



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE DERECHO

“Normativa nacional antisísmica en materia de construcción. Bases y proyecciones”

**Memoria para optar al Título Profesional de
Abogado**

JOSE MIGUEL SAEZ DEL PINO

Profesor Guía: José Fernández Richard

SANTIAGO, CHILE 2011

INDICE

Resumen	3
Capítulo 1	
Introducción	
1.1 Norma antisísmica. Razón y objetivo	4
1.2 Regulación antisísmica chilena. Origen y desarrollo histórico	8
Capítulo 2	
Realidad normativa nacional	
2.1 Ley general de urbanismo y construcción	12
2.2 Ordenanza general de urbanismo y construcción	24
2.3 Normas técnicas	76
2.3.1 NCh 433	78
2.3.2 NCh 2369	100
Capítulo 3	
Aplicación y fiscalización de la ley	
3.1 Dirección de obras municipal	112
3.2 Revisores independientes	117
3.3 Revisores de proyecto de cálculo estructural	122
Capítulo 4	
Regulación antisísmica comparada. Fuentes nacionales y modelos extranjeros	132
Capítulo 5	
Proyecciones de la norma antisísmica en Chile	139
Capítulo 6	
Conclusiones	164
Índice temático	170
Bibliografía	172

RESUMEN

Este trabajo se ha diseñado como una muestra de la normativa antisísmica que existe en nuestra legislación. Basándose en lo particular en lo que determina nuestra normativa urbanística general, entendiéndose por tal la ley y la ordenanza general de urbanismo y construcción. A lo anterior se le suman las normas técnicas que regulan el diseño sísmico de las edificaciones en nuestro país, la NCh 433 y la NCh 2369.

Una vez desarrollado el estudio normativo, el trabajo hará un análisis comparativo entre los órganos fiscalizadores que estudian la correcta aplicación normativa en la materia.

Posteriormente el trabajo hará un examen comparativo con realidades semejantes a las nuestras y cuales han sido los derroteros que han seguido.

Finalmente se hará un estudio del desarrollo actual de nuestra legislación y las profundas modificaciones que se produjeron en nuestra normativa, con posterioridad al terremoto de Febrero del año 2010 y las conclusiones, que a juicio del autor, se pueden desprender del estudio presente de esta investigación.

CAPITULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1 NORMA ANTISÍSMICA. RAZÓN Y OBJETIVO

Chile es un país sísmico, de eso no cabe duda alguna y mucha literatura se ha escrito al respecto. Desde que las primeras tropas españolas arribaron a este lejano país, es que tenemos registro de grandes catástrofes que arrasaron con ciudades completas y dejaron millares de muertos. Nuestros abuelos y padres nos cuentan sus anécdotas, de a que hora, en donde estaban y donde se quedaron después de alguno de esos grandes cataclismos. En promedio nuestro país tiene un gran terremoto cada diez años y se supone que un chileno promedio que viva toda su vida dentro de nuestras fronteras, deberá vivir a lo menos dos grandes sismos *in situ* en su vida.

Luego del gran terremoto y maremoto del 27 de Febrero del año 2010 que asoló el centro sur de nuestro país, el tema volvió la palestra. Ver la imagen dantesca del edificio Alto Río en Concepción, literalmente partido en dos y conocer la historia de un sin número de personas que se encontraban dentro de los cuadros estadísticos como “damnificados”, es que se viene a la mente la pregunta de que tan bien preparado está un país como el nuestro para enfrentar un terremoto de tal envergadura.

Reiterado los conceptos previos, este es un país sísmico, no se puede señalar que esta es una situación anormal y que nadie puede prever. También sabemos que aunque orgullosamente nos consideramos un país avanzado, más moderno y eventualmente más rico, aún estamos dentro del grupo de los países “en vías de desarrollo”, una expresión diplomática para referirse al tercer mundo y por lo tanto no estamos ni tan avanzados, ni tenemos tanta tecnología y definitivamente no somos tan ricos, como para poder resguardarnos este tipo de catástrofes, asegurarnos de que los daños sean menores e inhibir las pérdidas humanas.

Al ver caer esa enorme edificación en Concepción o saber de los daños que afectaron poblaciones completas en Maipú o de las casitas de campo que están en los suelos de los campos de la sexta, séptima y octava región, es imposible no enfrentarnos ante la situación y buscar respuestas.

¿Es nuestra normativa nacional antisísmica en materia de construcción, una reglamentación acorde a nuestra realidad?, ¿donde está regulada?, ¿cual es su

finalidad?, ¿cual es su real calidad? y ¿quienes son los responsables de implementarla y de fiscalizar su correcta aplicación?

Este es el objetivo de este proyecto, un trabajo diseñado por un egresado de Derecho, para estudiantes de la carrera o abogados que se interesen en esta materia y puedan enfrentarse a una disciplina que es generalmente conocida por ingenieros, arquitectos y constructores, y además fiscalizada por los mismos especialistas, o a lo menos de carreras afines. No se debe olvidar que ella se encuentra regulada en nuestro ordenamiento jurídico y definitivamente las consecuencias de su trabajo alcanzan nuestra área de estudio.

Por ende es nuestra obligación profesional estudiar esta materia y desarrollarla dentro de un ambiente jurídico, el nuestro, para poder participar de esta realidad nacional y mejorarla dentro de los que nos resulte posible.

Cabe destacar cuales son los objetivos que persigue la ingeniería antisísmica¹ en cuanto al diseño de las edificaciones, esto es, que las construcciones no sufran daños de ninguna especie dentro de su vida útil (que se estima entre los 50 y 70 años) durante los eventos sísmicos. Por otro lado se entiende que ante movimientos sísmicos de gran intensidad, la obra puede sufrir daños, inclusive llegar al punto de la demolición posterior, siempre y cuando resista al colapso estructural inmediato. La razón de esta última posición se debe al elevado costo que traería la inhibición de daños ante sismos de intensidad elevada y la baja probabilidad de su ocurrencia dentro de la vida útil de la edificación. Ello sin olvidar cual es la mayor dificultad que implica este tipo de catástrofes, porque a diferencia de otras calamidades naturales, los terremotos no pueden preverse, aún cuando nuevas tecnologías, sumadas al conocimiento de la tectónica de placas y la historia sísmica de cada lugar pueden indicar una probabilidad de que suceda un gran sismo cada cierto tiempo, aún es imposible predecir con gran precisión la ocurrencia de los terremotos.

Nuestra normativa antisísmica sigue, a grandes rasgos, los mismos objetivos que persiguen en el derecho comparado, este varía desde la capacidad de resistir un sismo sin ningún daño relevante, a la capacidad de resistir el colapso ante sismos de gran magnitud, aún cuando para lograr dicho objetivo, en el futuro la edificación quede inútil para su uso predeterminado.

¹ Ingeniería Civil UC. Departamento de Estructuras y Geotecnia. “La Ingeniería Antisísmica” [s.a]. <http://ciperchile.cl/wp-content/uploads/DocumentoUC.sobre_normas.pdf>

Asimismo lo señala la normativa técnica nacional, en el caso de la norma técnica NCh 433 **Diseño Sísmico de Edificios** que en su artículo 5.1.1 indica que las estructuras que cumplan con el diseño señalado por esta norma están orientadas a resistir sin daños, sismos de intensidad moderada, daños a elementos no estructurales en sismos de mediana intensidad y evitar el colapso ante sismos de intensidad excepcionalmente severa.

La otra gran norma de diseño sísmico que tiene nuestro Derecho nacional es la NCh 2369 **Diseño Sísmico de Estructuras e Instalaciones Industriales** cuyos objetivos son más exigentes que la norma general de diseño sísmico de edificaciones, ello porque está referida al diseño de instalaciones industriales y por ende su finalidad no es en exclusiva el salvamento de vidas humanas. Aún así, en su artículo 4.1.1 letra a) tiene como su primer objetivo, evitar el colapso de estructuras, pero a ello le suma evitar incendios, explosiones, emanaciones de gases y líquidos tóxicos, proteger el medio ambiente y asegura la operatividad de las vías de escape durante la emergencia sísmica.

Existen dos conceptos que son la base de la ingeniería antisísmica y que se deben observar en conjunto para determinar el diseño sísmico de las edificaciones. Estos son por un lado la resistencia lateral y por otro está la ductilidad. La resistencia lateral es la capacidad resistente horizontal que desarrolla una estructura antes de colapsar y la ductilidad manifiesta la capacidad que tiene una estructura de absorber y luego disipar la energía, antes de colapsar. Por un lado se estudia la capacidad de la estructura de soportar fuerzas externas, como la del viento o la de un sismo y por el otro lado el estudio se refiere a las aptitudes de la obra de recibir la energía que implica un movimiento de dichas características y luego distribuir o eliminar dicha energía para que esta no haga sucumbir la edificación. Un ejemplo de esta disipación se produce cuando la energía que un terremoto traspasa a un edificio hace que este se deforme lateralmente y con ello experimente daños localizados de material, en la transformación de dicha energía en calor.

De la información proporcionada podemos desprender cuales son los objetivos que buscan estas normas y cuales son las diferencias que se pueden ver a simple vista con las nociones generales que tiene la población en torno a como debe actuar una edificación ante un terremoto de gran magnitud.

Evidentemente ante cualquier catástrofe sísmica que produzca daños en edificaciones, la primera observación es acerca de quien debe hacerse responsable por daños que se

suponen cubiertos por la robusta norma de diseño sísmico que tenemos en el país, pero para ello se deberá hacer un peritaje completo para saber cuales fueron las razones de dichos daños y si se cumplieron con las obligaciones emitidas por nuestra legislación que señalan que para grandes sismos, los edificios solo deben resistir el colapso y con ello cumplirían con su obligación mínima.

1.2 REGULACIÓN ANTISISMICA CHILENA. ORIGEN Y DESARROLLO HISTÓRICO

Chile es un país de alto índice sísmológico y la tierra se encarga de recordárnoslo con lamentable frecuencia. Ello se explica porque nuestro país queda ubicado en pleno cinturón o anillo de fuego² en una zona de subducción³ entre la Placa de Nazca (o Placa del Pacífico) con la Placa Sudamericana.

Los primeros registros sísmicos que tenemos se originan en la época de la Conquista y posteriormente en la Colonia, en la cual los cronistas de dicho período daban cuenta de enormes movimientos telúricos que dejaban en el suelo las nuevas ciudades recién fundadas.

Igualmente se tiene plena conciencia de que estos fenómenos son bastante más antiguos, de hecho la cultura Mapuche tenía una leyenda que explicaba estos movimientos, la lucha eterna de de Tren Tren y Cai Cai⁴.

