel 4 trapecios 50 mm x 333 mm, espesor 0,50 mm														
N°	DISTANCIA ENTRE COSTANERAS [m]													
TRAMOS	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00
1	774	433	276	190	138	105	82	65	51	38	29	22	17	13
2	1 013	568	362	250	182	138	108	87	71	56	43	34	26	21
3 o más	969	543	346	239	174	132	103	83	68	52	40	31	24	19

SOBRECARGAS ADMISIBLES kg/m ² : Panel 4 trapecios 50 mm x 333 mm, espesor 0,60 mm														
N°	DISTANCIA ENTRE COSTANERAS [m]													
TRAMOS	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00
1	1 085	608	387	267	195	148	115	91	67	50	38	29	23	18
2	1 419	796	507	350	256	195	153	123	97	73	56	44	35	28
3 o más	1 358	761	485	335	245	186	146	117	90	68	52	41	32	25

SOBRECARGAS ADMISIBLES kg/m ² : Panel 4 trapecios 50 mm x 333 mm, espesor 0,80 mm														
N°	DISTANCIA ENTRE COSTANERAS [m]													
TRAMOS	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00
1	1 654	927	590	408	298	226	177	133	98	74	56	43	34	27
2	1 908	1 070	682	471	344	262	205	165	135	107	83	65	51	41
3 o más	1 980	1 110	708	489	357	272	213	171	131	99	76	60	47	37

Sobrecarga sin reducción para uso en cubiertas: 100 kg/m² según NCh1537.

Sobrecarga mínima reducida para uso en cubiertas: 30 kg/m² según NCh1537.

No admite tránsito peatonal directo sobre la plancha.

B.5 Plancha 4 Trapecios 50/333 – Succión

SOBRECARGAS SUCCIÓN kg/m ² : Panel 4 trapecios 50 mm x 333 mm, espesor 0,40 mm														
N° TRAMOS	DISTANCIA ENTRE COSTANERAS [m]													
	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00
1	798	447	285	197	144	98	68	49	36	27	20	15	12	9
2	533	298	189	130	95	72	56	45	36	30	25	21	18	14
3 o más	553	309	197	135	98	75	58	46	38	31	26	21	17	13

SOBRECARGAS SUCCIÓN kg/m ² : Panel 4 trapecios 50 mm x 333 mm, espesor 0,50 mm														
N° TRAMOS	DISTANCIA ENTRE COSTANERAS [m]													
	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00
1	1 202	674	430	297	212	140	97	70	51	38	29	22	17	13
2	774	433	276	190	138	105	82	65	53	44	37	31	26	21
3 o más	803	450	286	197	144	109	85	68	55	46	38	31	24	19

SOBRECARGAS SUCCIÓN kg/m ² : Panel 4 trapecios 50 mm x 333 mm, espesor 0,60 mm														
N° TRAMOS	DISTANCIA ENTRE COSTANERAS [m]													
	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00
1	1 468	824	525	363	265	183	127	91	67	50	38	29	23	18
2	1 085	608	387	267	195	148	115	92	75	62	52	44	35	28
3 o más	1 126	631	402	277	202	153	120	96	78	65	52	41	32	25

SOBRECARGAS SUCCIÓN kg/m ² : Panel 4 trapecios 50 mm x 333 mm, espesor 0,80 mm														
N° TRAMOS	DISTANCIA ENTRE COSTANERAS [m]													
	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00
1	1 908	1 070	682	471	344	262	185	133	98	74	56	43	34	27
2	1 654	927	590	408	298	226	177	142	116	96	81	65	51	41
3 o más	1 716	962	613	423	309	235	184	147	121	99	76	60	47	37

Sobrecarga sin reducción para uso en cubiertas: 100 kg/m² según NCh1537.

Sobrecarga mínima reducida para uso en cubiertas: 30 kg/m² según NCh1537.

No admite tránsito peatonal directo sobre la plancha.

B.6 Plancha 6 Trapecios 50/174

SOBRECARGAS ADMISIBLES kg/m ² : Panel 6 trapecios 50 mm x 174 mm, espesor 0,50 mm														
N° TRAMOS	DISTANCIA ENTRE COSTANERAS [m]													
	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00
1	1261	707	451	311	227	163	113	81	60	45	34	26	20	16
2	1098	615	392	271	197	150	117	94	77	64	50	39	31	25
3 o más	1139	638	407	281	205	156	122	98	80	60	46	36	28	23

SOBRECARGAS ADMISIBLES kg/m ² : Panel 6 trapecios 50 mm x 174 mm, espesor 0,60 mm														
N°	DISTANCIA ENTRE COSTANERAS [m]													
TRAMOS	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00
1	1 688	947	604	417	305	213	148	106	78	59	45	35	27	21
2	1 468	823	524	362	264	201	158	126	103	86	66	52	41	33
3 o más	1 523	854	544	376	275	209	164	131	105	79	61	48	38	30

SOBRECARGAS ADMISIBLES kg/m ² : Panel 6 trapecios 50 mm x 174 mm, espesor 0,80 mm														
N°	DISTANCIA ENTRE COSTANERAS [m]													
TRAMOS	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00
1	2 542	1 426	910	629	460	314	218	157	116	87	67	52	41	32
2	2 308	1 295	826	571	417	317	249	200	164	127	98	77	61	49
3 o más	2 394	1 343	857	592	433	330	259	208	155	117	90	71	56	45

Sobrecarga sin reducción para uso en cubiertas: 100 kg/m² según NCh1537.

Sobrecarga mínima reducida para uso en cubiertas: 30 kg/m² según NCh1537.

B.7 Plancha 6 Trapecios 50/174 – Succión

SOBRECARGAS SUCCIÓN kg/m ² : Panel 6 trapecios 50 mm x 174 mm, espesor 0,50 mm														
N°	DISTANCIA ENTRE COSTANERAS [m]													
TRAMOS	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00
1	1 098	615	392	271	197	150	113	81	60	45	34	26	20	16
2	1 261	707	451	311	227	173	136	109	87	65	50	39	31	25
3 o más	1 309	734	468	323	236	180	141	108	80	60	46	36	28	23

SOBRECARGAS SUCCIÓN kg/m ² : Panel 6 trapecios 50 mm x 174 mm, espesor 0,60 mm														
N°	DISTANCIA ENTRE COSTANERAS [m]													
TRAMOS	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00
1	1 468	823	524	362	264	201	148	106	78	59	45	35	27	21
2	1 688	947	604	417	305	232	182	146	113	86	66	52	41	33
3 o más	1 751	982	626	433	317	241	189	142	105	79	61	48	38	30

SOBRECARGAS SUCCIÓN kg/m ² : Panel 6 trapecios 50 mm x 174 mm, espesor 0,80 mm														
N°	DISTANCIA ENTRE COSTANERAS [m]													
TRAMOS	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00
1	2 308	1 295	826	571	417	314	218	157	116	87	67	52	41	32
2	2 542	1 426	910	629	460	350	275	221	167	127	98	77	61	49
3 o más	2 637	1 480	944	653	478	364	286	209	155	117	90	71	56	45

Sobrecarga sin reducción para uso en cubiertas: 100 kg/m² según NCh1537.

Sobrecarga mínima reducida para uso en cubiertas: 30 kg/m² según NCh1537.

Anexo C (normativo)

Tabla clasificación de defectos

Rechazo					
Ítem	Descripción/Impacto	SI/NO	Procedimiento	Criterio de rechazo/aceptación	Comentario
1	Puntos sin recubrimiento	SI	Inspección a simple vista y algunas veces, si son pocos puntos, con ayuda de aparatos ópticos.	Si área sin recubrimiento de un punto supera 1 mm ² y adicionalmente tiene una frecuencia de aparición sobre la superficie mayor a 20 puntos por m ² .	Ver Nota 4
2	Punturas, Marcas o manchas superficiales	SI	Colocar plancha a 6 metros de distancia, inclinada en 60° con respecto a la horizontal. Inspección debe realizarse con luz natural.	Si manchas, quiebres o marcas superficiales son visibles se rechaza.	
3	Oxido superficial	SI	Inspección a simple vista.	Si es visible, ya sea de color blanco o negro, se rechaza.	Ver Nota 5
4	Desprendimiento de recubrimiento	SI	Inspección a simple vista.	El desprendimiento debe dejar a la vista el acero base. Si existen fisuras sin desprendimiento no es causal de rechazo.	Ver Nota 6
5	Abollado orilla	SI		Se acepta cuando se da un traslapeo seguro, libre de filtraciones de agua. La apariencia estética debe ser evaluada antes del montaje de acuerdo con el uso final del producto.	
6	Alas de largo inferior a lo especificado	SI		Se rechaza si no cumple el largo por norma	
7	Exceso de descuadre en corte	SI	Colocar el producto sobre una superficie horizontal plana. Medir la longitud de las diagonales del producto D.1 y D.2. Medir el ancho total del producto A.	Se rechaza si se cumple: ID.1-D.2/ > A/100	Ver Nota 7
8	Acinturamiento del panel/Dificulta el montaje y aumenta riesgo de filtración en la parte central del panel	SI		Debe cumplir con traslapeo mínimo exigido para cada producto.	
9	Diferencias de brillo o tamaño de flor	NO			Ver Nota 8

NOTA 1 Estos defectos pueden y se deben verificar al momento de la entrega del suministro o previo al montaje.

NOTA 2 Transporte y Almacenamiento del producto en obra se debe realizar según instrucciones del fabricante.

NOTA 3 Cualquier otro defecto no incluido en esta tabla no se considera causal de rechazo a menos que sea previamente acordado como requisito entre proveedor y cliente.

NOTA 4 Puntos o zonas de la chapa sin recubrimiento de zinc o zincalum, que dejan el acero base al descubierto. Estos defectos se pueden presentar dispersos en toda la superficie o concentrados con mayor intensidad en distintas zonas de la misma.

NOTA 5 Se debe descartar como causa la adherencia de partículas externas a la plancha que se hayan depositado sobre ellas por ejemplo por corte de otro producto.

NOTA 6 Desprendimiento parcial del recubrimiento de zinc o zincalum en ciertas zonas que son sometidas a doblado. Para poner en evidencia este defecto se puede realizar un ensayo de doblado considerando que el radio de doblado debe ser 2 veces el espesor del producto.

NOTA 7 Corresponde a 50% de exigencia de ASTM A 924M.

NOTA 8 Es normal por el proceso de manufactura de los aceros recubiertos que se presenten diferencias de brillo y tamaño de la flor del zinc y zincalum.