² “Tres cuartos de todos los volcanes se elevan cerca de la costa del Océano Pacífico. Este círculo de sitios calientes se llama el **Anillo de Fuego** y es una zona donde las placas que componen la superficie de la tierra se encuentran entre sí”.

National Geographic Explorer Website . 1996-2011. National Geographic Society.
<<http://magma.nationalgeographic.com/ngexplorer/0405/articles/spmainarticle.html>>
[Consulta Marzo 2011]

³ **Subducción**: es un proceso de hundimiento de la placa oceánica (de mayor peso específico) por debajo de la placa continental (de menor peso específico) debido al choque de ambas placas según la teoría de tectónica de placas.

Enciclopedia Libre Universal.
<<http://enciclopedia.us.es/index.php/Subducci%C3%B3n>>
[Consulta Marzo 2011]

⁴ “Según la cultura mapuche, eran dos serpientes gigantes, una de mar (Caicai-Vilu) y una de tierra Tenten-Vilu, qué dominaban cada una su territorio.

Los hijos de Peripillán y Antu, fueron convertidos en serpientes en castigo. Caicavilu (hijo de Peripillán) fue convertido en una serpiente marina, mientras que Trentrenvilu (hijo de Antu) fue convertido en una serpiente de tierra.

La apariencia de Caicai sería de un ser mitad culebra y mitad pez; y la apariencia de Tenten, el de una culebra gigante. Éstas se encuentran, frecuentemente, en pugna.

Se cuenta que Cai-Cai, con su piel de agua de mar, invadió las tierras bajas sepultando en las profundidades a sus habitantes, hasta que vino el Ten-Ten para salvarlos. Subió a sus gentes en su largo lomo y los transformó en aves para que tuvieran el poder de volar.

Así pudieron escapar de Cai-Cai y llegaron a las tierras más altas, donde no pudo alcanzarlos. Pero la lucha no terminó ahí, ya que ninguno de los dos se conformaba con sólo una parte del botín. Las aguas bajaron. Los animales se transformaron nuevamente en seres humanos y los que no pudieron alcanzar las cumbres de los cerros fueron lobos para siempre y aun se los puede sentir deambulando y aullando en las noches de luna”.

Blog de Mitología Pagana. 2008.

<<http://mitologia-pagana.blogspot.com/2008/02/trentren-y-caicai.html>>
[Consulta Marzo 2011]

El primer terremoto del cual se tienen registros escritos es el de Concepción de 1570, el que aconteció un miércoles de ceniza, razón por la cual los primeros colonos le otorgaron un carácter místico⁵.

En ese mismo siglo se produjeron 2 grandes sismos más, uno en la actual región metropolitana y el otro en Valdivia, los dos el año 1575.

En 1647 se produce quizá uno de los terremotos más famosos que haya ocurrido en la historia del país, el 13 de Mayo a eso de las 10 de la noche se produjo un terremoto que según cálculos actuales fue de unos 8,5° Richter y que devastó la zona central de Chile. Una de las iglesias más importante de la época, la Iglesia de San Agustín, pese a quedar gravemente dañada mantuvo algunos de sus muros en pie y en uno de ellos un Cristo que quedó indemne pero al que se le callo la corona de espinas hasta el cuello. Al intentar ubicar la corona nuevamente en la cabeza, el mito popular señala que se produjo una gran réplica, ante lo cual el Obispo, avivado por el pueblo, desistió volver a ubicarla en su lugar por temor al designio divino. La figura se encuentra hasta el día de hoy y se le ha denominado popularmente “el Cristo de Mayo”. Después de este terremoto, el rey de España, mandó indicaciones sobre el tipo de construcción que debían hacerse para soportar este tipo de temblores, considerándose estas como la primera norma antisísmica de Chile.

En 1751 se produjo otro gran terremoto en la zona de Concepción, en esa época ubicado en lo que actualmente sería la ciudad de Penco (de ahí la razón de que el gentilicio utilizado hasta el día de hoy para los nativos del Gran Concepción, sea de “penquistas”) devastando la ciudad. Fue tal el grado de destrucción, que la ciudad finalmente fue trasladada a su ubicación actual.

En el siglo XIX se produjeron 3 grandes sismos a través de todo el país, afectando la zona austral cerca de Chiloé, otro que afectó la zona centro sur y por último un gran terremoto que afectó la zona de Arica (en dicha época, la ciudad estaba bajo soberanía Peruana).

Es el siglo XX el que resultó más afectado por los grandes sismos, principalmente porque el país ya empezaba a tener mayores asentamientos urbanos lo que produjo un mayor crecimiento demográfico y subsecuentemente un mayor hacinamiento, ante lo cual cualquier catástrofe que afectara a estos asentamientos produciría una mayor cantidad de pérdidas civiles.

⁵Seismic Protection Technologies. Historia Sísmica Chilena & el desarrollo de la ingeniería antisísmica [s.a.]. <www.ingenieriaparatodos.cl> [Consulta Enero 2011]

La historia sísmica de este siglo inició con el gran terremoto de Valparaíso en 1906, siendo el primer terremoto que superara el millar de víctimas mortales, contabilizadas en nuestro país. Fuentes de la época señalaron una cifra cercana a las 3.000 víctimas. Rebeliones en las calles y un gran incendio posterior al sismo hicieron de la situación un verdadero caos, que fue controlado con extrema violencia por los encargados de seguridad de la época. Después de este terremoto el presidente Montt contrató al sismólogo francés Ferdinand Montessus de Ballore, el que realizó un estudio sobre las cualidades de las construcciones sísmicas y pudo sentar en el país el estudio de la sismología. Sumado a lo anterior se fundó el Instituto Sismológico de Chile.

El terremoto de Diciembre de 1928 en la ciudad de Talca fue uno de los impulsores de la regulación en materia constructiva en el país. Así fue como se puso en marcha los estudios que acabaron con el diseño del la Ley General de Urbanismo del año 1929, señalándose en ella la necesidad de un “permiso para construir” las nuevas edificaciones. Posteriormente se dictó un Decreto con Fuerza de Ley, el número 345, promulgado el año 1931, en el cual se dictó la Ley General y se incluyó la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción. Ambas normas empezaron a regir desde el año 1936, año en el cual fueron publicadas en el Diario Oficial⁶. Pasada la mitad de este siglo, el país viviría el mayor terremoto de su historia y que además es reconocido hasta nuestros días como el terremoto de mayor magnitud desde que estos eventos pueden medirse, siendo de 9,5 grados en la escala Richter. Sumado a un gran maremoto que devastó parte importante del centro sur del país. El terremoto de Valdivia tuvo grandes repercusiones, no solo para los sismólogos que vieron sacudirse la tierra como nunca lo había hecho, sino también para los legisladores que ante tamaña catástrofe iniciaron el estudio de la que sería nuestra primera norma de diseño sísmico para las edificaciones. A nivel mundial se crea la “International Association for Earthquake Engineering” (I.A.E.E.) que tuvo su primer conferencia en 1956 y en Chile se crea la Asociación Chilena sismológica e Ingeniería Antisísmica (ACHISINA) el año de 1963. Esta catástrofe puso en duda la organización del mundial de futbol que el país iba a organizar el año 1962, pero después de innumerables esfuerzos, el presidente Alessandri decidió realizar dicha justa deportiva.

En 1966 se inició el estudio y desarrollo de la NCh 433 o norma técnica de cálculo antisísmico de edificios, la que finalmente se oficializó el año 1972.

⁶ JOSE FERNANDEZ RICHARD y FELIPE HOLMES SALVO. 2009. Derecho Urbanístico Chileno. Segunda edición actualizada. Editorial Jurídica De Chile. P37.

El año 1985 se produce el gran terremoto de San Antonio el cual se recuerda dado la cercanía del epicentro de la capital Santiago. Esta fue la primera oportunidad de probar la norma NCh 433.

Es en 1996 donde se crea la NCh 433 de Diseño Sísmico, justo después del terremoto de Antofagasta de 1995, en el que el estudio del terremoto de 1985 otorga los cambios que se estiman necesarios para poder solventar dicha norma técnica y hacerla más precisa a las necesidades de nuestra realidad sísmica.

El año 2003 se oficializan las normas técnicas NCh 2369 de Diseño Sísmico de Estructuras e Instalaciones Industriales y la NCh 2745 de Análisis y Diseño Sísmico de Edificios con Aislación Sísmica, esta última ya referida al diseño asísmico, razón por lo cual no será tratado en este trabajo, ya que se le ha otorgado importancia al diseño general de edificaciones en nuestro país y la normativa asísmica es muy específica y se realiza en determinados tipos de edificaciones, que a juicio del autor requieren de un estudio propio.

El año 2010 la zona centro sur del país es azotada por un fuerte terremoto y posterior maremoto, que ha provocado una nueva revisión de las normas técnicas de diseño sísmico en especial la NCh 433.

CAPITULO 2

REALIDAD NORMATIVA NACIONAL

2.1 LEY GENERAL DE URBANISMO Y CONSTRUCCIÓN

Este texto legal se publicó como DFL N° 458 el 13 de Abril del año 1976, aún cuando la ley ya existía con varias décadas de anticipación, originándose después del terremoto de Talca del año 1929. La ley se compone de 4 títulos, de un título final y de artículos transitorios.

El primer título de la LGUC se titula “**Disposiciones Generales**” y se subdivide en 4 capítulos, referidos a las normas de competencia, de los funcionarios, de los profesionales y de las sanciones a lo dispuesto en esta ley, según el orden dado por el legislador.

Es de hecho en el primer capítulo de este título en donde se indica cual es el nivel de acción que tiene la LGUC, indicando “que contiene los principios, atribuciones , potestades, facultades, responsabilidades, derechos, sanciones y demás normas que rigen a los organismos , funcionarios, profesionales y particulares, en las acciones de planificación urbana, urbanización y construcción”⁷.

El segundo título de la norma es “**De La Planificación Urbana**” y está compuesto de siete capítulos. El primero de definiciones, el segundo regula la planificación urbana en particular, el tercero trata de los límites urbanos, el cuarto del uso de suelo, el quinto de la subdivisión y la urbanización del suelo, el sexto de la renovación urbana y finalmente el capítulo séptimo trata de las expropiaciones.

El tercer título es el denominado “**De La Construcción**” y consta de dos capítulos, el primero de ellos orientado a las normas de diseño y el segundo es de la ejecución de obras de urbanización y de edificación.