Anexo D (informativo)

Formulación Analítica de Tablas de Carga

D.1 Propiedades de la sección transversal

Dado que se trata de bajos espesores, el cálculo estructural debe considerar las propiedades efectivas de la sección una vez que se han descontado los segmentos que han experimentado inestabilidades locales (pandeos). Para ello se utiliza la formulación de la normativa AISI que plantea un modelo de cálculo de las “propiedades efectivas” mediante la determinación de “anchos efectivos” en torno a zonas que no presentan inestabilidad (factor p), que son típicamente las esquinas y zonas atiesadas.

Dado que las zonas pandeadas dependen de las tensiones de trabajo en compresión, el cálculo de las propiedades efectivas requiere de un proceso iterativo hasta lograr la convergencia entre las secciones y las tensiones de pandeo. Una vez que se ha determinado la geometría que logra la convergencia, se procede a calcular las propiedades efectivas de la sección, Inercia y Módulo Resistente. Dado que los perfiles no son siempre simétricos, para solicitaciones en la dirección contraria el proceso se debe repetir considerando las zonas comprimidas al lado opuesto del eje neutro. De esta forma se obtienen las siguientes propiedades efectivas:

- I Inercia de la sección efectiva, para cálculo de deformaciones;
- S_{inf}^{+} Módulo resistente efectivo inferior, considerando tracción en la fibra inferior;
- S_{sup}^{+} Módulo resistente efectivo superior, considerando tracción en la fibra inferior;
- S_{inf}^{-} Módulo resistente efectivo inferior, considerando compresión en la fibra inferior;
- S_{sup}^{-} Módulo resistente efectivo superior, considerando compresión en la fibra inferior.

D.2 Verificación de tensiones y deformaciones

Por otra parte, las tensiones y deformaciones máximas se determinan según la condición de apoyo del panel analizado, considerando alternancia de sobrecarga en tramos adyacentes, de acuerdo con expresiones que se indican a continuación:

Posición de la plancha: Horizontal en posición estándar.

Orientación de la carga: Carga sobre el tramo contra el panel.

Tensión admisible: $0,6 f_y$

Deformación máxima: $L/200$

- a) plancha de 1 tramo, simplemente apoyado

$$M_{m\acute{a}x.}^+ = \frac{qL^2}{8} \text{ luego } q_M = \frac{4,8f_y S}{L^2}$$

$$\delta_{m\acute{a}x.} = \frac{5qL^4}{384EI} = \frac{L}{200} \text{ luego } q_\delta = \frac{384EI}{1\,000L^3}$$

- b) plancha de 2 tramos continuos:

$$\text{Sobrecarga alternada } M_{m\acute{a}x.}^+ = \frac{49qL^2}{512} \text{ luego } q_M^+ = \frac{6,269f_y S}{L^2}$$

$$\text{Sobrecarga continua } M_{m\acute{a}x.}^- = \frac{qL^2}{8} \text{ luego } q_M^- = \frac{4,8f_y S}{L^2}$$

$$\text{Sobrecarga alternada } \delta_{m\acute{a}x.} = \frac{0,0092qL^4}{EI} = \frac{L}{200} \text{ luego } q_\delta = \frac{EI}{1,84L^3}$$

- c) plancha de 3 tramos continuos:

$$\text{Sobrecarga alternada } M_{m\acute{a}x.}^+ = \frac{qL^2}{10} \text{ luego } q_M^+ = \frac{6,0f_y S}{L^2}$$

$$\text{Sobrecarga continua } M_{m\acute{a}x.}^- = 0,1\,205qL^2 \text{ luego } q_M^- = \frac{4,979f_y S}{L^2}$$

$$\text{Sobrecarga alternada } \delta_{m\acute{a}x.} = \frac{0,0099qL^4}{EI} = \frac{L}{200} \text{ luego } q_\delta = \frac{EI}{1,98L^3}$$

Debido a la asimetría de las propiedades efectivas las expresiones anteriores se deben evaluar en ambas fibras, traccionada y comprimida, para el caso de momento positivo y negativo, obteniendo cuatro valores de carga admisible por resistencia y un valor de carga controlado por deformaciones. La carga que satisface todas condiciones será entonces la menor de ellas:

$$\text{Carga admisible } q_M = \text{Min.}\{q_M^+; q_M^-; q_\delta\}$$

Luego la sobrecarga admisible se obtiene restando el peso propio del panel:

$$\text{Sobrecarga admisible } q_{SCM} = q - q_{PP}$$

Para el caso de cargas de succión la formulación es la misma excepto que deben invertirse las propiedades efectivas de la plancha en el tramo libre y en los apoyos.

El análisis realizado por flexión considera que la geometría de la plancha experimenta mínimas alteraciones en su geometría, a excepción de las relacionadas con pandeos locales, siendo una hipótesis que depende de la forma en que se aplica la carga uniforme y de la fijación de la plancha a la estructura soportante.

No obstante, para instalaciones tradicionales las sobrecargas determinadas por esta metodología son bastante certeras respecto al comportamiento esperado de las planchas puesto que las condiciones que normalmente controlan el diseño, viento, nieve o sobrecarga de uso son asimilables a cargas uniformemente distribuidas sin efectos locales. Para el caso de sobrecargas especiales, cuya aplicación pudiera tener efectos locales sobre la geometría del panel, se debe realizar un análisis caso a caso de acuerdo con la naturaleza del fenómeno.

De igual forma para evaluar el comportamiento ante esfuerzos de corte, sollicitaciones axiales o acciones combinadas, se debe realizar un análisis particular para cada aplicación.

La metodología y las expresiones anteriores son generales y pueden ser utilizadas para elaborar las Tablas de Carga de cualquier otro panel, bastando para ello conocer las propiedades efectivas de la sección transversal sometida a flexión.

Anexo E (informativo)

Ensayo de rigidez en terreno

El ensayo consiste en la determinación de la deflexión de la plancha sometida a cargas de peso propio. Para tales efectos, se procederá de la siguiente forma:

- Una plancha representativa de la partida en cuestión se instalará simplemente apoyado en forma horizontal sobre dos bases de madera de 4" x 4" distanciadas a 3 000 mm o más.
- Se dispondrá por sobre la plancha una lienza que irá de extremo a extremo, y que servirá como punto de referencia para determinar la deflexión en el punto medio de la luz libre.
- Se documentará mediante registro fotográfico tanto la disposición de la plancha como la flecha determinada con respecto a la lienza.
- Procederá luego la comparación de la flecha experimental con la flecha teórica para determinar la desviación entre ambas magnitudes.
- Se considerará causal de rechazo cuando la flecha experimental supere en un 25% la flecha teórica, configurándose la condición de plancha insuficientemente rígido.

Anexo F (informativo)

Información del producto

Para describir de manera adecuada el producto requerido, las solicitudes deben contener al menos la siguiente información:

- Nombre de la plancha según esta norma.
- Tipo y designación del recubrimiento (zinc o 55% aluminio-zinc, ver Tabla 3).
- Espesor nominal.
- Ancho útil (en mm, en el caso de los productos de geometría especial).
- Largo unitario de cada plancha (en mm).
- Cantidad de planchas (unidades).
- Designación de NCh223 y año de emisión.
- Otras especificaciones si aplica (requerimientos especiales de uso final, embalaje, separación de bultos, orden de prioridad, etc.).

Anexo G (informativo)

Productos conformados

G.1 Las capacidades estructurales de los productos se muestran en las tablas de carga incluidas en Anexo B de esta norma y la metodología de cálculo se indica en Anexo D.

G.1.1 Para garantizar una rigidez compatible con las exigencias establecidas en las tablas de carga indicadas en la presente norma, las planchas deben cumplir tanto con los requisitos de espesor como con las restricciones geométricas indicadas en cláusula 9.

G.1.2 Durante el montaje se considerará que se cumplen adecuadamente los requisitos de resistencia y rigidez exigibles por la presente norma, y que por tanto se satisfacen las condiciones de carga presentadas en las tablas del Anexo B cuando las planchas inspeccionadas satisfagan los requerimientos indicados en 7.1 y cláusula 9 de esta. En caso contrario, dicha entidad podrá solicitar la realización de un ensayo de rigidez, según se detalla en Anexo E.

Anexo H (informativo)

Empaque, carga, transporte y almacenamiento

El empaque, carga, transporte y almacenamiento de las planchas, debe satisfacer las normativas y leyes nacionales vigentes.

H.1 Empaque

Las planchas deberán ser enzunchadas de acuerdo con Tabla H.1 y Figura H.1 que nos muestra el número de zunchos por largo según esquema adjunto. Para este caso, el zuncho considerado es de ancho 16 mm en espesor 0,4 o 0,5 mm.

Tabla H.1 – Empaque

Longitud de Panel (mm)	Número de Zunchos	Distancia aproximada entre Zunchos (mm)
2 000	2	700
3 000	2	2 000
4 000	2	2 500
5 000	3	1 460
6 000	3	1 800
7 000	4	1 600

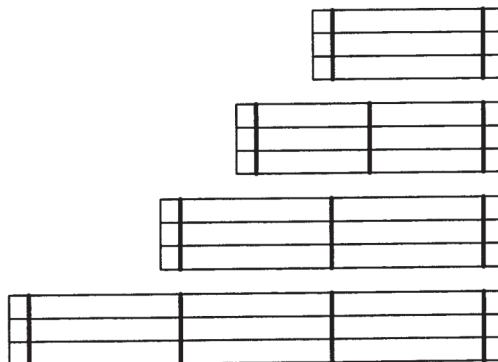


Figura H.1 – Zunchos

Para largos mayores a los indicados, se agregarán zunchos con una distancia aproximada a los 2,5 m entre ellos.

Los zunchos de los extremos se deben ubicar a 50 cm aproximadamente.

Se debe colocar una protección de cartón corrugado entre zuncho y el panel.

Para planchas de stock, entre zunchos y los bordes del bulto se debe poner protección metálica.

H.2 Carga y transporte

La carga y largo máximo permitido según tipo de vehículo que retira se indica en Tabla H.2:

Tabla H.2 – Carga y transporte

Descripción	Carga máxima permitida (kg)	Largo máximo (mts)
Camioneta (500 kg)	500	4
Camión 3/4 (3 500 kg)	3 500	7
Camión (10 ton)	10 000	9
Camión (30 ton)	30 000	10
Camión rampla (30 ton)	30 000	Según especificación rampla (+1,5 mts)

H.3 Almacenamiento

H.3.1 Las planchas fabricadas se deben almacenar bajo techo para protegerse de la humedad.