El cuarto título es “**De Las Viviendas Económicas**”, un corto título que contiene 7 artículos, en el cual solo hace las indicaciones de materia urbanística y de construcción, que diferencian a este tipo de viviendas con el resto de las edificaciones.

Tomando en consideración que esta ley es sin duda, sumada a la ordenanza general, la columna vertebral de nuestro Derecho Urbanístico y de Construcción, los títulos que nos resultan más relevantes son el tercero, porque es aquí donde se trata las materias

⁷ CHILE. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. 2003. DFL. 458: Ley General de Urbanismo y Construcción. Artículo 2 inciso segundo.

referentes a la construcción, que es precisamente el pilar de esta trabajo. A ello se le suma el título primero, porque hace indicaciones básicas para el entendimiento de todo el Derecho Urbanístico y entrega las bases de la materia de responsabilidades, las que se tratarán oportunamente.

En lo referente a estas materias antes descritas, la LGUC prevalecerá sobre las demás que versen sobre la misma materia, por lo que aquellas normas que sean contrarias a este cuerpo legal, se entenderán derogadas⁸. Lo anterior sin perjuicio de lo dispuesto en el Decreto Ley de Reestructuración del Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

Son los últimos 2 capítulos del título I los que entregan información interesante en torno a la responsabilidad que otorga esta ley en lo referente a la proyección y ejecución de obras sometidas a la LGUC, es así como el Propietario primer vendedor de una construcción es el principal responsable de los eventuales perjuicios que se acarreen de las fallas u errores que provengan de ella, sea durante su ejecución o una vez terminada. Esto, aún cuando puedan repetir contra los responsables directos de dichas fallas. Esta responsabilidad le afecta al propietario primer vendedor no solo para con quien adquirió el inmueble, sino, inclusive contra terceros que se vean afectados por dichas anomalías o defectos.

Esta misma ley, tomando en consideración lo indicado en torno al derecho que tiene el primer propietario vendedor a repetir contra quienes resulten responsables, indica hasta donde llega la responsabilidad de dichos profesionales, es así como en el caso de los proyectistas, estos son responsables de los errores en que hayan incurrido, otorgando un sentido bastante difuso al grado de responsabilidad que puede atribuírseles.

En caso de los constructores estos serán responsables “por fallas errores o defectos en la construcción, incluyendo las obras ejecutadas por subcontratistas y el uso de de materiales e insumos defectuosos, sin perjuicio de las acciones legales que pueden interponer a su vez en contra de los proveedores, fabricantes y subcontratistas”

Si tanto proyectistas como constructores actúan a nombre de una persona jurídica, esta será solidariamente responsable de los daños y perjuicios de su obrar errático. En este artículo existe una clara señal por parte del legislador de otorgar una responsabilidad mayor al propietario primer vendedor, puesto que según el artículo 18 de la LGUC, siempre se puede exigir la responsabilidad de este y lo único que podrá hacer dicho

⁸ CHILE. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. 2003. DFL. 458: Ley General de Urbanismo y Construcción. Artículo 7.

propietario es repetir, en los casos expresamente determinados con anterioridad, en contra de proyectista o constructor. Ello no es equivalente a lo indicado en el Código Civil, que en su artículo 2003 inciso tercero señala que si el edificio padece o amenaza ruina por vicio de construcción o suelo (del cual los constructores dado su oficio debiesen conocer), o finalmente vicio de material, el responsable sería el constructor. Se debe tomar en consideración que el artículo 2003 del Código Civil hace referencia a los contratos de sumaalzada (vendedor, en este caso constructor, se compromete a la entrega del resultado final o sea la obra ya finalizada). Atendiendo ello, podríamos interpretar que aún cuando la LGUC le otorga mayor responsabilidad al primer propietario vendedor, lo específico del artículo 2003 haría una excepción, en cuanto “lo específico se atiende antes que lo general”, de acuerdo al artículo 13 del Código Civil. Pero el artículo 7 de la ley general, tampoco da lugar a dudas en torno a que en aquellos casos en que existan discrepancias entre distintas normas sobre la materia, siempre prevalecerá lo indicado en la LGUC.

De por sí esta situación es engorrosa, pero al entender de los profesores José Fernández Richard y Felipe Holmes Salvo, lo que correspondería aplicar sería la ley general por sobre el Código Civil, ya que es una ley especial por sobre una norma general en materia de responsabilidad derivada de la construcción de una obra.

En lo particular, la responsabilidad del constructor, caso del artículo 2003 del Código Civil, incluye en las obras de sumaalzada más responsabilidad sobre el constructor, dado que también le afecta los daños derivados de vicios de construcción, suelo o de materiales, pero para perseguir la responsabilidad de los daños derivados de la ejecución y terminación de una obra, la regla general sigue siendo que se debe perseguir al propietario primer vendedor⁹.

En la escritura pública de compraventa el propietario primer vendedor tendrá la obligación de acompañar una nómina de los proyectistas y constructores que puedan estar afectos a la responsabilidad del artículo 18 y si se trata de personas jurídicas, deberá individualizar a sus representantes legales, esto es relevante además porque en el caso de que las personas jurídicas se hayan disuelto una vez habido el perjuicio, serán sus representantes legales en lo cuales se podrá hacer efectiva la responsabilidad antes indicada..

En el inciso quinto de este artículo se desprende una situación bastante interesante, puesto que se da una situación en que la ley altera los contratos entre particulares, al

⁹ JOSE FERNANDEZ RICHARD y FELIPE HOLMES SALVO. 2009. Derecho Urbanístico Chileno. Segunda edición actualizada. Editorial Jurídica De Chile. P 87-90

indicar que las condiciones ofrecidas en la publicidad se entenderán incorporadas al contrato de compraventa, lo que implica que ni siquiera exige que dichas condiciones sean adheridas al contrato, sino que la ley así lo entenderá, no permitiendo otro tipo de interpretación, ofreciendo una mayor garantía para el comprador, quien podrá exigir, a posteriori, los accesorios o privilegios que hayan aparecido en avisos de difusión.

En cuanto a la prescripción de las acciones contra los sujetos previamente individualizados para hacer valer las responsabilidades anteriores, varían de acuerdo al tipo de perjuicio que origina una u otra falla determinada. Es así como el plazo de prescripción será de 10 años cuando la falla afecte a la estructura soportante del inmueble, será en cambio de 5 años cuando afecte los elementos constructivos o de instalaciones y finalmente de 3 años si afecta a elementos de terminaciones o de acabado de obras. En los dos primeros, los plazos se contarán desde la fecha de la recepción definitiva de la obra por parte de la Dirección de Obras Municipales. En el tercer caso, se contará desde la fecha de inscripción del inmueble a nombre del comprador en el Conservador de Bienes Raíces respectivo.

Si el perjuicio producido por falla o defecto, no sea uno de los tres mencionados ni tampoco pueda asimilarse a estos, el plazo de prescripción será de 5 años desde la recepción definitiva de la obra por la DOM¹⁰.

Los juicios que se deriven de estas responsabilidades serán tramitados como juicio sumario y además las partes tendrán la facultad de someterlas a resolución de árbitro de derecho, con facultades de arbitrador. Este árbitro será designado por juez letrado competente y para poder ejercer el cargo al cual fue designado debe tener una experiencia de a lo menos 5 años de ejercicio profesional¹¹.

El capítulo IV del título I de las Disposiciones Generales, trata de las Sanciones, indicando en su artículo 20 que todas las infracciones a las disposiciones de esta ley, son sancionados con multas a beneficio fiscal no inferiores al 0,5% ni superiores al 20% del presupuesto de la obra (entendiéndose por tal el que le aplica la tabla de costos unitarios por metro cuadrado de construcción, conforme a los tipos de obras y materiales de construcción a emplearse), en caso de que no exista tal presupuesto, el juez tendrá dos opciones, por un lado puede disponer que un perito tase la obra o, podrá aplicar

¹⁰ CHILE. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. 2003. DFL. 458: Ley General de Urbanismo y Construcción. Artículo 18.

¹¹ CHILE. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. 2003. DFL. 458: Ley General de Urbanismo y Construcción. Artículo 19.

directamente una multa, la cual no podrá ser inferior a 1 UTM , ni superior a 100. Lo anterior no inhibe una eventual paralización o inclusive la demolición de la obra, si así fuere procedente, salvo que el hecho tuviese una sanción especial determinada por ley. Cualquier persona está facultada para poder denunciar la infracción a lo anterior, siempre y cuando la denuncia sea fundada y se acompañe de los medios de prueba que se dispongan, pero las acciones relativas a estas sanciones, prescribirán una vez que se reciba la obra por parte de la dirección de obras municipal.

La responsabilidad de los funcionarios fiscales y municipales, en cuanto al cumplimiento de esta ley está indicada en el artículo 22 en el que se señala que serán “civil, criminal y administrativamente responsables de los actos, resoluciones y omisiones ilegales que cometan en la aplicación de esta ley”.

Si el funcionario que infringiera la LGUC fuese un Alcalde, tendrá que ser el MINVU o Seremi del mismo ministerio, quienes requieran al Consejo de Defensa del Estado para iniciar acciones criminales contra dicho funcionario público. No es necesaria para estos efectos, la declaración previa de ilegalidad de los decretos de dicho Alcalde.

Esta ley dispone que el incumplimiento de las obligaciones que dispone la LGUC por parte de un Alcalde, es causal de remoción de este.

En el Título II, que aún cuando no está del todo ligado a nuestro estudio, puesto que está enfocado a la planificación urbana, igualmente encontramos normas que si son afines, es el caso del artículo 60, en el capítulo “del Uso de Suelo” indica que el Plan Regulador señalará los terrenos que por su especial naturaleza y ubicación, no sean edificables. Lo anterior nos indica el carácter imperativo que le da el legislador a esta norma, en cuanto que al confeccionar el Plan Regulador se debe señalar dichos terrenos, sino cabría una eventual sanción para aquellos que participaron en su confección.

También resulta atingente, la disposición referida, a las zonas de construcción obligatoria, párrafo 2 del capítulo VI del título II, que indica que “las Municipalidades en cuyas comunas exista plan regulador podrán declarar zona de construcción obligatoria, en cuyo caso los propietarios de sitios eriazos o de inmuebles declarados ruinosos o insalubres por la autoridad competente, deberán edificarlos dentro del plazo que se señale en el decreto aprobatorio correspondiente”¹².

¹² CHILE. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. 2003. DFL. 458: Ley General de Urbanismo y Construcción. Artículo 76 inciso primero.

Dado lo especial del caso de que se declare una zona de construcción obligatoria, es que dicha declaración debe ser aprobada previamente por decreto supremo del MINVU dictado “por orden del Presidente” a propuesta de la Municipalidad respectiva, en la forma que lo determine la Ordenanza.

En cuanto al saneamiento de Poblaciones, la LGUC también hace indicaciones en torno a dotar de herramientas a las Municipalidades, para prevenir el deterioro progresivo de un sector o barrio. Puede ordenar la demolición de construcciones que amenacen ruina, o aquellas construidas ilegalmente, vulnerando las disposiciones del plan regulador, bajo apercibimiento de ejecutar derechamente la demolición por cuenta del rebelde¹³.

El capítulo que resulta más interesante para este trabajo es el III “De la Construcción”, puesto que junto a materias tratadas por la Ordenanza y las normas técnicas, en particular NCH 433 y NCH 2369, son las bases normativas de este estudio.

Es así como en el inicio de este título, en el capítulo I de las Normas de Diseño, indica que el diseño de las obras de urbanización y edificación deberá cumplir con los standards que establezca la ordenanza general en lo relativo a condiciones de estabilidad y asismicidad¹⁴.

La ley general determina en su artículo 116, que cualquier obra que desee realizarse, sea de construcción, reconstrucción, reparación, alteración, ampliación y demolición de edificios y obras de urbanización de cualquier naturaleza, sean urbanas o rurales, requerirán permiso de la Dirección de Obras Municipales, a petición del propietario, con las excepciones que señale la ordenanza general.

El Director de Obras debe velar por el cumplimiento de las normas urbanísticas las cuales deben entenderse como las contenidas en la ley y ordenanza general y también los instrumentos de planificación territorial. También debe velar por el pago de los derechos que proceda, pero ello no nos interesa de momento.

Eventualmente un interesado puede solicitarle a la DOM, la emisión de un certificado de informaciones previas que contenga las condiciones aplicables al predio de que se trate, de acuerdo con las normas urbanísticas derivadas del instrumento de planificación territorial respectivo. El certificado mantendrá su validez mientras no se modifiquen las

¹³ CHILE. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. 2003. DFL. 458: Ley General de Urbanismo y Construcción. Artículo 81 letra d.

¹⁴ CHILE. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. 2003. DFL. 458: Ley General de Urbanismo y Construcción. Artículo 105 letra e.

normas urbanísticas, legales o reglamentarias pertinentes¹⁵. Lo anterior es sin perjuicio que puedan aprobarse los anteproyectos de edificación, que mantendrán su vigencia respecto de las normas urbanísticas con las que se hubiere aprobado, para los efectos de obtener el permiso correspondiente, durante el plazo que determine la ordenanza.

Se indica que en aquellos casos en que haya zonas decretadas como zonas de catástrofe, la ordenanza general podrá establecer normas especiales y procedimientos simplificados de aprobación y recepción, para la regularización de construcciones existentes y la aprobación de nuevas construcciones.

La DOM tendrá un plazo de 30 días desde la presentación de la solicitud, para pronunciarse sobre los permisos de construcción, siempre que la solicitud no se acompañe del informe favorable de un revisor independiente o del arquitecto proyectista, porque en ese caso, dicho plazo se reduce a la mitad. Si el permiso fuere denegado o no hubiese un pronunciamiento al respecto, el interesado puede reclamar ante la Seremi del MINVU correspondiente. Esta secretaría regional ministerial, dentro de los 3 días de recibido el reclamo, deberá solicitar a la DOM que evacue un informe sobre las razones por las cuales se denegó el permiso y en caso de que este aún no fuera emitido, solicitará que se dicte la resolución. Para ello la DOM tiene un plazo de 15 días.

En el caso de que no se haya emitido la resolución y se haya cumplido el plazo de 15 días, se entenderá que el permiso fue denegado.

En cualquiera de los casos en que sea denegado, sea en forma expresa o tácita, la ley le da al Seremi un plazo de 15 días hábiles, para que emita un pronunciamiento sobre el reclamo, y si estima que el permiso es procedente lo otorgará previo pago de los derechos.

Para lo anterior el interesado tiene un plazo de 30 días fatales para deducir su reclamo, contados desde la fecha en que se denegó el permiso o en que venza el plazo para pronunciarse¹⁶.

Si después que el permiso se concedió haya necesidad de alguna alteración en el proyecto o en la obra misma, se tramitarán según lo indicado en la ordenanza general.

¹⁵ CHILE. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. 2003. DFL. 458: Ley General de Urbanismo y Construcción. Artículo 116 inciso sexto.

¹⁶ CHILE. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. 2003. DFL. 458: Ley General de Urbanismo y Construcción. Artículo 118.

Una vez que la DOM haya proveído la información u observaciones al profesional a cargo o al propietario, tendrá la responsabilidad el profesional a cargo de aportar los antecedentes necesarios y evacuar el proyecto según las exigencias formuladas.

Este título también trata las obligaciones a las cuales están sujetas las personas, tanto naturales como jurídicas, que tengan por giro la actividad inmobiliaria, o que sean constructoras o encarguen la construcción de bienes raíces destinados a vivienda, locales comerciales u oficinas, cuando hacen un contrato de promesa de compraventa en que el promitente comprador entregue todo o parte del precio del bien raíz. Este contrato deberá realizarse en instrumento privado autorizado ante notario y caucionarlo mediante póliza de seguro o boleta bancaria, aceptada por el promitente comprador, por el valor igual a la parte ya pagada por el comprador del bien raíz, para el evento de que no se cumplan los plazos de entrega del inmueble o al cumplimiento de la condición establecida en el contrato por el promitente vendedor. De hecho los notarios tienen expresa prohibición legal de autorizar contratos de esta índole en el cual no se haya constituido la garantía recién descrita, a favor del comprador¹⁷. Este es otro caso en el cual la LGUC altera directamente una relación contractual entre privados. Aún cuando la situación es muy distinta a la antes descrita del artículo 18 de este mismo cuerpo legal, sobre la exigencia al primer vendedor, de entenderse incorporadas las indicaciones publicitarias en los contratos de compraventa de un inmueble, también la ley establece garantías a favor del comprador de inmuebles, en este caso, puesto que busca asegurar la inversiones en las “compras en verde”, o sea los contratos de promesa de compraventa cuando el inmueble aún no tenga su recepción definitiva.

La fiscalización de las obras de edificación y urbanización que se ejecuten dentro de una comuna y del destino que se le da a los edificios, le corresponderá a la DOM. Para ello los funcionarios municipales tendrán libre acceso a las obras de edificación y urbanización, así como los revisores independientes en las obras en las que les corresponda informar. Se les debe sumar los cuerpos de bomberos, que tendrán libertad para inspeccionar las condiciones generales de seguridad, la seguridad contra incendios (establecida en la normativa vigente) y el funcionamiento de las instalaciones de emergencia de los edificios. Los bomberos tendrán las mismas facultades fiscalizadoras una vez que la obra esté

¹⁷ CHILE. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. 2003. DFL. 458: Ley General de Urbanismo y Construcción. Artículo 138 bis.

terminada, al igual que las Direcciones de obras Municipales para velar por el cumplimiento de las normas sobre seguridad y conservación de las edificaciones.

Durante la ejecución de una obra el encargado de velar de que en ella se adopten las medidas de gestión y control de calidad para que se ejecuten conformes a esta ley y a la ordenanza general y se ajuste a los planos y especificaciones del respectivo proyecto, es el constructor. Una vez terminada la obra, debe ser el mismo constructor el que informe sobre estas gestiones y control de calidad, aplicados durante su ejecución. Con ello debe certificar que se han aplicado.

Pese a lo anteriormente descrito sobre la labor del constructor, el propietario tiene la libertad de designar una empresa o un técnico distinto para que cumpla con la misma labor y se sujete a lo ordenado por el inciso primero del artículo 143 de la LGUC.

La recepción definitiva de una obra podrá proveerse por la DOM, cuando la obra este terminada o una parte de la misma pueda habilitarse independientemente, pudiendo solicitarla el propietario o el arquitecto, el artículo 144 de la LGUC. Esta solicitud deberá acompañarse con el informe del arquitecto, y en su caso del revisor independiente, en el cual se certifique que dicha obra cumplió con lo indicado en el permiso aprobado. Si la construcción contó con un inspector técnico de obras¹⁸, se deberá acompañar la solicitud de un informe de este dicho profesional.

Otro requisito para obtener la recepción definitiva, es que se deberá acompañar una copia del plan de evacuación, como lo establece el inciso tercero del artículo 144 de la LGUC:

“Conjuntamente con la solicitud de recepción de las edificaciones cuya carga de ocupación sea igual o superior a 100 personas, destinadas a edificaciones colectivas, equipamientos y actividades productivas, se deberá adjuntar copia del plan de evacuación ingresado al Cuerpo de Bomberos respectivo. Dicho plan incluirá las condiciones generales de seguridad, de seguridad contra incendio y de funcionamiento de las instalaciones de emergencia de los edificios en lo relativo a la señalética implementada

¹⁸CHILE. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. 2003. DFL. 458: Ley General de Urbanismo y Construcción. Artículo 1.1.2 de Definiciones.

Inspector Técnico: profesional competente, independiente del constructor, que fiscaliza que las obras se ejecuten conforme a las normas de construcción que le sean aplicables y al permiso de construcción aprobado. Se entenderá también como tal, la persona jurídica en cuyo objeto social esté comprendido el servicio de fiscalización de obras y que para estos efectos actúe a través de un profesional competente. Tratándose de construcciones que ejecuta el Estado, por cuenta propia o de terceros, podrá el inspector fiscal desempeñarse como inspector técnico.

para las vías de evacuación, así como un plano que incluya dichas vías, la indicación de los grifos, red seca, red húmeda, accesos, sistemas de alumbrado, calefacción, los artefactos a gas contemplados y sus requerimientos de ventilación, y otros antecedentes que sea útil conocer en caso de emergencia”.

Este mismo artículo 144 proporciona una importante señal que indica con bastante claridad cual es la responsabilidad que tiene el director de obras en materia de edificación y urbanización, porque revela que este debe revisar únicamente el cumplimiento de las normas urbanísticas aplicables a la obra, conforme el permiso otorgado y procederá a efectuar la recepción, si fuera procedente¹⁹.

Es relevante señalar que mientras no se otorgue la recepción definitiva o parcial (existe una parte de la edificación que puede ser habitada o usada), ninguna obra podrá ser habitada o destinada a uso alguno. Además de las sanciones de multa, pueden acompañarse otras penas a su inobservancia, como la inhabilidad de la obra hasta que se obtenga su recepción y el desalojo de sus habitantes con el auxilio de fuerza pública, cuando así lo decrete el Alcalde, a petición del Director de Obras Municipales.