H.3.2 Las planchas almacenadas en bodegas o patios sin techo se aconsejan dejar con leve inclinación Figura H.2 siguiente:

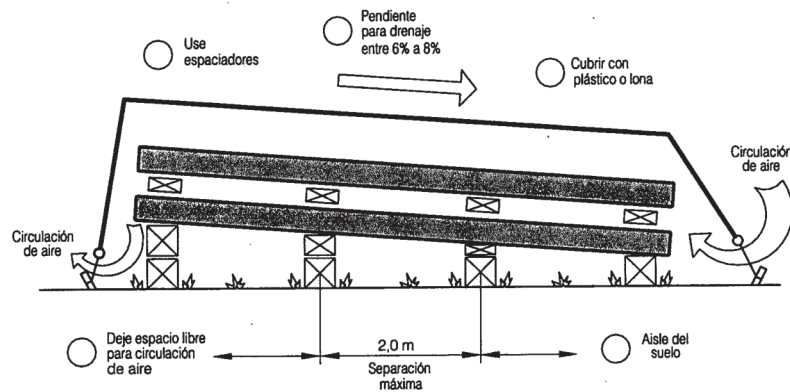


Figura H.2 – Almacenaje de planchas

H.3.3 Todo producto zincalume y galvanizado al ser transportado debe ser cubierto con carpa.

H.3.4 Los productos Ondulado 14, Ondulado 18, plancha 5 frisos, plancha 4 trapecios, plancha 6 trapecios, todos ellos deben ser montados y almacenados sobre apoyos (cuartones de madera), de acuerdo con Tabla H.3 y Figura H.3 que muestra el empaque de largos de plancha y número de apoyos.

Tabla H.3 – Cuartones

Longitud de planchas (mm)	Número de cuartones	Distancia entre cuartones (mm)
Menor a 3 000	2	1 200
3 000	2	1 200
4 000	3	1 700
5 000	3	1 460
6 000	3	1 800
7 000	4	1 600

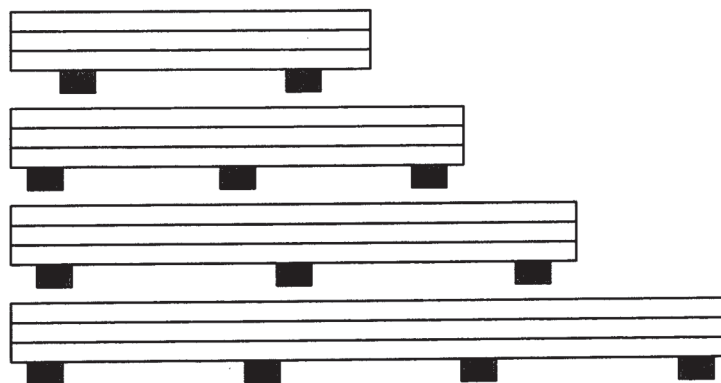


Figura H.3 – Apoyos de apilamiento

Para largos mayores a los indicados, se agregarán cuartones con una distancia aproximada de 2,5 m entre ellos.

Los cuartones deben estar aproximadamente a 50 cm de los extremos.

Al montar más de un paquete de planchas mismo largo se debe procurar que los cuartones coincidan en la misma línea de apoyo.

H.4 Recomendaciones adicionales

- Descargar los materiales cerca de los puntos de utilización.
- Para izar bultos utilice vigas metálicas y eslingas.
- Al utilizar grúa horquilla, se recomienda cubrir sus uñas.

- Los materiales se deben almacenar en una zona plana, cuyo piso no ceda con el peso del material.
- Se pueden acopiar hasta dos bultos de altura.
- El distanciamiento entre apoyos no debe exceder los 2 m.
- Proteja las planchas de partículas incandescentes (u otro tipo).

H.5 Recepción en terreno

Todas las planchas deben estar libre de defectos y tener un buen acabado. Las imperfecciones superficiales visualizadas en las planchas no se consideran necesariamente como defectos, siempre y cuando estén consideradas así en Anexo C de esta norma.

Anexo I
(informativo)

Participantes en elaboración de Norma Chilena NCh223

La Norma Chilena NCh223 ha sido preparada por la División de Normas del Instituto Nacional de Normalización y en su elaboración participaron las personas naturales y organizaciones siguientes:

DECOINSIDE INGENIEROS

INN

MINVU

SODIMAC

Rodrigo Bernier

Felipe Vidal

Paula Olivares

Rodrigo León

Carpintería de aluminio — Puertas y ventanas — Requisitos

Aluminium carpentry — Doors and windows — Requirements

ICS 91.060.50

INSTITUTO NACIONAL
DE NORMALIZACIÓN

Número de referencia
NCh523:2020
12 páginas

© INN 2020

Impreso por: Paula Andrea Olivares Castro (MINVU)

NCh523:2020



DOCUMENTO PROTEGIDO POR COPYRIGHT

© INN 2020

Derechos de autor:

La presente Norma Chilena se encuentra protegida por derechos de autor o copyright, por lo cual, no puede ser reproducida o utilizada en cualquier forma o por cualquier medio, electrónico o mecánico, sin permiso escrito del INN. La publicación en Internet se encuentra prohibida y penada por la ley.

Se deja expresa constancia que en caso de adquirir algún documento en formato impreso, éste no puede ser copiado (fotocopia, digitalización o similares) en cualquier forma. Bajo ninguna circunstancia puede ser revendida. Asimismo, y sin perjuicio de lo indicado en el párrafo anterior, los documentos adquiridos en formato .pdf, tiene autorizada sólo una impresión por archivo, para uso personal del Cliente. El Cliente ha comprado una sola licencia de usuario para guardar este archivo en su computador personal. El uso compartido de estos archivos está prohibido, sea que se materialice a través de envíos o transferencias por correo electrónico, copia en CD, publicación en Intranet o Internet y similares.

Si tiene alguna dificultad en relación con las condiciones antes citadas, o si usted tiene alguna pregunta con respecto a los derechos de autor, por favor contacte la siguiente dirección:

Instituto Nacional de Normalización - INN
Av. Libertador Bernardo O'Higgins 1449, Santiago Downtown Torre 7, piso 18 • Santiago de Chile
Tel. + 56 2 2445 88 00
Correo Electrónico contacto@inn.cl
Sitio Web www.inn.cl
Publicado en Chile

ii

© INN 2020 - Todos los derechos reservados

Impreso por: Paula Andrea Olivares Castro (MINVU)

Contenido

Página

Preámbulo	iv
1 Alcance y campo de aplicación	1
2 Referencias normativas	1
3 Términos, definiciones	2
4 Modulación	4
4.1 Modulación de puertas y ventanas	4
5 Clasificación	5
6 Fabricación	5
6.3 Diseño del perfil (geometría; espesor y momento de inercia)	6
6.4 Clasificación de los perfiles de aluminio	6
7 Requisitos generales	6
7.1 Resistencia al viento	6
7.2 Permeabilidad al aire	7
7.3 Estanquidad al agua	7
8 Resistencia a los esfuerzos de uso	7
9 Terminación	8
10 Quincallería	9
10.1 Aspectos generales	9
10.2 Burletes	9
10.3 Felpas	9
10.4 Selladores	9
11 Instalación de puertas y ventanas en obra	9
12 Marcas	9
13 Certificación	10

Anexos

Anexo A (informativo) Bibliografía	11
Anexo B (informativo) Participantes en elaboración de Norma Chilena NCh523	12

Tablas

Tabla 1 – Clasificación de puertas y ventanas según forma de abrir	5
Tabla 2 – Composición química de aleación de aluminio AA 6063 T 5	5
Tabla 3 – Propiedades físicas de la aleación de aluminio AA 6063 T5	6
Tabla 4 – Clasificación de ventanas según resistencia a la presión de viento	7
Tabla 5 – Ensayos de resistencia a los esfuerzos de uso para los diferentes tipos de elementos	8
Tabla 6 – Espesor de la capa de anodizado	8
Tabla 7 – Requisitos para perfiles electro-pintados	9

NCh523:2020

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 CL034 *Especialidades de la construcción*, para establecer los requisitos que deben cumplir las puertas y ventanas de aluminio para asegurar su adecuado funcionamiento, durabilidad y seguridad para los usuarios.

Por no existir Norma Internacional, en la elaboración de esta norma se ha tomado en consideración la norma NCh523:2017 *Carpintería de aluminio - Puertas y ventanas - Requisitos y antecedentes técnicos* aportados por el Comité.

Los Anexos A y B no forman parte de la norma, se insertan sólo a título informativo.

Esta norma reemplaza a la norma NCh523:2017 *Carpintería de aluminio - Puertas y ventanas - Requisitos* y la deja no vigente técnicamente.

Esta norma ha sido aprobada por el Consejo del Instituto Nacional de Normalización, en sesión efectuada el 28 de agosto de 2020.

Si bien se ha tomado todo el cuidado razonable en la preparación y revisión de los documentos normativos producto de la presente comercialización, INN no garantiza que el contenido del documento es actualizado o exacto o que el documento será adecuado para los fines esperados por el Cliente.

En la medida permitida por la legislación aplicable, el INN no es responsable de ningún daño directo, indirecto, punitivo, incidental, especial, consecuencial o cualquier daño que surja o esté conectado con el uso o el uso indebido de este documento.

Carpintería de aluminio — Puertas y ventanas — Requisitos

1 Alcance y campo de aplicación

1.1 Esta norma establece los requisitos que deben cumplir las puertas y ventanas de aluminio para asegurar su adecuado funcionamiento, durabilidad y seguridad para los usuarios.

1.2 Esta norma se aplica a las puertas y ventanas de aluminio destinadas a uso exterior e interior de casas, edificios residenciales, comerciales, institucionales, educacionales, de salud y otros similares.

1.3 Esta norma no se aplica a puertas de seguridad, a puertas para trabajos pesados no residenciales como las usadas en galpones industriales, fachadas móviles de paso público y/o destinadas al paso de vehículos o animales.

1.4 Esta norma no se aplica a muros cortinas de aluminio, aunque sus elementos móviles o de abrir si deben cumplir los requisitos establecidos en esta norma.

2 Referencias normativas

Los documentos 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).

NCh44, *Inspección por atributos - Tablas y procedimientos de muestreo*.

NCh132, *Vidrios planos - Definiciones y clasificación general*.

NCh446, *Arquitectura y construcción - Puertas y ventanas - Terminología y clasificación*.

NCh888, *Arquitectura y construcción - Ventanas - Requisitos básicos*.

NCh889, *Arquitectura y construcción - Ventanas - Ensayos mecánicos*.

NCh890, *Arquitectura y construcción - Ventanas - Ensayos de resistencia al viento*.

NCh891, *Arquitectura y construcción - Puertas y ventanas - Ensayo de estanquidad al agua*.

NCh904, *Ensayos de corrosión en atmósferas artificiales - Ensayos a la niebla salina*.

NCh1208, *Control de calidad - Inspección por variables - Tablas y procedimientos de muestreo*.

NCh1972, *Carpintería de aluminio - Puertas y ventanas - Ensayos de resistencia a los esfuerzos de uso*.

NCh2496, *Arquitectura y construcción - Ventanas - Instalación en obra*.

NCh3296, *Puertas y ventanas - Permeabilidad al aire - Clasificación*.

NCh3297, *Puertas y ventanas - Permeabilidad al aire - Método de ensayo*.

ISO 2360, *Non-conductive on non-magnetic basis metals - Measurement of coating thickness - Eddy current method*.

NCh523:2020

ISO 2815, *Paints and varnishes - Buchholz indentation test*.

NBR 10821-2, *Esquadrias para edificações - Parte 2: Esquadrias externas - Requisitos e classificação*.

3 Términos, definiciones

Para los propósitos de esta norma, se aplican los términos y definiciones indicados en NCh132, NCh446, NCh890, NCh891, NCh3586/1, NCh3297 y adicionalmente los siguientes:

3.1

alféizar

plano inferior del vano, donde se asienta la base de la ventana

3.2

anodizado

proceso electroquímico desarrollado sobre la superficie del perfil de aluminio para formar una fina capa de óxido de aluminio. Eventualmente puede aportar color. Se mide en micras

3.3

bisagra

dispositivo de giro que permite la apertura de la ventana o puerta por rotación alrededor de un eje situado a lo largo de un lado de la hoja de la ventana

3.4

deformación residual permanente

modificación de formas o de medidas producida por la aplicación de presiones y que no desaparece después de que las presiones han dejado de aplicarse

3.5

deformación residual temporal

modificación de formas o de medidas producida por la aplicación de presiones y que desaparece progresivamente después de que las presiones han dejado de aplicarse

3.6

drenaje

orificio o perforación que conecta el interior con el exterior de una ventana y que permite evacuar el agua filtrada al interior o condensada en la cara interna hacia el exterior

3.7

electropintado

tipo de recubrimiento que se aplica como fluido mediante un diferencial de potencial, en forma de polvo seco, que se utiliza para crear un acabado duro que es más resistente que la pintura convencional. Su espesor se mide en micras

3.8

estanquidad al agua

capacidad de una puerta o ventana cerrada de oponerse a las infiltraciones de agua

3.9

estanquidad al aire

capacidad de una puerta o ventana cerrada para oponerse a las infiltraciones de aire

3.10

extrusión

procedimiento de fabricación por el cual un material sólido es transformado en un perfil continuo, de forma determinada, haciéndolo pasar a presión por una hilera o abertura de matriz que le da forma

3.11

infiltración

flujo indeseado de aire o agua en un cerramiento

3.12

instalación

fijación de una puerta o ventana en el vano previsto para ello, en condiciones tales que cumpla adecuadamente sus cualidades funcionales mecánicas y de durabilidad. La fijación se puede hacer directamente, en cuyo caso el marco de la ventana está en contacto con el vano de la obra, o bien interponiendo un premarco o marco de obra

3.13

perfil de alféizar

perfil horizontal inferior de ventanas (excepto en ventanas de corredera)

3.14

perfil de aluminio

perfil sólido o tubular, de sección constante, que se fabrica mediante un proceso de extrusión

3.15

pierna

perfil vertical que se encuentra con una de las jambas en puertas y ventanas de corredera

3.16

pivote

dispositivo de rotación que permite la apertura de la ventana o puerta por rotación vertical u horizontal alrededor de un eje de rotación, situado en los lados opuestos de la hoja de la ventana o puerta

3.17

riel superior

perfil horizontal superior del marco (en puertas y ventanas de corredera), que al instalar va fijado al vano (dintel)

3.18

riel inferior

perfil horizontal inferior (en puertas y ventanas de corredera), que al instalar va fijado al vano (umbral)

3.19

sello

material de características elásticas usado para mejorar la resistencia de la puerta o ventana cerrada, a la infiltración de aire, y a la penetración del agua. Se utiliza en elementos fijos y móviles

3.20

sistema deslizante

conjunto de elementos, que permiten desplazar la(s) hoja(s), en dirección horizontal o vertical, la hoja del marco

NCh523:2020

**3.21
traslapo**

perfil vertical de la hoja, opuesto a la pierna, que se superpone con el traslapo de la hoja adyacente

4 Modulación

4.1 Modulación de puertas y ventanas

La modulación de los diferentes tipos de ventanas se refiere exclusivamente a las modulaciones extremas (máxima y mínima) y a los factores que influyen en ellas.

4.1.1 Ventanas fijas

Las dimensiones máximas y mínimas que puedan presentar las ventanas fijas, quedan definidas por el vidrio y sus restricciones, así como de los galces de los perfiles que la componen.

4.1.2 Ventanas correderas

En general, se recomienda que el ancho de la hoja no sea inferior a un tercio de su altura.

El dimensionamiento máximo de las ventanas correderas debe estar definido por:

4.1.2.1 El peso de la hoja y la resistencia de los rodamientos que la sustentan, así como la resistencia de los perfiles que la conforman.

4.1.2.2 La fuerza requerida para cerrar una hoja de correr, no debe ser superior a 50 N y, en cuanto a la apertura, no debe ser mayor a 100 N (ver NBR 10821-2).

4.1.2.3 Las restricciones impuestas por las presiones de viento imperantes en la zona en que se ubique la edificación y el lugar en que se instale la ventana en el edificio.

4.1.3 Ventanas accionadas por brazos de extensión

El dimensionamiento mínimo de una ventana con brazos será función del largo del brazo que se utilice para la fabricación de la ventana.

El dimensionamiento máximo debe ser en función del peso de la hoja de la ventana y de la capacidad de carga que acepte el brazo (con los perfiles adecuados). Para el caso de grandes dimensiones, se recomienda consultar con el proveedor de los brazos.

En caso de una ventana de abatir, el brazo debe ser específico para esta función.

4.1.4 Puertas y ventanas con bisagras

El dimensionamiento mínimo de una ventana y/o puerta abisagrada no presenta restricciones tanto en el ancho como en la altura.

Para el caso del dimensionamiento máximo de este tipo de ventana, se recomienda que el ancho no exceda a 0,95 m. Para dimensiones mayores, se recomienda consultar con un especialista.

5 Clasificación

5.1 Las puertas y ventanas de aluminio se clasifican según permeabilidad al aire, en clases de 0 a 4, según lo indicado por NCh3296. La clase 0 corresponde a ventanas no sometidas a ensayos o aquellas que fueron ensayadas y que no cumplen para pertenecer a otra clase.

5.2 Las puertas y ventanas de aluminio se clasifican según estanquidad al agua, en clases de 0 a 50, según lo indicado por NCh888.

5.3 Las puertas y ventanas de aluminio se clasifican según resistencia al viento, en clases de 5 a 20, según lo indicado por NCh888.

5.4 Las puertas y ventanas de aluminio se clasifican según su forma de abrir de acuerdo a Tabla 1.

Tabla 1 – Clasificación de puertas y ventanas según forma de abrir

Característica	Clase
Forma de abrir	
— abisagrada de eje vertical (de abatir)	AV
— pivotante de eje vertical	PV
— abisagrada de eje horizontal (proyectante)	AH
— pivotante de eje horizontal	PH
— deslizante guía vertical (guillotina)	DV
— deslizante de guía horizontal (corredera)	DH
— proyectante - deslizante	PR

6 Fabricación

6.1 Los perfiles de aluminio usados en la fabricación de ventanas, puertas y cerramientos en general, se pueden fabricar mediante procesos de extrusión o de laminación.

6.2 Para estos perfiles se recomienda la aleación que se indica en Tablas 2 y 3.

Tabla 2 – Composición química de aleación de aluminio AA 6063 T 5

Elemento	Símbolo	Cantidad
		%
Magnesio	Mg	0,45 - 0,90
Silicio	Si	0,20 - 0,60
Fierro	Fe	> 0,35
Aluminio	Al	resto

Tabla 3 – Propiedades físicas de la aleación de aluminio AA 6063 T5

Propiedades	Cantidad	Unidad
Tratamiento térmico T 5	60	Dureza Brinell (carga de 500 kg, 10 mm bola)
Módulo de elasticidad	700 000	kg/cm ²
Densidad	2 700	kg/m ³
Fatiga límite blando	5,6	kg/mm ²
Resistencia al cizalle duro	11,9	kg/mm ²
Resistencia al cizalle blando	7,0	kg/mm ²

NOTA T 5 es el tratamiento térmico del aluminio según normas de Aluminium Association (AA).

6.3 Diseño del perfil (geometría; espesor y momento de inercia)

Debe ser tal que permita a la puerta o ventana cumplir con todos los requisitos especificados en esta norma, para una altura y ancho máximos determinados por el fabricante de los perfiles. Por este motivo, se sugiere que ante cualquier duda al respecto, se solicite la curva de traslapes al fabricante.

6.4 Clasificación de los perfiles de aluminio

Los perfiles de aluminio utilizados en la fabricación de puertas y ventanas, se pueden clasificar según:

6.4.1 Espesor de pared:

Clase A: el espesor de pared predominante es de 1,2 mm o superior.

Clase B: el espesor de pared predominante es inferior a 1,2 mm.

Entendiéndose por “espesor de pared predominante” al espesor de pared del 80% o más del total de las paredes que constituyen el perfil.

6.4.2 Características térmicas

Con o sin Ruptura de Puente Térmico (RPT).

7 Requisitos generales

7.1 Resistencia al viento

7.1.1 Una puerta o ventana sometida al ensayo de resistencia al viento de acuerdo a lo especificado en NCh890, no debe presentar deformaciones permanentes, fallas en las fijaciones o cualquier otro deterioro en sus componentes.

7.1.2 La flecha máxima alcanzada en cualquiera de los perfiles que forman la puerta o ventana, debe ser menor o igual a $L/175$ (siendo L la longitud del perfil más largo) a las presiones indicadas a continuación.

Tabla 4 – Clasificación de ventanas según resistencia a la presión de viento

Clase	De deformación (P1)	De presión y/o depresión repetidos (P2)	De seguridad (P3)
	Pa	Pa	Pa
5v	500	500	900
7v	750	750	1 125
10v	1 000	1 000	1 500
12v	1 200	1 200	1 800
15v	1 500	1 500	2 400
20v	2 000	2 000	3 000

Para doble vidriado hermético (DVH), la flecha máxima aceptada para los perfiles que la forman debe ser menor o igual a $L/225$ (siendo L, la longitud mayor del elemento).