En cuanto a las demoliciones, el Párrafo 7 del Capítulo II del Título III de la LGUC, indica en que caso el Alcalde, a petición del Director de Obras, puede ordenar la demolición total o parcial de una obra, a costas del propietario, y una de esos casos es cuando las obras no ofrezcan las debidas garantías de salubridad o seguridad, o que amenacen ruina.

Otro caso relevante es cuando la obra de ejecute en disconformidad con la LGUC, con la ordenanza general u local respectiva²⁰. De hecho la misma ley señala que cualquier persona puede denunciar a la Municipalidad respectiva, la ruina de un edificio o su mal estado, cuando ello pudiese implicar la caída de materiales o elementos de construcción. Básicamente la diferencia que existe con la dirección de obras es que para el órgano administrativo es un imperativo la petición de demolición de la obra, en los casos en que se cumplen las características señaladas en el artículo 148, en cambio para cualquier otra persona, es una facultad, pudiendo hacer o no la denuncia.

¹⁹ CHILE. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. 2003. DFL. 458: Ley General de Urbanismo y Construcción. Artículo 144 inciso cuarto.

²⁰ CHILE. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. 2003. DFL. 458: Ley General de Urbanismo y Construcción. Artículo 148 número 1 y 3.

Una vez que la denuncia es recibida, el Director de Obras debe mandar a practicar un reconocimiento de dicha obra y propondrá a la alcaldía, lo que estime conveniente. Cumplido lo anterior, el alcalde fija al propietario un plazo prudencial para la demolición de la edificación, o de la parte de la obra, que amenace con derrumbarse. Esta resolución se notifica al propietario o su representante legal. Si este no es habido, ni tuviese representante legal o mandatario conocido, la notificación será por aviso en 3 diarios de la ciudad cabecera de la provincia. Si la obra fuese un edificio, también serán notificados su ocupantes y arrendatarios.

El propietario dentro del plazo fijado para la ejecución de la demolición (plazo prudencial), podrá pedir la reposición de esta y una nueva revisión, que se proceda a su costa. Una vez que el plazo esté cumplido, o la reposición sea desechada, la alcaldía dispondrá la demolición, sin más trámite, con auxilio de la fuerza pública y por supuesto, previamente desalojando a quienes ocupen el inmueble.

Igualmente el propietario siempre tendrá la opción de reclamar por la demolición, ante la justicia ordinaria, dentro del plazo de 10 días hábiles desde la notificación de la alcaldía (esto sin perjuicio de la reposición, que siempre podrá deducirse). Ante esta situación el juez que conozca de la causa solo podrá suspender la demolición, con la dictación de una orden de no innovar. El procedimiento que les regirá será el de juicio sumario y tiene competencia para conocerlos los juzgados de letras de turno de mayor cuantía en lo civil. Pese a todo lo anterior, el artículo 156 de la LGUC, tiene la facultad, en determinadísimo casos de no seguir todo este procedimiento:

Artículo 156º.- Cuando el peligro de derrumbe de una obra o de parte de ella fuere inminente, la Alcaldía podrá adoptar de inmediato todas las medidas necesarias para eliminar el peligro, incluso la de demoler sin más trámite, total o parcialmente la obra, todo por cuenta del propietario del inmueble.

En este caso, deberán hacerse constar en un acta los trabajos que se ejecuten, los gastos que éstos originen y los demás antecedentes e informaciones que procedan. Esta acta será firmada por el Director de Obras Municipales, el Jefe de Carabineros del Sector y un actuario o ministro de fe, que designará el Alcalde.

En cuanto a los propietarios de los establecimientos industriales, comerciales o de edificios de cualquier índole que no ofrecieran garantías de seguridad, deben cumplir con

las mejoras exigidas por la DOM, de acuerdo a la ordenanza general o local, dentro del plazo señalado por la Municipalidad²¹.

Estas son a grandes rasgos las indicaciones que resultan más pertinentes dentro de esta ley para este trabajo sobre legislación antisísmica, dado que se hacen indicaciones sobre los permisos generales para construir. También de las eventuales responsabilidades y obligaciones que tienen aquellos actores relacionados con el mundo inmobiliario y de la construcción y finalmente se refiere quienes son aquellos funcionarios de la administración pública, más circunscritamente de las municipalidades, que deben otorgar los permisos de construcción y que responsabilidades les caben por dichas labores.

Por último, es importante referirse a las decisiones municipales que pueden ser aplicadas a una obra dañada, a tal punto que para aquellas que se encuentren en situación de extremo riesgo pudiese dictarse inclusive, la orden de demolición de dicho inmueble.

²¹ CHILE. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. 2003. DFL. 458: Ley General de Urbanismo y Construcción. Artículo 159.

2.2 Ordenanza General de Urbanismo y Construcción

La ordenanza general de urbanismo y construcción (OGUC) es el cuerpo reglamentario de la ley general y junto a ella son la base y estructura del derecho urbanístico chileno.

La LGUC señala sobre su nivel de acción, que la OGUC es la “que contiene las disposiciones reglamentarias de esta ley y que regula el procedimiento administrativo, el proceso de planificación urbana, urbanización y construcción, y los standards técnicos de diseño y construcción exigibles en los dos últimos”²².

La OGUC se compone de 6 títulos. El primero es de las **Disposiciones Generales**, que tiene a su haber 4 capítulos, principiando por las normas de competencia y definiciones, de las responsabilidades, de las sanciones y finalmente las disposiciones comunes a los permisos de urbanización y edificación.

El segundo título trata **De la Planificación**, que se compone de 7 capítulos, el primero de la planificación urbana y sus instrumentos; el segundo de las normas de urbanización; tercero sobre los trazados viales urbanos; el cuarto de los estacionamientos, accesos y salidas vehiculares; quinto de los cierros, propiedades abandonadas, líneas de edificación, ochavos y antejardines; el sexto capítulo del agrupamiento de los edificios y su relación con el suelo y; el séptimo de las salientes y decoraciones de la edificación.

El tercer título **De la Urbanización**, compuesto de 4 capítulos, primero de los permisos de las obras y sus tramites; el segundo de la ejecución de las obras; tercero de las garantías de las obras y; cuarto de la recepción de las obras, y sus transferencias e inscripciones.

El cuarto título es **De la Arquitectura**, que es el más reglamentado, conteniendo 14 capítulos, el primero sobre las condiciones de habitabilidad; segundo sobre las condiciones generales de seguridad, el tercero de las condiciones de seguridad contra incendios; el cuarto capítulo de los edificios de asistencia hospitalaria; el quinto sobre locales escolares y hogares estudiantiles; sexto sobre edificios destinados al culto y locales anexos; séptimo de teatros y otros locales de reuniones; octavo capítulo sobre establecimientos deportivos y recreativos; el noveno de hoteles, residenciales, hogares y hospederías; capítulo décimo sobre centros comerciales; capítulo undécimo de edificios de estacionamiento, centros de reparación automotor y estaciones de servicio automotor; duodécimo de caballerizas y establos; decimotercero de terminales de servicio de locomoción urbana y; decimocuarto de establecimientos industriales y de bodegajes.

²² CHILE. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. 2003. DFL. 458: Ley General de Urbanismo y Construcción. Artículo 2 inciso tercero.

El quinto título es **De la Construcción**, con 9 capítulos, siendo el primero el de los permisos de edificación y sus trámites; segundo de las inscripciones y recepciones de obras; el capítulo tercero sobre clasificación de construcciones; el cuarto de solicitudes de las construcciones; quinto sobre materiales de construcción; sexto capítulo de condiciones mínimas de elementos de construcción no sometidos a cálculo de estabilidad; capítulo séptimo de las fundaciones; octavo sobre faenas constructivas y; finalmente el capítulo noveno de instalaciones y pavimentación de calzadas interiores.

El último título es el **Reglamento Especial de Viviendas Económicas**, que al igual que en la ley general, tiene un apartado propio. Este título se compone de cinco capítulos, el primero sobre las disposiciones generales y definiciones; el segundo de las normas de urbanización; el tercer capítulo de la ejecución de las obras de urbanización; el cuarto de la arquitectura y; el quinto y último capítulo trata sobre las construcciones con financiamiento del Estado.

De acuerdo a la reseña histórica que está inserta en la misma Ordenanza, este cuerpo reglamentario contiene normas fundamentales sobre los procedimientos administrativos para obtener los permisos de edificación; sobre los diseños arquitectónicos para los distintos tipos de edificios según su uso; sobre la estabilidad de las construcciones; sobre subdivisión del suelo, urbanización y formación de nuevas poblaciones. Además contiene las normas que establecen el cumplimiento obligatorio de las disposiciones normativas de los servicios de utilidad pública, en materia de instalación de edificios²³.

En el título I de la ordenanza general, de las “Disposiciones Generales”, en su capítulo 2 de las Responsabilidades, hace indicaciones muy semejante a la LGUC, en su apartado de los profesionales, pero es más precisa a la hora de señalar la responsabilidad de estos, es así como en el caso del Proyectista, no se queda exclusivamente con la responsabilidad en su ámbito de competencia, sino que indica que “será responsable respecto de los cálculos de superficie edificada, de los coeficientes de constructibilidad y de ocupación del suelo, porcentajes, superficies de sombra y demás antecedentes declarados, cuyo cálculo no corresponderá verificar a las direcciones de obras municipales”²⁴.

²³ AMADOR BRIEVA ALVARADO y LIONEL BASTIAS ROMO. 2007. Ordenanza General de Urbanismo y Construcción, Reseña histórica. Decimotercera edición actualizada. Editorial Jurídica.

²⁴ CHILE. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. 1992. DS. 47: Ordenanza General de Urbanismo y Construcción. Artículo 1.2.4.

El artículo 1.2.5 se refiere a la responsabilidad que tiene el Revisor Independiente, subsidiaria a la del proyectista, en cuanto a la aplicación de normas pertinentes al respectivo proyecto de arquitectura, en los casos que a la solicitud de permiso y recepción definitiva de las obras se acompañe un informe favorable elaborado por este. También señala que en aquellos proyectos que consulten edificios de uso público en conjunto con edificaciones de uso privado, se puede contratar al revisor independiente para que haga un informe solo en lo referido a la edificación de uso público, circunstancia que debe ser consignada en dicho informe. En caso contrario, o cuando la construcción constituye una unidad estructural y funcional, se entenderá que el informe corresponde al proyecto en su totalidad.