7.1.3 Cualquier ventana; puerta-ventana o puerta sometidas a ensayo de resistencia al viento de seguridad, no debe presentar deformaciones permanentes, fallas en las fijaciones o cualquier otro deterioro en sus componentes.

7.1.4 Los ensayos de resistencia al viento y de resistencia al viento de seguridad se describen en NCh890.

7.2 Permeabilidad al aire

7.2.1 El aire infiltrado a través de las juntas de una puerta o ventana debe ser clasificado de acuerdo a lo indicado en NCh3296, para una diferencia de presión entre el exterior y el interior, debiendo cumplir, por lo menos, con la condición especificada en el proyecto.

7.2.2 El ensayo se realiza según NCh3297.

7.3 Estanquidad al agua

7.3.1 Una puerta o ventana sometida al ensayo de estanquidad al agua, se debe comportar de acuerdo a lo indicado en NCh888.

7.3.2 El ensayo se realiza según NCh891.

8 Resistencia a los esfuerzos de uso

8.1 La puerta o ventana, clasificada según su forma de abrir, debe resistir los ensayos especificados en Tabla 5, sin que su normal funcionamiento sea perjudicado y sin que se produzca:

- a) deformación permanente;
- b) deterioro de cualquier componente;
- c) ruptura de los vidrios.

NCh523:2020

8.2 Los ensayos se realizan según NCh889 y NCh1972

Tabla 5 – Ensayos de resistencia a los esfuerzos de uso para los diferentes tipos de elementos

Ensayo	Tipo de puerta o ventana						
	AV	PV	AH	PH	DV	DH	PR
Deformación por torsión	✓	✓	✓	✓			✓
Deformación diagonal	✓	✓	✓		✓	✓	✓
Resistencia del eje de giro	✓	✓					✓
Deformación por flexión				✓		✓	✓
Resistencia a carga horizontal					✓		
Facilidad de deslizamiento						✓	
Fuerzas de operación excesivas						✓	
Cargas accidentales						✓	
Ciclos de utilización	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
(N° de ciclos)	(10 000)	(5 000)	(10 000)	(5 000)	(10 000)	(10 000)	(5 000)

9 Terminación

9.1 Los perfiles de aluminio empleados en la fabricación de puertas y ventanas deben tener un acabado superficial que los proteja adecuadamente de la corrosión.

9.2 Para el caso de uso de perfiles anodizados, el espesor de la capa de anodizado se clasifica de acuerdo a Tabla 6.

Tabla 6 – Espesor de la capa de anodizado

Uso	Anodizado mate micras (mínimo)	Anodizado color micras (mínimo)
	μm	μm
General	10 -0; +2	15 -0; +2
Zona Costera ^{a)}	15 -0; +2	18 -0; +2
a) Para fines de esta norma, se entiende por zona costera a la zona aledaña a la costa que se encuentra afectada por la salinidad, independiente de su distancia al rompiente de las olas.		

9.3 Los perfiles destinados a ser usados en zonas costeras deben ser sometidos al ensayo de oxidación en niebla salina según NCh904.

9.4 La calidad y requisitos mínimos que deben cumplir los perfiles electropintados son los que se indican en Tabla 7.

USO EXCLUSIVO - Convenio MINVU-INN Estudio de Normas RUT 61.801.000-7 (PROHIBIDO LA REPRODUCCION)

Tabla 7 – Requisitos para perfiles electro-pintados

Ensayo	Norma	Valor	Unidad
Espesor de la película	ISO 2360	40 - 120	micras
Resistencia al rallado	ISO 2815	4 000	G

10 Quincallería

10.1 Aspectos generales

La quincallería también es conocida como accesorios; herrajes o componentes, y corresponde a todos aquellos elementos y/o mecanismos que permiten el funcionamiento de puertas y ventanas y le otorgan la mayoría de sus características y atributos de funcionamiento.

10.2 Burletes

Son elementos flexibles que cumplen con la función de fijar el vidrio a la ventana y a la vez otorgarle hermeticidad y terminación a la junta marco/vidrio. Los burletes deben cumplir con los requisitos indicados en NCh3586/1.

10.3 Felpas

Su principal función es reducir la entrada de aire, polvo y agua. Se recomienda exigir que sean siliconadas, con el fin de repeler el agua.

10.4 Selladores

Materiales de características elásticas usados para mejorar la resistencia de la puerta o ventana cerrada, a la infiltración de aire y a la penetración de agua. Se utilizan en elementos fijos y móviles, donde sella y une el marco con el vano.

11 Instalación de puertas y ventanas en obra

Se deben realizar de acuerdo a NCh2496.

12 Marcas

12.1 Toda puerta o ventana de aluminio debe ir acompañada de una etiqueta o similar con, a lo menos, la designación siguiente:

XXX, YYY - ZZZ - AAA - BBB - CCC - DDD - NCh523 - otra información

Donde:

XXX = nombre del fabricante o su marca registrada;

YYY = Permeabilidad al aire de acuerdo a NCh3296;

ZZZ = Estanquidad al agua de acuerdo a NCh888;

NCh523:2020

- AAA = Resistencia al viento de acuerdo a NCh888;
- BBB = Clasificación según forma de abrir de acuerdo a Tabla 1;
- CCC = material de los burletes;
- DDD = material de los sellos fijos;
- NCh523 = referencia a esta norma;

Cualquier otra información.

Ejemplo Ventana de aluminio del tipo corredera fabricada por XXX con permeabilidad al aire y estanqueidad al agua normal, resistencia al viento especial, burletes de PVC y sellos fijos de silicona, lleva la inscripción siguiente:

XXX, clase 2 - 15e - 10v - DH - PVC - silicona - NCh523

12.2 Se recomienda no retirar la etiqueta hasta después de la recepción.

13 Certificación

13.1 La certificación de las puertas y ventanas se debe realizar por acuerdo entre las partes (comprador - vendedor) y/o la Autoridad Competente. El fabricante o distribuidor debe proporcionar una certificación de conformidad.

13.2 La certificación de conformidad debe ser realizada por un organismo reconocido para tal efecto por la Autoridad Competente.

13.3 En el caso de la certificación por lotes, los planes de muestreo se deben establecer, según acuerdo entre las partes, tomando como base las normas NCh44 y NCh1208, según corresponda.

13.4 También se pueden utilizar los otros modelos de certificación ISO CASCO.

Anexo A (informativo)

Bibliografía

- [1] NCh133, *Vidrios planos para arquitectura y uso industrial - Espesores nominales normales y tolerancias.*
- [2] NCh135/2, *Vidrios planos de seguridad para uso en arquitectura - Parte 2: Especificación y aplicación en áreas susceptibles de impacto humano.*
- [3] NCh135/3, *Vidrios planos de seguridad para uso en arquitectura - Parte 3: Vidrios que se emplean en posición vertical, sustentados en sus cuatro bordes - Práctica recomendada para el cálculo de espesor.*
- [4] NCh431, *Diseño estructural - Cargas de nieve.*
- [5] NCh1537, *Diseño estructural - Cargas permanentes y cargas de uso.*
- [6] NCh2434/1, *Doble vidriado hermético - Parte 1: Características de diseño y construcción.*
- [7] ANSI H 35.1-1993, *Alloy and Temper Designation Systems for Aluminium.*
- [8] ANSI H 35.2-1993, *Dimensional Tolerances for Aluminium Mill Products.*

USO EXCLUSIVO - Convenio MINVU-INN Estudio de Normas RUT 61.801.000-7 (PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN)

Anexo B (informativo)

Participantes en elaboración de Norma Chilena NCh523

La Norma Chilena NCh523 ha sido preparada por la División de Normas del Instituto Nacional de Normalización y en su elaboración participaron las personas naturales y organizaciones siguientes:

Asociación Chilena del Vidrio y Aluminio, ACHIVAL	Guillermo Silva L.
Centro de Investigación en Tecnologías de la Construcción, ITEC	Roberto Arriagada B.
Instituto Nacional de Normalización, INN	Emilio Rojas C.
Ministerio de Vivienda y Urbanismo, MINVU	Paula Olivares C.
WINTEC	René Henríquez F.

**Maderas — Hojas de puertas lisas de madera —
Métodos de ensayo**

Woods — Wood flush doors — Testing methods

ICS 79.080; 91.060.50



Número de referencia
NCh723:2019
16 páginas

© INN 2019



DOCUMENTO PROTEGIDO POR COPYRIGHT

© INN 2019

Derechos de autor:

La presente Norma Chilena se encuentra protegida por derechos de autor o copyright, por lo cual, no puede ser reproducida o utilizada en cualquier forma o por cualquier medio, electrónico o mecánico, sin permiso escrito del INN. La publicación en Internet se encuentra prohibida y penada por la ley.

Se deja expresa constancia que en caso de adquirir algún documento en formato impreso, éste no puede ser copiado (fotocopia, digitalización o similares) en cualquier forma. Bajo ninguna circunstancia puede ser revendida. Asimismo, y sin perjuicio de lo indicado en el párrafo anterior, los documentos adquiridos en formato .pdf, tiene autorizada sólo una impresión por archivo, para uso personal del Cliente. El Cliente ha comprado una sola licencia de usuario para guardar este archivo en su computador personal. El uso compartido de estos archivos está prohibido, sea que se materialice a través de envíos o transferencias por correo electrónico, copia en CD, publicación en Intranet o Internet y similares.

Si tiene alguna dificultad en relación con las condiciones antes citadas, o si usted tiene alguna pregunta con respecto a los derechos de autor, por favor contacte la siguiente dirección:

Instituto Nacional de Normalización - INN

Av. Libertador Bernardo O'Higgins 1449, Santiago Downtown Torre 7, piso 18 • Santiago de Chile

Tel. + 56 2 2445 88 00

Correo Electrónico contacto@inn.cl

Sitio Web www.inn.cl

Publicado en Chile

Contenido

Página

Preámbulo	V
1 Alcance y campo de aplicación	1
2 Referencias normativas	1
3 Términos y definiciones	1
4 Inspección de dimensiones y de forma	1
4.1 Objetivo	1
4.2 Largo y ancho de la hoja de puerta lisa	1
4.3 Tolerancia en el espesor	2
4.4 Escuadrado	2
4.5 Rectitud	2
4.6 Planeidad	2
4.7 Inspección de requisitos generales de los componentes	3
5 Determinación del contenido de humedad	3
6 Ensayo de rigidez transversal	3
6.1 Resumen del método	3
6.2 Aparatos	3
6.3 Muestra	4
6.4 Procedimiento	4
6.5 Expresión de resultados	4
7 Ensayo de impacto	4
7.1 Resumen del método	4
7.2 Aparatos	4
7.3 Procedimiento	5
7.4 Expresión de los resultados	5
8 Ensayo de comportamiento de uniones encoladas y pegadas	5
8.1 Resumen del método	5
8.2 Aparatos	5
8.3 Probetas	5
8.4 Procedimiento	6
Anexos	
Anexo A (normativo) Informe o certificado	13
A.1 Alcance y campo de aplicación	13
A.2 Contenido del informe o certificado	13
Anexo B (informativo) Método de ensayo de clivaje en frío aplicado a puertas lisas de madera	14
B.1 Resumen del método de ensayo	14
B.2 Máquina de ensayo	14
B.3 Dispositivo de ensayo	14

B.4	Probeta	14
B.5	Procedimiento	14
B.6	Expresión de resultados.....	14

Figuras

Figura 1 – Escuadrado de los cantos	7
Figura 2 – Rectitud de los cantos	8
Figura 3 – Planeidad de las caras	9
Figura 4 – Posición de las probetas para la determinación de la humedad y del comportamiento de uniones encoladas y pegadas	10
Figura 5 – Ensayo de rigidez	11
Figura 6 – Ensayo de impacto	12
Figura B.1 – Esquema del ensayo de clivaje	15
Figura B.2 – Esquema de la probeta obtenida de la puerta a ensayar	15
Figura B.3 – Ubicación de las probetas a ensayar en el plano de la puerta.....	16

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 CL0035 *Materiales de construcción*, Subcomité SC02 *Maderas*, para establecer los métodos de ensayo para comprobar las características físicas y mecánicas de las hojas de puertas lisas de madera y sus componentes establecidas en NCh354 y se aplica a las hojas de puertas lisas de madera según la clasificación que especifica NCh354.

Por no existir Norma Internacional, en la elaboración de esta norma se han tomado en consideración la norma NCh723:2004 *Hojas de puertas lisas de madera - Métodos de ensayo* y antecedentes técnicos proporcionados por el Comité.

El Anexo A forma parte de la norma.

El Anexo B no forma parte de la norma, se inserta sólo a título informativo.

Esta norma reemplaza a la norma NCh723:2004 *Maderas - Hojas de puertas lisas de madera - Métodos de ensayo* y la deja no vigente técnicamente.

Esta norma ha sido aprobada por el Consejo del Instituto Nacional de Normalización, en sesión efectuada el 25 de marzo de 2019.

Si bien se ha tomado todo el cuidado razonable en la preparación y revisión de los documentos normativos producto de la presente comercialización, INN no garantiza que el contenido del documento es actualizado o exacto o que el documento será adecuado para los fines esperados por el Cliente.

En la medida permitida por la legislación aplicable, el INN no es responsable de ningún daño directo, indirecto, punitivo, incidental, especial, consecuencial o cualquier daño que surja o esté conectado con el uso o el uso indebido de este documento.

Maderas — Hojas de puertas lisas de madera — Métodos de ensayo

1 Alcance y campo de aplicación

1.1 Esta norma establece los métodos de ensayo para comprobar las características físicas y mecánicas de las hojas de puertas lisas de madera y sus componentes establecidas en NCh354.

1.2 Esta norma se aplica a hojas de puertas lisas de madera, de acuerdo a la clasificación de NCh354.

2 Referencias normativas

Los documentos 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).

NCh43, *Selección de muestras al azar.*

NCh176/1, *Madera - Parte 1: Determinación del contenido de humedad.*

NCh354, *Hojas de puertas lisas - Requisitos generales.*

NCh446, *Arquitectura y construcción - Puertas y ventanas - Terminología y clasificación.*

3 Términos y definiciones

Para los propósitos de esta norma se aplican los términos y definiciones indicados en NCh354 y NCh446.

4 Inspección de dimensiones y de forma

4.1 Objetivo

Comprobar que la hoja de puerta lisa cumple con las tolerancias de dimensiones y de forma indicadas en NCh354.

4.2 Largo y ancho de la hoja de puerta lisa

- a) medir la altura y el ancho de la hoja de puerta lisa con huincha metálica calibrada en milímetros. Efectuar dos mediciones por puerta a una distancia de 100 mm de los bordes. Tomar el promedio;
- b) expresar los resultados en milímetros;
- c) se considera satisfactorio si la diferencia entre el valor medido y la dimensión nominal es menor o igual a los valores indicados en NCh354, Tabla 2.

4.3 Tolerancia en el espesor

- a) medir el espesor de la hoja de puerta lisa con pie de metro. Efectuar cuatro mediciones por puerta a una distancia de 100 mm de los bordes superior e inferior. Tomar el promedio;
- b) expresar los resultados en décimas de milímetros;
- c) se considera satisfactorio si la diferencia entre el valor medido y la dimensión nominal es menor o igual al valor indicado en NCh354, Tabla 2.

4.4 Escuadrado

- a) medir las diagonales de la hoja de puerta lisa con huincha metálica calibrada en milímetros (ver Figura 1);
- b) expresar los resultados en décimas de milímetro;
- c) se considera satisfactorio si la diferencia entre las dos diagonales es menor o igual al valor indicado en NCh354, Tabla 3.

4.5 Rectitud

- a) aplicar y fijar una regla patrón a los extremos de un canto de la hoja de puerta lisa;
- b) medir con pie de metro la distancia entre la regla patrón y el borde del canto que más se separa de ella (ver Figura 2);
- c) expresar los resultados en décimas de milímetro;
- d) se considera satisfactorio si la distancia entre el borde del canto y la regla patrón es menor o igual al valor que indica NCh354, Tabla 3.

4.6 Planeidad

- a) medir con un pie de metro el espesor real de la puerta en a lo menos seis puntos elegidos aleatoriamente y determinar el promedio resultante;
- b) disponer en forma horizontal la puerta lisa sobre una superficie plana patrón (ver Figura 3);
- c) descontar de cada valor medido, el espesor promedio de la puerta para determinar el valor de la planeidad;
- d) efectuar esta inspección en todos los puntos que se estime necesario (con un mínimo de seis puntos) y escoger el valor mayor como valor de planeidad (ver Figura 3);
- e) expresar los resultados en décimas de milímetro;
- f) se considera satisfactorio si el valor de planeidad es menor o igual al valor que indica NCh354, Tabla 3.

4.7 Inspección de requisitos generales de los componentes

4.7.1 Inspección de los bastidores

Los bastidores de las puertas lisas de madera deben cumplir con lo especificado en NCh354, es decir, deben estar conformados por madera o derivados compactos de ella, tales como: madera laminada, madera con unión dentada; cuyos requisitos están establecidos en las Normas Chilenas correspondientes y en su armado se pueden usar elementos metálicos de unión tales como corchetes, plaquetas corrugadas, entre otros.

5 Determinación del contenido de humedad

5.1 Efectuar la determinación del contenido de humedad de las hojas de acuerdo a lo señalado en NCh176/1.

5.2 Probetas

- a) las probetas para el ensayo deben ser de 25 mm x 25 mm y por el espesor de la puerta, extraídas de las posiciones indicadas en Figura 4;
- b) extraer cuatro probetas por cada elemento que se ensaye (probetas A, AB, CD y D en Figura 4).

5.3 Se considera satisfactorio el ensayo si el contenido de humedad promedio de las cuatro probetas es menor o igual al que especifica NCh354.

6 Ensayo de rigidez transversal

6.1 Resumen del método

Consiste en determinar la rigidez de una hoja de puerta lisa al ser sometida a cargas perpendiculares a sus caras aplicadas en una de sus esquinas.

6.2 Aparatos

6.2.1 Estructura de soporte, con dispositivos para que la hoja de puerta lisa pueda ser colocada en forma horizontal con dos de sus esquinas diagonalmente opuestas, simplemente apoyadas, otra empotrada y la cuarta libre (ver Figura 5).

6.2.2 Gancho portacarga, prensa de tornillo u otro aparato capaz de producir una carga de 90 kg con incrementos de 10 kg (ver Figura 5).

Se define el punto de aplicación de la carga en la hoja de la puerta lisa a 3 cm de ambos cantos en la esquina libre (ver Figura 5).

NOTA El peso del gancho portacarga como aparato de ensayo de rigidez debe ser descontado de los primeros 10 kg de incremento de carga.

6.3 Muestra

Los ensayos se deben realizar sobre una muestra seleccionada al azar según NCh43.

6.4 Procedimiento

6.4.1 Disponer la hoja de puerta lisa que se ensaya en posición horizontal. En la esquina libre diagonalmente opuesta a la esquina empotrada aplicar una carga concentrada vertical en forma progresiva con incrementos de 10 kg hasta alcanzar la carga máxima de 90 kg.

6.4.2 Medir para cada carga aplicada la deformación correspondiente. Confeccionar con estos datos un gráfico deformación-carga. Las cargas se representan gráficamente en las ordenadas y se expresan en kilogramos; las deformaciones se representan gráficamente en las abscisas y se expresan en centímetros. Se define el punto de aplicación de la carga en la hoja de la puerta lisa a 3 cm de ambos cantos en la esquina libre. La deformación se debe medir con una exactitud de décimas de milímetro.

6.4.3 La pendiente de la zona elástica del gráfico resultante se define como módulo de rigidez y se expresa en kilogramos por centímetro, kg/cm.

6.4.4 Medir la deformación residual después de 5 min de retirada la carga (ver Figura 5).

6.4.5 Medir la profundidad de la penetración del apoyo más cercano a la aplicación de la carga y descontarlo de la deformación residual.

6.5 Expresión de resultados

6.5.1 Expresar los resultados en un gráfico (ver 6.4.2) indicando el módulo de rigidez y la deformación residual a los 5 min. Ésta se calcula con una aproximación de 0,1 mm.

6.5.2 Se consideran satisfactorios los valores del módulo de rigidez y los de la deformación residual si son menores o iguales a los indicados en NCh354.

7 Ensayo de impacto

7.1 Resumen del método

Se somete a impacto una hoja de puerta lisa elegida como muestra bajo condiciones normalizadas y se examinan los efectos de éstos sobre la puerta y sus componentes.

NOTA Pretende reproducir, en cierta medida, el efecto de golpes de cuerpos o muebles.

7.2 Aparatos

7.2.1 Estructura de madera resistente, con dispositivos para colocar verticalmente una hoja de puerta, fijada firmemente en sus batientes y cabezal superior y que reproduce en gran parte la función del marco de la puerta.

7.2.2 Bolsa de cuero aproximadamente esférica con arena en su interior, de 6,0 kg de peso, colgada de una piola de 400 cm a una altura de 450 cm del cabezal inferior de la hoja de puerta.