En cuanto a la responsabilidad del constructor, se señala lo mismo que en la ley general, pero se detalla la obligación de mantener en forma permanente y actualizada, en la obra, un Libro de Obras²⁵, conformado por hojas originales y dos copias de cada una, todas con numeración correlativa. Este libro debe incluir, y estamparlo en su inicio o en su carátula, como información mínima:

1. Individualización del proyecto.
2. Número y fecha del permiso municipal respectivo.
3. Nombre del propietario.
4. Nombre del arquitecto.
5. Nombre del calculista.
6. Nombre del supervisor.
7. Nombre del constructor a cargo de la obra cuando ésta se inicie.
8. Nombre del inspector técnico, si lo hubiere.
9. Nombre del Revisor Independiente, si lo hubiere.
10. Nombre del Revisor de Proyecto de Cálculo Estructural, cuando corresponda su contratación.

²⁵ CHILE. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. 1992. DS. 47: Ordenanza General de Urbanismo y Construcción. Artículo 1.1.2 de Definiciones.

Libro de Obras: documento con páginas numeradas que forman parte del expediente oficial de la obra y que se mantiene en ésta durante su desarrollo, en el cual se consignan las instrucciones y observaciones a la obra formulada por los profesionales competentes, los instaladores autorizados, el inspector técnico, el revisor independiente cuando corresponda, y los Inspectores de la Dirección de Obras Municipales o de los organismos que autorizan las instalaciones.

11. Nombre de los profesionales proyectistas de instalaciones domiciliarias, urbanizaciones o de especialidades, según corresponda, al iniciarse las obras respectivas.

En el libro de obras deberá firmarse por el profesional respectivo, cualquier anotación que haga en este documento y cualquier modificación, inclusive de propietario. Al hacer una anotación, el profesional respectivo se llevara una copia que le sirva como respaldo a su actuar, otra copia queda en poder del propietario y una tercera se entregará a la Dirección de Obras Municipales en la recepción definitiva de la obra, junto al expediente correspondiente.

En el caso del Inspector Técnico, el artículo 1.2.8, determina que su responsabilidad es la fiscalización de las obras, para que estas se ejecuten conforme a las normas de construcción aplicables a la materia y al permiso de construcción aprobado. Inclusive en el inciso final del artículo, la ordenanza determina que serán subsidiariamente responsables con el constructor de la obra, en lo previamente descrito.

En cuanto a las medidas de control de gestión y calidad de la obra, el artículo 1.2.9 señala la responsabilidad que se les asigna a los profesionales que actúen en la obra:

“El constructor o las empresas y los profesionales distintos del constructor contratados por el propietario serán responsables de adoptar, durante el transcurso de la obra, medidas de gestión y control de calidad para que ella se ejecute conforme a las normas de la Ley General de Urbanismo y Construcciones y de la presente Ordenanza, y se ajuste a los planos y especificaciones del respectivo proyecto. Asimismo, una vez que la obra está terminada, dichos profesionales serán responsables de informar al Director de Obras Municipales respectivo, de las medidas de gestión y control de calidad adoptado y certificar que éstas se han cumplido. Las personas jurídicas que presten el servicio de gestión y control mencionado en el inciso anterior, deberán realizarlo a través de profesionales competentes y serán solidariamente responsables con el constructor a cargo de la obra”.

En cuanto a la determinación de la ley general, en su artículo 18, de entender incorporadas las condiciones ofrecidas en la publicidad al contrato de compraventa, la ordenanza, va más allá y determina que estas condiciones se entienden vigentes, desde que cierra el negocio, o al hacer una promesa de compraventa o en la compraventa

misma, especificando que en aquellos casos en que se encuentren esas 3 situaciones, se entenderán incorporadas las condiciones ofrecidas en la publicidad en época del cierre del negocio, sumando a lo anterior, que toda publicidad se entiende indefinida salvo que se señale un plazo de vigencia.

Los planos de estructura y memoria de cálculo, que en aquellos casos que corresponda deberá incluir la mecánica de suelos, son de exclusiva responsabilidad de los profesionales competentes que la suscriban, siendo estos mismos los que deberán asistir al constructor en estas materias, hecho que deberán dejar constancia en el libro de obra. Sobre esta materia la norma indica que no corresponderá al Director de Obras, ni al revisor independiente, revisar la memoria de cálculo, los planos de estructura y el estudio de mecánica de suelos²⁶.

En cuanto al Supervisor de la Obra²⁷, según el artículo 1.2.15, este es responsable de velar que el proyecto de arquitectura se materialice según los planos y especificaciones técnicas aprobados por el Director de Obras Municipales, incluidas sus modificaciones.

Sobre los Revisores de Proyecto de Cálculo Estructural, estos responderán de acuerdo a las normas generales de prestaciones de servicios profesionales, no pudiendo en caso alguno, actuar como tales, en proyectos en los cuales estén cumpliendo otra función.

El capítulo 3 de este título es “De las Sanciones” y sirve como complemento normativo a la ley general, en lo que se refiere a las infracciones y las respectivas sanciones señaladas en la ley, ordenanza y a los instrumentos de planificación territorial. Ello porque se indica detalladamente que lo que se considera como infracción a la ordenanza general y por lo tanto quedarían sujetos a multa²⁸:

1. La ejecución de cualquier obra de construcción en contravención con las disposiciones de la presente Ordenanza.

²⁶ CHILE. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. 1992. DS. 47: Ordenanza General de Urbanismo y Construcción. Artículo 1.2.14.

²⁷ CHILE. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. 1992. DS. 47: Ordenanza General de Urbanismo y Construcción. Artículo 1.2.2 de Definiciones.

Supervisor: autor del proyecto de arquitectura de una obra o el profesional competente que lo remplace, cuya misión es velar por que el proyecto de arquitectura se materialice en la forma concebida y de acuerdo con el respectivo permiso de edificación.

²⁸ CHILE. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. 1992. DS. 47: Ordenanza General de Urbanismo y Construcción. Artículo 1.3.2.

2. La ejecución de una obra sin permiso otorgado por la Dirección de Obras Municipales.
3. La adulteración de los planos, especificaciones y demás documentos de una obra, aprobados por la Dirección de Obras Municipales o por los servicios de utilidad pública que correspondan.
4. El incumplimiento por parte del propietario o de cualquier profesional competente, de las instrucciones o resoluciones emanadas de la Dirección de Obras Municipales.
5. Negar el acceso a las obras a los funcionarios de la Dirección de Obras Municipales, al Revisor Independiente o al inspector técnico.
6. Cambiar el destino de una edificación sin el correspondiente permiso.
7. La falta de profesionales competentes responsables de la supervisión, construcción o inspección de la obra.
8. La falta de revisor independiente o de inspector técnico, tratándose de edificios de uso público.
9. La falta de Revisor de Proyecto de Cálculo Estructural, cuando corresponda su contratación.
10. La inexistencia de Libro de Obras, las adulteraciones de éste, la omisión de las firmas correspondientes en las instrucciones y observaciones, o el incumplimiento de tales instrucciones sin justificación.
11. Emplear materiales o elementos industriales defectuosos que contravengan las disposiciones de esta Ordenanza.

Pese a esta detallada enumeración de infracciones a la ordenanza que indica el artículo 1.3.2, que deben ser sancionadas con multa de acuerdo a lo ordenado por la LGUC, en el mismo artículo se indica que esta enumeración de infracciones no es taxativa, dado que se abre la sancionabilidad al indicar con la expresión “entre otras”, que estas no son las únicas infracciones que recibirán las sanciones contempladas por la ley general.

El artículo 1.4.7, indica que en aquellos casos en los cuales exista un revisor independiente, en lo referido a la revisión de permisos de edificación y urbanización, cuando tanto el revisor independiente como el Director de Obras Municipales deban pronunciarse sobre las mismas materias, la responsabilidad que les acarree dicho pronunciamiento será solidaria.

En cuanto a los estudios de seguridad, de evacuación, de riesgo, de carga de combustibles y de ascensores, que en conformidad con la ley general y esta ordenanza, deban presentarse en compañía a las solicitudes para aprobación de anteproyectos o permisos ante las Direcciones de Obras Municipales, no requieren aprobación de otros organismos para su obtención, cuando estén debidamente suscritos por el profesional especialista, salvo que se indique expresamente lo contrario, en alguna otra ley.

Con lo anterior, la ordenanza hace una clara indicación de la independencia que tiene en materia de otorgamiento de permisos de construcción las Direcciones de Obras Municipales.

El título II de la ordenanza, "De la Planificación", se refiere principalmente a los instrumentos de planificación urbana y territorial que establece la ley. Ello no es del todo atinente a la materia de estudio de este trabajo, pero aún así, se pueden encontrar ciertas disposiciones que resultan interesantes o a lo menos se aproximan a lo referido a la legislación antisísmica. Es así como en las disposiciones complementarias del capítulo 1 de este título, De la Planificación Urbana y sus Instrumentos, en el artículo 2.1.17, señala que en los instrumentos de planificación territorial podrán definirse ciertas zonas no edificables, cuando por su naturaleza especial y ubicación no sean susceptibles de edificación, según lo señalado en el Plan Regulador, teniendo solo lugar solo actividades transitorias, así lo indica el artículo 60 de la LGUC.

Áreas de riesgo, por otro lado, son aquellos territorios, que previo un estudio fundado, se limita determinados tipos de construcción por razones de seguridad contra desastres naturales u otros semejantes que requieran para su utilización la incorporación de obras de ingeniería o de otra índole suficientes para subsanar o mitigar tales efectos. Para autorizar proyectos en las denominadas áreas de riesgo, se requiere el acompañamiento en la solicitud de permiso de edificación, de estudios fundados realizados por profesionales especialistas y aprobados por el organismo competente que determine las acciones que deberán ejecutarse para su utilización, incluida la Evaluación de Impacto Ambiental correspondiente conforme a la Ley 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente, cuando corresponda. Este tipo de proyectos podrán recibirse total o parcialmente en la medida que se hubieren ejecutado las acciones indicadas en el referido estudio. En estas áreas, el plan regulador establecerá las normas urbanísticas aplicables a los proyectos una vez que cumplan con los requisitos establecidos en este inciso

Las “zonas no edificables” corresponderán a aquellas franjas o radios de protección de obras de infraestructura peligrosa, tales como aeropuertos, helipuertos, torres de alta tensión, embalses, acueductos, oleoductos, gaseoductos, u otras similares, establecidas por el ordenamiento jurídico vigente.