7.3 Procedimiento

7.3.1 Fijar en forma vertical la hoja de puerta lisa a la estructura.

7.3.2 Colgar la bolsa de cuero verticalmente de modo que la piola tienda a coincidir con el eje de la cara de impacto de la puerta la zona de impacto esté ubicada a 1/4 de la altura de la puerta.

7.3.3 Levantar la bolsa de cuero siguiendo un arco de circunferencia (ver Figura 6).

7.3.4 Dejar caer la bolsa sin impulso desde las alturas sucesivas según se trate de hojas de puertas lisas de madera para uso interior o para uso exterior:

7.3.4.1 Para hojas de puertas lisas de madera para uso interior.

Dejar caer la bolsa sin impulso desde alturas sucesivas de 100 cm; 150 y 200 cm.

7.3.4.2 Para hojas de puertas de lisas de madera para uso exterior.

Dejar caer la bolsa sin impulso desde alturas sucesivas de 100 cm; 150 cm; 200 cm; 250 cm y 300 cm.

7.3.5 Inspeccionar la puerta después de cada impacto.

7.3.6 Registrar cualquier deterioro o rotura sufrido por la probeta e indicar con que altura se produjo.

7.4 Expresión de los resultados

7.4.1 Expresar el resultado como altura de caída para las alternativas siguientes:

- a) altura de falla por rotura del material en la cara de impacto de la hoja de puerta;
- b) altura de falla, por separación de los tableros entre sí, o por separación de las caras del bastidor.

7.4.2 Se considera satisfactorio el resultado si se cumple con lo indicado en NCh354.

8 Ensayo de comportamiento de uniones encoladas y pegadas

8.1 Resumen del método

Los ensayos a los que se debe someter la puerta elegida como muestra y los procedimientos a aplicar son los que se describen en 8.4.

8.2 Aparatos

Vasija de inmersión.

8.3 Probetas

Las probetas para el ensayo deben ser de 300 mm × 300 mm y por el espesor de la puerta. Se extraen de dos esquinas diagonalmente opuestas de la hoja de puerta (ver Figura 4, probetas B y C). Se les retira el relleno para que el agua actúe por igual interior y exteriormente.

8.4 Procedimiento

8.4.1 Comportamiento de adhesivos en puertas de uso interior

Aplicar a las probetas dos veces consecutivas el siguiente ciclo de 24 h de duración:

- a) Inmersión en agua potable durante 4 h;
- b) Secado en ambiente controlado a temperatura de $(23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C})$ durante 20 h.

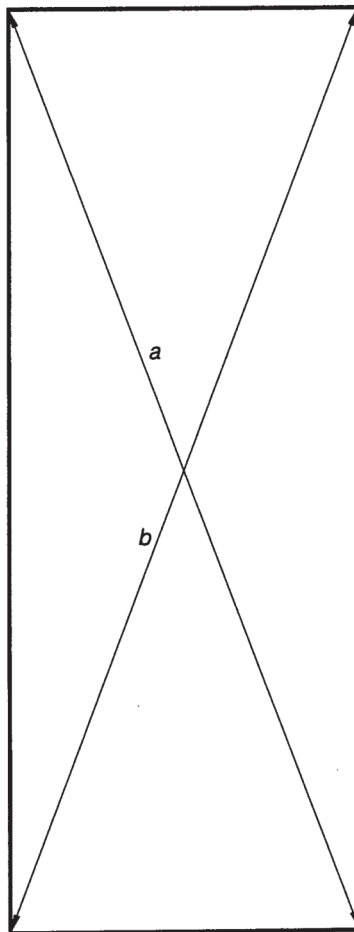
8.4.2 Comportamiento de adhesivos en puertas de uso exterior

Aplicar a las probetas, tres veces consecutivas el ciclo siguiente de 24 h de duración:

- a) inmersión en agua potable durante 16 h;
- b) secado al aire quieto a temperatura de $(23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C})$ durante 8 h.

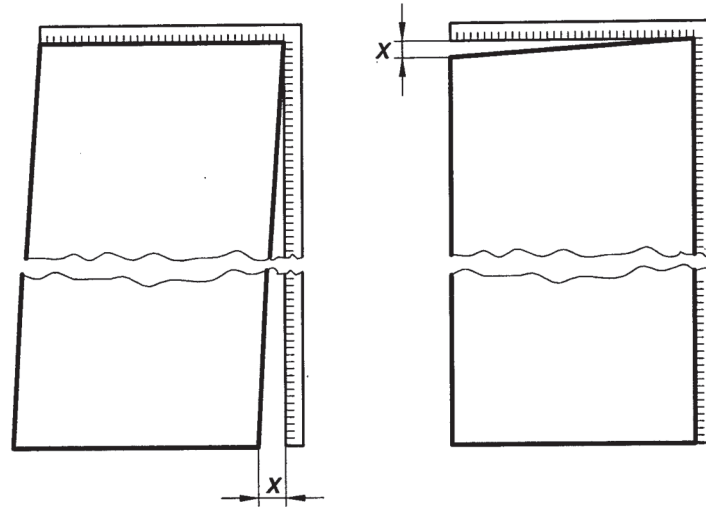
8.4.3 Inspeccionar las probetas para determinar separaciones a simple vista sin forzar la unión encolada. Marcar las zonas despegadas y estimar el porcentaje despegado por cara. Este porcentaje se estima abriendo la zona despegada para observar su profundidad y calculando la superficie despegada versus el total de superficie encolada.

8.4.4 Se considera como satisfactorio el comportamiento de las uniones si se cumple lo indicado en NCh354.



a y *b* de acuerdo con tolerancias de NCh354, Tabla 3.

Figura 1 – Escuadrado de los cantos



X Deformación máxima según NCh354, Tabla 3.

Figura 2 – Rectitud de los cantos

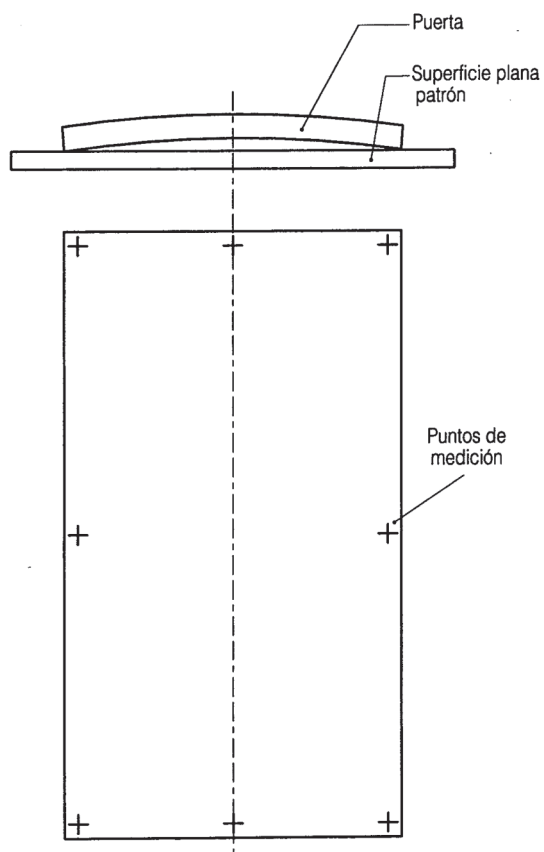
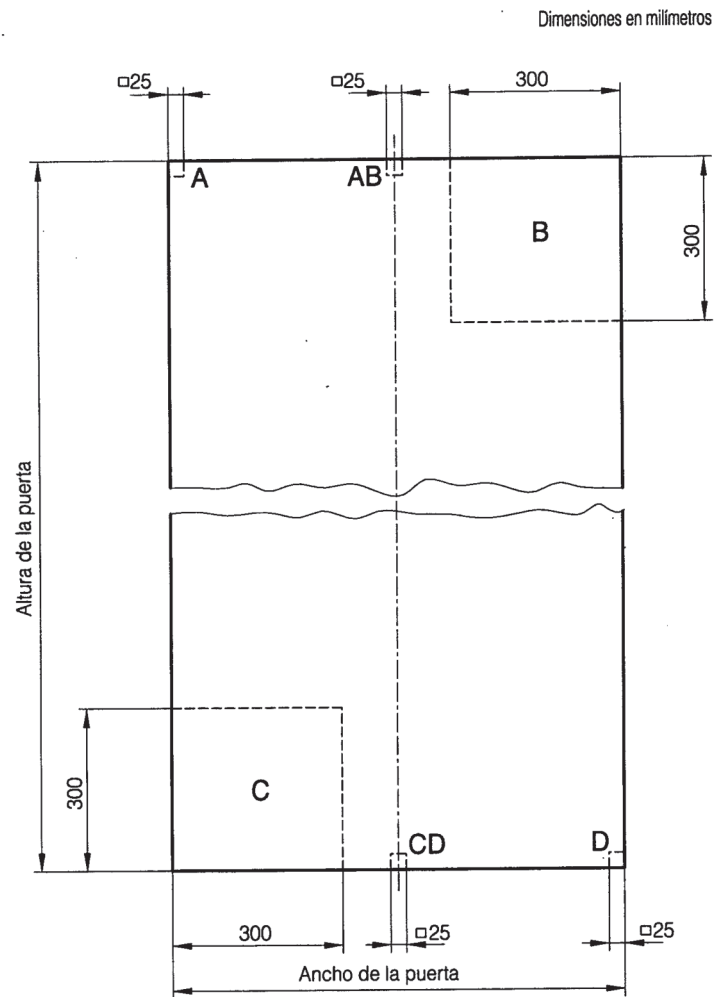


Figura 3 – Planeidad de las caras



A, AB; CD y D Probetas para la determinación de humedad.
B y C Probetas para comportamiento del encolado.