Las “áreas de riesgo” se determinarán en base a las siguientes características:²⁹

1. Zonas inundables o potencialmente inundables, debido entre otras causas a la proximidad de lagos, ríos, esteros, quebradas, cursos de agua no canalizados, napas freáticas o pantanos.
2. Zonas propensas a avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas.
3. Zonas con peligro de ser afectadas por actividad volcánica, ríos de lava o fallas geológicas.
4. Zonas o terrenos con riesgos generados por la actividad o intervención humana.

En el título IV de la ordenanza general “De la Arquitectura”, resulta relevante el capítulo 2 De las Condiciones Generales de Seguridad, cuyo ámbito de aplicación se divide en las áreas de uso común de de edificaciones colectivas y las áreas destinadas al público en los edificios de uso público. Si en otras normas u en otras disposiciones de este título, se dispone de normativa especial, estas primarán sobre las normas generales a las cuales se refiere este capítulo.

La aplicación de este capítulo abarca prácticamente la totalidad de las construcciones destinadas al uso de entidades colectivas, entendiéndose como tales, los edificios de vivienda, industriales, de oficina, comercio y otros. La ordenanza hace una diferencia muy particularizada entre estoas edificaciones y aquellos edificios que tiene como finalidad el albergue de personas sujetas al régimen de privación de libertad, puesto que a este tipo de edificaciones no les será aplicable las disposiciones de este capítulo que resulten incompatibles con dicha situación.

El capítulo de las Condiciones Generales de Seguridad se divide en ciertos temas que el legislador consideró básicos para desarrollarlo. Estos temas son la carga de ocupación, alturas mínimas, barandas, vías de evacuación, escaleras, escaleras auxiliares, pasillos, rampas, puertas de escape y señalización.

²⁹. CHILE. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. 1992. DS. 47: Ordenanza General de Urbanismo y Construcción. Artículo 2.1.17.

Sobre las Cargas de Ocupación³⁰, la Ordenanza entrega una tabla de carga de ocupación, la que será la base para el dimensionamiento de las vías de evacuación para tomar en consideración la superficie necesaria para dichas vías:

TABLA DE CARGA DE OCUPACION³¹

DESTINO	M² X PERSONA
Vivienda (superficie útil):	
Unidades de hasta 60 m2	15,0
Unidades de más de 60 m2 hasta 140 m2	20,0
Unidades de más de 140 m2	30,0
Oficinas (superficie útil):	10,0
Comercio (locales en general):	
Salas de venta niveles -1, 1 y 2	3,0
Salas de venta en otros pisos	5,0
Supermercados (área de público)	3,0
Supermercados (trastienda)	15,0
Mercados y Ferias (área de público)	1,0
Mercados y Ferias (puestos de venta)	4,0
Comercio (Malls):	
Locales comerciales, en niveles con acceso exterior	10,0
Pasillos entre locales, en niveles con acceso exterior	5,0
Locales comerciales, otros niveles	14,0
Pasillos entre locales, otros niveles	7,0

³⁰CHILE. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. 1992. DS. 47: Ordenanza General de Urbanismo y Construcción. Artículo 1.1.2. de Definiciones.

Cargas de Ocupación: relación del número máximo de personas por metro cuadrado, para los efectos previstos en la presente Ordenanza, entre otros, para el cálculo de los sistemas de evacuación según el destino del edificio y de sus sectores si contiene diferentes usos.

³¹ CHILE. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. 1992. DS. 47: Ordenanza General de Urbanismo y Construcción. Artículo 4.2.4.

Patios de comida y otras áreas comunes con mesas	1,0
Educación:	
Salones, auditorios	0,5
Salas de uso múltiple, casino	1,0
Salas de clase	1,5
Camarines, gimnasios	4,0
Talleres, Laboratorios, Bibliotecas	5,0
Oficinas administrativas	7,0
Cocina	15,0
Salud (Hospitales y Clínicas):	
Áreas de servicios ambulatorios y diagnóstico	6,0
Sector de habitaciones (superficie total)	8,0
Oficinas administrativas	10,0
Áreas de tratamiento a pacientes internos	20,0
Salud (Consultorios, Policlínicos):	
Salas de espera	0,8
Consultas	3,0
Otros:	
Recintos de espectáculos (área para espectadores de pié)	0,25
Capillas, Discotecas	0,5
Salones de reuniones	0,8
Área para público en bares, cafeterías, pubs	1,0
Restaurantes (comedores), salones de juego	1,5
Salas de exposición	3,0
Hogares de niños	3,0
Gimnasios, Academias de danza	4,0
Hogares de ancianos	6,0
Estacionamientos de uso común o públicos (superficie total)	16,0
Hoteles (superficie total)	18,0
Bodegas, Archivos	40,0

La tabla indica como excepción, que en aquellos casos en los cuales el edificio no sea residencial u oficina, cuando esté contemplado un número fijo de ocupantes, se le podrá descontar de la carga de ocupación aplicable a las salidas comunes, aquellos recintos que contemplen una ocupación no simultánea, como los auditorios o laboratorios en los establecimientos educacionales, o las salas de reunión o casinos en establecimientos industriales.

Si algún edificio tiene un destino que no aparezca señalado en la tabla se deberá assimilar a uno de los ahí estipulados.

Si el local cuenta con asientos fijos, se tomará por número de personas, el número de asientos que exista y si son aposentaduras corridas, se entenderá que la carga de ocupación que le corresponde será de 0,45 m² por persona.

Si la edificación tiene dos o más destinos, se calculará la carga de ocupación correspondiente a cada uno de esos sectores según su destino y si el mismo sector contempla usos o destinos alternados, se deberá considerar la carga de ocupación más exigente.

El ancho mínimo que debe tener cualquier vía de evacuación se debe determinar de acuerdo a la base de carga de ocupación de la superficie que sirva para dicha sección. Si una edificación tiene 2 o más pisos, el piso de salida se considerará como superficie servida la ubicada hasta en el nivel superior o inferior adyacente ha dicho piso, sin incluir la superficie de los demás pisos³². Ahora si existe convergencia entre dos pisos adyacentes en un piso intermedio de salida, el ancho de esta se calcula sumando el numero de ocupantes de esos dos pisos. Si hay 2 o más vías de salida, la superficie de dichas vías de puede dividir por el número de salidas. El ancho de las vías de evacuación puede ser variable siempre y cuando, se cumplan los anchos mínimos de para cada tramo de ellas.

A lo indicado para los anchos de las vías de evacuación en lo referente a las escaleras, se debe tener en consideración que existe normativa para los anchos de estas, en el artículo 4.2.10 de la Ordenanza.

Sobre las Alturas Mínimas, el artículo 4.2.6, indica que las alturas mínimas de las vías de evacuación de interior debe ser de 2,05 metros, medidos en forma vertical desde el piso de la obra terminada, hasta la proyección más cercana al cielo, vigas u otros elementos

³² CHILE. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. 1992. DS. 47: Ordenanza General de Urbanismo y Construcción. Artículo 4.2.5.

salientes, exceptuándose las escaleras que deberán cumplir con un altura mínima, trazando un arco de 1,8 metros de radio, desde la nariz de las gradas. En los vanos de puertas, la altura mínima será de 2 metros.

En lo referido a las Barandas, el artículo 4.2.7 indica que “Todas las aberturas de pisos, mezaninas, costados abiertos de escaleras, descansos, pasarelas, rampas, balcones, terrazas, y ventanas de edificios que se encuentren a una altura superior a 1 metro por sobre el suelo adyacente, deberán estar provistas de barandas o antepechos de solidez suficiente para evitar la caída fortuita de personas. Dichas barandas o antepechos tendrán una altura no inferior a 0,95 metros, medido desde el nivel de piso interior terminado y deberán resistir una sobrecarga horizontal, aplicada en cualquier punto de su estructura, no inferior a 50 kilos por metro lineal, salvo en el caso de áreas de uso común en edificios de uso público en que dicha resistencia no podrá ser inferior a 100 kilos por metro lineal. En los tramos inclinados de escaleras se admitirá una altura mínima de baranda de 0,85 metros, medida desde la nariz de los peldaños.

La baranda se podrá suprimir en caso de recintos con fachada de cristales fijos o ventanas cuya apertura no sobrepase 0,12 metros, que cuenten con antepecho, baranda o refuerzo interior de al menos 0,60 metros de altura, medido desde el nivel de piso interior terminado, y que certifiquen una resistencia de los cristales a sobrecargas horizontales no inferior a la indicada en el inciso primero de este artículo.

En los sectores accesibles para personas con discapacidad, cuando la altura del piso sobre el suelo adyacente sea de entre 0,30 metros y 1 metro, se deberá disponer un borde resistente de una altura no inferior a 0,30 metros, precedido de un cambio de textura en el pavimento a 0,50 metros del borde.

Las barandas transparentes y abiertas tendrán sus elementos estructurales y ornamentales dispuestos de manera tal que no permitan el paso de una esfera de 0,125 metros de diámetro a través de ellos.

En las escaleras las aberturas triangulares formadas por la huella, la contrahuella y la barra inferior de la baranda podrán admitir el paso de una esfera de 0,185 metros de diámetro.

Se exceptúan de lo dispuesto en este artículo los andenes de transporte de personas o de carga y descarga de productos, los escenarios y otras superficies cuya función se impediría con la instalación de barandas o antepechos”

Otro de los temas tratados en este capítulo es de las Vías de Evacuación, indicándose en primer lugar, en el artículo 4.2.8, que los ascensores, las rampas mecánicas y pasillos móviles no serán considerados como vía de evacuación, salvo en el caso de las dos últimas, cuando no se pueda utilizar por personas que hagan traslados de carros de transporte de mercadería y estén provistos de una parada manual que este debidamente señalizada, sin perjuicio de su conexión a sistemas automáticos de detención y alarma³³. En los casos de las áreas externas de una edificación como los patios, que sean susceptibles de ser ocupadas por personas, estos también deberán tener vías de evacuación, tomando como carga de ocupación lo que determine el arquitecto del proyecto, según los usos que se estimen para dicha área y si la salida de dicha área externa es por una edificación, el número de ocupantes de las áreas externas deberán ser considerados para hacer el cálculo de la vía de evacuación del edificio.

En el caso de las Escaleras, la ordenanza también tiene una tabla que permite determinar la cantidad de ellas y su ancho de acuerdo a la carga de ocupación del área servida.