Figura 4 – Posición de las probetas para la determinación de la humedad y del comportamiento de uniones encoladas y pegadas

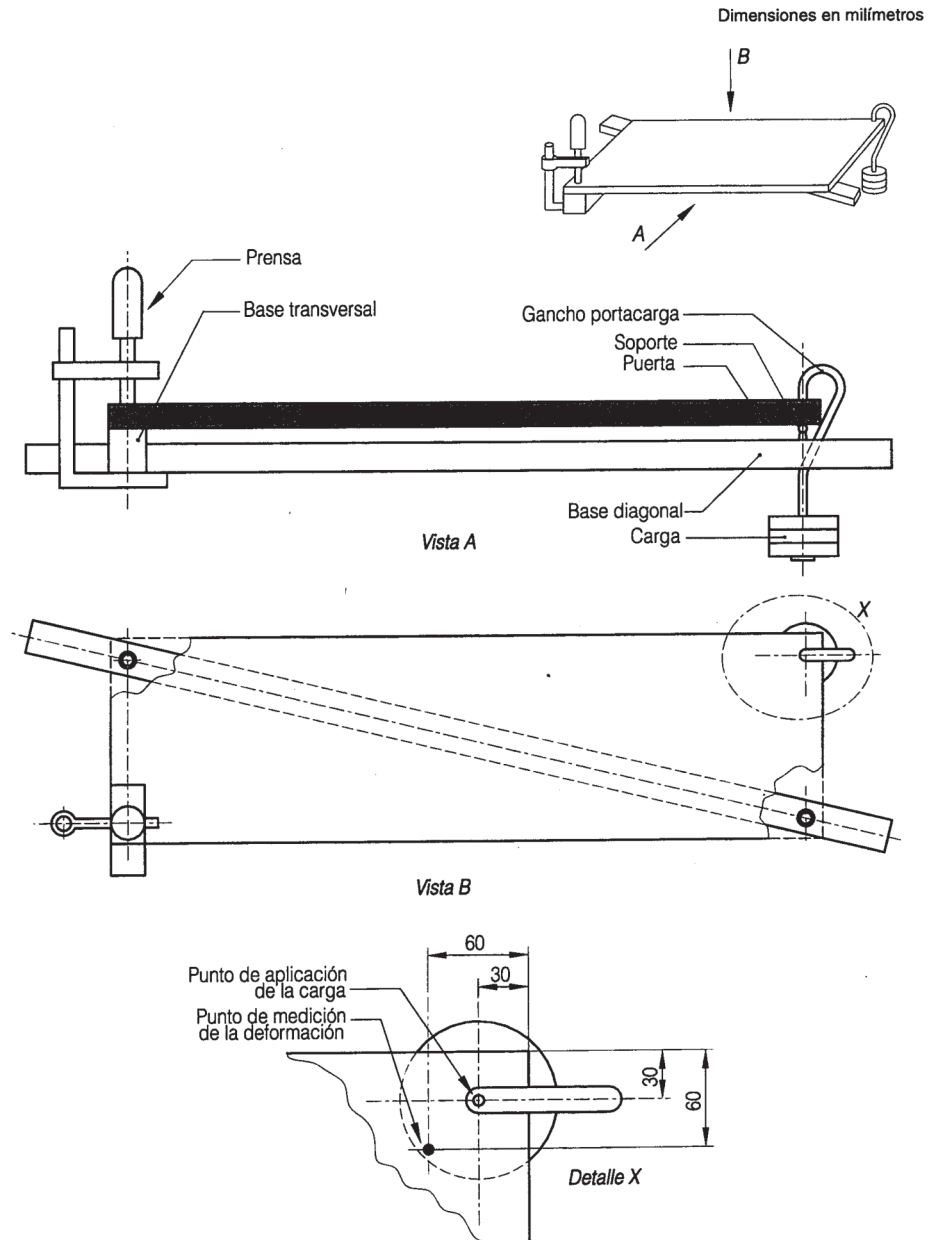
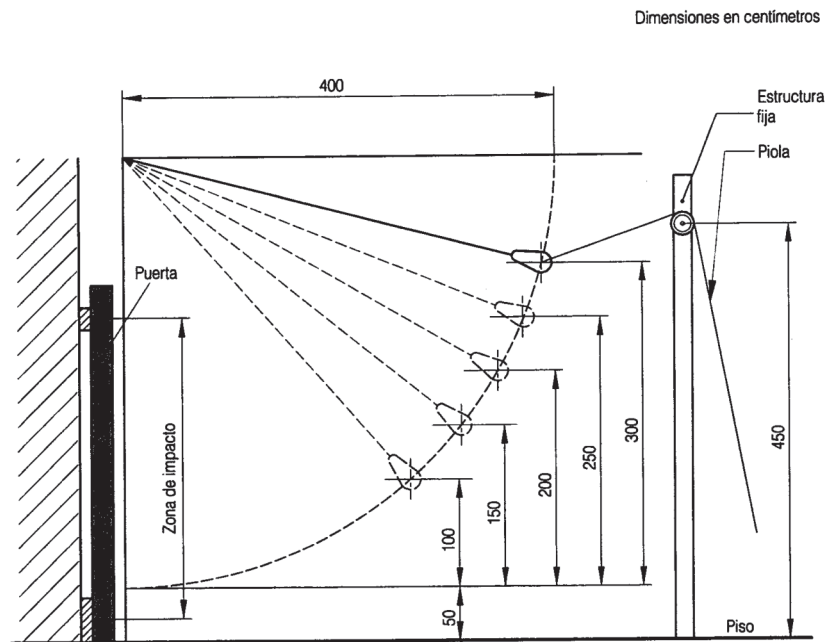


Figura 5 – Ensayo de rigidez



NOTA Considerar lo especificado en 7.3.4 acerca de la diferencia en la aplicación del ensayo según se trate de hojas de puertas lisas de madera para uso interior o para uso exterior.

Figura 6 – Ensayo de impacto

Anexo A **(normativo)**

Informe o certificado

A.1 Alcance y campo de aplicación

Este anexo establece la información mínima que debe contener un formulario de informe o de certificado.

Este formulario se aplica a los ensayos que se realizan para comprobar las características físicas y mecánicas de las hojas de puertas lisas de madera establecidas en esta norma.

A.2 Contenido del informe o certificado

El informe o certificado que expresa los resultados de los ensayos debe contener, a lo menos, los datos siguientes:

- identificación del fabricante;
- identificación del laboratorio que realiza el ensayo;
- fecha del ensayo;
- identificación de las muestras usadas, incluyendo fecha de fabricación;
- plan de muestreo usado;
- ensayos efectuados;
- valores individuales y promedio de: dimensiones, tolerancias, contenido de humedad, rigidez transversal (incluir gráfico deformación-carga), alturas de fallas para puertas para uso interior y/o para uso exterior (por ruptura del material o por separación del tablero), comportamiento de los adhesivos de uso interior y/o de uso exterior;
- evaluación estadística de los resultados conforme a las normas de muestreo;
- mención a esta norma.

Anexo B (informativo)

Método de ensayo de clivaje en frío aplicado a puertas lisas de madera

B.1 Resumen del método de ensayo

El método se basa en aplicar una carga de tracción continua desde el interior de las caras de la probeta, para evaluar la calidad de la unión encolada existente entre el batiente y la cara de la puerta lisa de madera, mediante un ensayo de clivaje en frío.

B.2 Máquina de ensayo

La máquina de ensayo o mecanismo debe ser capaz de aplicar cargas continuas con una exactitud de $\pm 1\%$ o 5 N ($\pm 0,5$ kg).

B.3 Dispositivo de ensayo:

El dispositivo de ensayo es el mismo que se especifica en NCh977 (ver Figura B.1).

B.4 Probeta

Las probetas deben tener las medidas que se muestran en Figura B.2, las cuales se extraen de las puertas a evaluar de acuerdo a Figura B.3.

B.5 Procedimiento

Aplicar la carga mediante el dispositivo descrito anteriormente, en forma continua, registrando la carga máxima Q, en la cual se obtiene la separación de la cara desde el batiente de la puerta, analizando el porcentaje de falla de la cara de la puerta.

B.6 Expresión de resultados

Expresar la carga máxima Q, en Newton (N) y la falla de la cara en %.

Dimensiones en milímetros

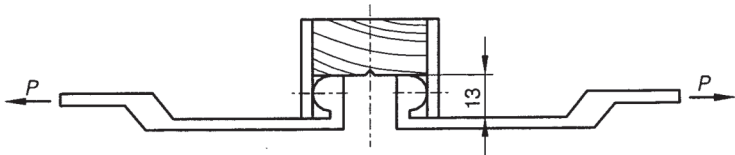
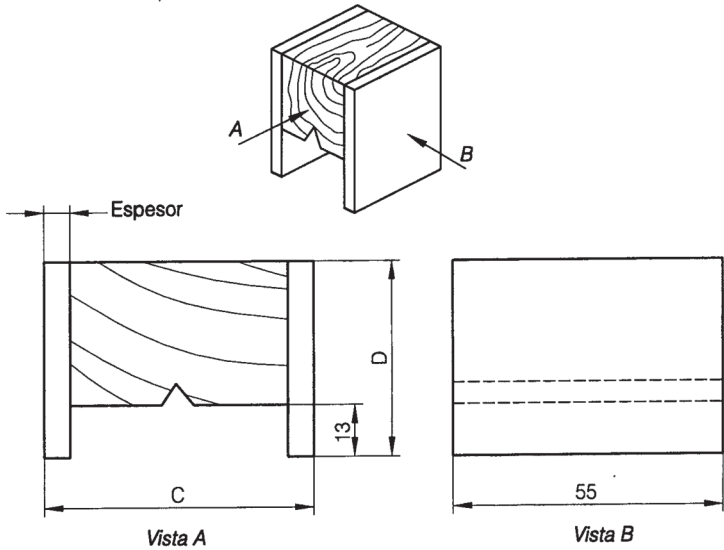


Figura B.1 – Esquema del ensayo de clavaje

Dimensiones en milímetros



NOTAS

El valor D se refiere al ancho del batiente más 13 mm.

El valor C se refiere al espesor total de la puerta, medido desde el exterior de las caras.

Figura B.2 – Esquema de la probeta obtenida de la puerta a ensayar

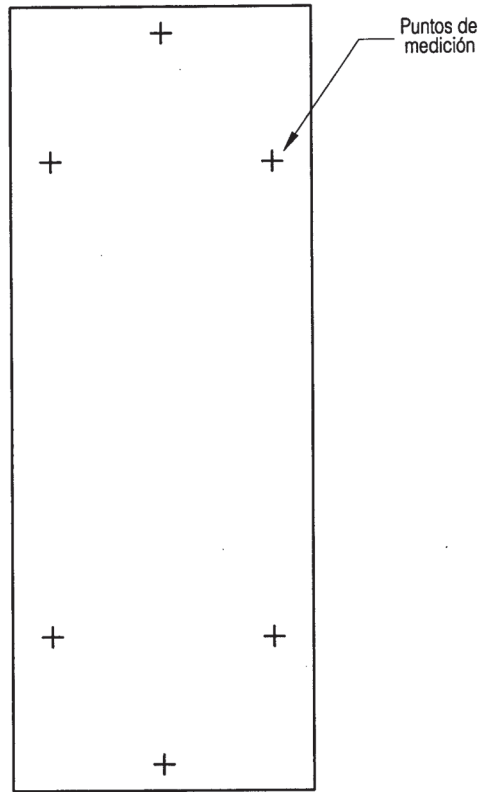


Figura B.3 – Ubicación de las probetas a ensayar en el plano de la puerta