ESCALERAS³⁴

N° de Personas	Cantidad y ancho mínimo	
Hasta 50	1	1,10 metros
Desde 51 hasta 100	1	1,20 metros
Desde 101 hasta 150	1	1,30 metros
Desde 151 hasta 200	1	1,40 metros
Desde 201 hasta 250	1	1,50 metros
Desde 251 hasta 300	2	1,20 metros
Desde 301 hasta 400	2	1,30 metros
Desde 401 hasta 500	2	1,40 metros
Desde 501 hasta 700	2	1,50 metros
N° de Personas	Cantidad y ancho mínimo	
Desde 701 hasta 1.000	2	1,60 metros

³³ CHILE. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. 1992. DS. 47: Ordenanza General de Urbanismo y Construcción. Artículo 4.2.21.

³⁴ CHILE. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. 1992. DS. 47: Ordenanza General de Urbanismo y Construcción. Artículo 4.2.10.

El mismo artículo indica que si la edificación tiene una carga de ocupación que sea mayor a 1.000 personas, tendrá que anexarse un estudio de evacuación al proyecto, en el cual se revele las soluciones habidas para el uso de las escaleras, de acuerdo a la cantidad, disposición y características de las escaleras adecuadas para utilizarse como vía de evacuación, basadas en la tabla de cantidad y ancho.

En cuanto a los edificios que tengan 2 o más escaleras, de acuerdo al número de personas que hagan uso de él, estas deberán ser independientes con lo que permite que estas sirvan para tal efecto como vías alternativas, para cada piso de dicha construcción.

En los edificios que tienen 10 o más pisos en los cuenten solo con una escalera de evacuación o en aquellos que tengan una menor cantidad de pisos pero no existiera más de 1 escalera como vía de evacuación o no fueran de uso alternativo para ello, la escalera que cumpla dicha característica para cada piso, deberá terminar en una terraza de evacuación, que no puede tener como ancho mínimo menor a los 3 metros, ni un área menor a 0,2 metros por persona calculada en base a la carga de ocupación del sector del edificio ubicado por sobre la mitad del recorrido de evacuación de la escalera, ahora si un estudio de seguridad justifica la adopción de otro tipo de lugar de evacuación protegido contra incendios, se podrá estar a sus especificaciones³⁵.

Las escaleras de evacuación, tienen cuatro requerimientos mínimos:

- en primer lugar deben tener instalados pasamanos a lo menos en uno de los costados de la escalera;
- segundo en tramos inclinados deberán ubicarse los pasamanos a una altura entre 0,85 y 1,05 metros y en los descansos o vestíbulos entre 0,95 y 1,05 metros;
- tercero, en aquellas escaleras que formen parte de una zona vertical de seguridad, los tramos deberán ser rectos y las huellas de los peldaños y descansos deberán ser antideslizantes y ;
- finalmente el ancho de huella de los peldaños no puede ser menor a 0, 28 (proyección horizontal) y la altura de contrahuella no puede ser menor de 0,13 ni mayor de 0,18 metros, esto se aplica a cualquier peldaño en una vía de evacuación.

³⁵ CHILE. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. 1992. DS. 47: Ordenanza General de Urbanismo y Construcción. Artículo 4.2.15.

Las escaleras de evacuación interiores, deben terminar en el piso de salida del edificio en un vestíbulo, galería³⁶ o pasillo que tengan un ancho mínimo de 1, 8 metros, ancho que deberá mantenerse hasta un espacio exterior que se comunique a la vía pública. La distancia entre la primera grada de la escalera y el espacio exterior no podrá superar los 20 metros, salvo que dicho espacio presente riesgo de incendio muy reducido de acuerdo a lo indicado por la NCh 1916 y si su revestimiento consta de materiales no combustibles, situación en la que dicha distancia podrá incrementarse en 20 metros más. En cambio en los pisos que no son salida del edificio, la distancia máxima entre la puerta del departamento, oficina o local será de 40 metros, salvo que la edificación cuente con un sistema de rociadores automáticos, avalados por un estudio de seguridad³⁷, en el que la distancia podrá ser de hasta 60 metros.

El artículo 4.2.14, señala las distancias máximas que pueden haber hacia las escaleras que sirvan como vía de evacuación de aquellos pisos destinados a estacionamiento, bodegas e instalaciones de servicio del edificio, desde cualquier punto del área de uso común hasta el la escalera más cercana no puede ser mayor a 60 metros, a menos que sea una planta abierta en al menos un 50% de su perímetro, en cuyo caso la distancia podrá ser de hasta 90 metros, aunque si la planta cuenta con un sistema de rociadores automáticos, avalados por un estudio de seguridad, en ambos casos la distancia puede incrementarse en un tercio.

En articulado distinto, la ordenanza se refiere a las escaleras auxiliares, las que son aquellas que proceden en las obras de rehabilitación del inmueble. Cuando las características previamente descritas para las escaleras sean de particular dificultad el Director de Obras respectivo podrá autorizar escaleras auxiliares exteriores, siempre que cumplan cuatro características básicas:

- La primera de ellas, que el ancho del recorrido, se calculará según la regla general, teniendo un ancho mínimo de 0,9 metros;

³⁶ CHILE. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. 1992. DS. 47: Ordenanza General de Urbanismo y Construcción. Artículo 1.1.2. de Definiciones.

Galería: espacio generalmente cubierto, horizontal o en rampa, destinado a la circulación de público, con locales comerciales a uno o ambos lados.

³⁷ CHILE. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. 1992. DS. 47: Ordenanza General de Urbanismo y Construcción. Artículo 1.1.2 de Definiciones.

Estudio de Seguridad: evaluación de las condiciones de seguridad que ofrece una construcción o un proyecto de construcción a sus posibles ocupantes, suscrito por un profesional competente.

- En segundo lugar los peldaños de dichas escaleras no pueden tener huellas menores a 0,21 metros, ni contrahuellas menores a 0,2 metros, además sus tramos deben ser rectos:
- En tercer lugar deberán cumplir con lo indicado previamente para las escaleras en general, en lo referido a defensas y barandas, pero además en aquellos casos en los cuales se estime necesario, se agregarán defensas adicionales que permitan contrarrestar sensaciones de vértigo.
- Finalmente la cuarta y última característica especial que deben tener las escaleras auxiliares, es que los accesos a ellas deberán estar debidamente señalizados, además podrán situarse al interior de departamentos, oficinas y locales y su tramos inferior podrá ser retráctil o despegable, indicando además que las escaleras auxiliares pueden ser de estructura metálica, sin protecciones contra incendio³⁸.

En cuanto a los pasillos, la OGUC indica que cuando los pasillos de un edificio queden en situación de fondo de saco respecto a la escalera de evacuación, las puertas de acceso a departamentos, oficinas o locales, no podrán quedar a una distancia superior a 10 metros, a menos que el pasillo esté protegido contra fuego según lo señalado por el artículo 4.3.27 de esta Ordenanza³⁹.

El ancho libre de los pasillos, tendrán un ancho mínimo de medio centímetro por persona, calculados según la carga de ocupación de las superficie servida, teniendo un ancho mínimo de 1,1 metros. Si algún pasillo sirve para varios pisos, la superficie servida contemplará la ubicada hasta en el nivel superior o inferior adyacentes al piso de salida y si entre el piso superior e inferior existe un piso intermedio de salida, para determinar el ancho de la salida deberán sumarse el número de ocupantes de ambos pisos para determinar su ancho.

³⁸ CHILE. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. 1992. DS. 47: Ordenanza General de Urbanismo y Construcción. Artículo 4.2.16.

³⁹ CHILE. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. 1992. DS. 47: Ordenanza General de Urbanismo y Construcción.
 Artículo 4.3.27: Para los efectos de este Título se entenderá por pasillo protegido aquél cuyo resguardo contra el fuego cumple las siguientes condiciones:

1. Está aislado con respecto a otros recintos mediante elementos con una resistencia al fuego no menor a F-120.
2. Las puertas y tapas de aberturas tienen una resistencia al fuego de al menos F-30 y no ocupan más del 20% de la superficie de los paramentos del pasillo 1.
3. Contempla detectores de humo e iluminación de emergencia.
4. Su longitud no es superior a 30 m.

Si las ocupaciones son menores a 50 personas, o se trate de pisos subterráneos que sean destinados a estacionamientos, bodegas o instalaciones de servicio, el ancho mínimo será de 1,1 metros.

Tanto los pasillos como las galerías que sirvan o formen parte, como vía de evacuación no podrán tener obstáculos en el ancho requerido, salvo que estos sean elementos de seguridad y además no reduzcan más allá de 0,15 metros del ancho que indica la ordenanza.

En cuanto a las rampas, cuando estas sean partes de un recorrido de evacuación, en cuanto a su ancho, se entenderán como pasillos y no podrán tener una pendiente mayor a los 12°, sin perjuicio de las condiciones exigidas por el artículo 4.1.7 de esta misma Ordenanza, para facilitar la accesibilidad y desplazamiento de personas con discapacidad. En cuanto a los pasillos móviles y rampas mecánicas, estos no se pueden considerar vías de evacuación, salvo en el caso que se señaló en el apartado de las Vías de Evacuación.

Sobre las puertas de escape, estas deberán ser fácilmente reconocibles, no pudiendo cubrirse por materiales reflectantes u decoraciones que alternen su reconocimiento y ubicación. Su ancho mínimo de las puertas, se determinará de acuerdo a la carga de ocupación y lo estipulado en el artículo 4.2.5, sumando los anchos libres de salida de cada una, no pudiendo en ningún caso ser inferior al ancho mínimo de los pasillos que les sirven. Igualmente tendrán un ancho mínimo nominal de hoja de 0,85 metros y un alto mínimo de 2 metros. Su ancho libre de salida jamás será menor a 0,8 metros y el espesor horizontal del umbral, no será mayor a 0,6 metros.

En el piso de salida, el ancho nominal de hoja de la puerta de salida de la escalera de evacuación será de 0,9 metros. Todos estos anchos mínimos, son obligatorios, salvo en aquellas áreas cuya carga de ocupación sea de 10 o menos personas.

Las puertas de acceso a una escalera de evacuación no podrán obstruir, abierta esta, más de 1 tercio del ancho libre que debe tener la escalera, además deberán poder abrirse desde adentro sin necesidad de llave, mecanismo o conocimiento especial. En aquellas edificaciones que tengan una carga de de ocupación mayor a 50 personas, siempre las puertas de escape deberán abrir en el sentido de la evacuación.

Las puertas giratorias o deslizantes en edificios que sirvan a 10 o más personas, no son ni podrán considerarse en ningún caso como puerta de escape, salvo que dispongan de un

sistema de abatimiento de sus hojas, en el sentido de la evacuación, con una aplicación manual de fuerza, no superior a los 14 kilogramos.

En cuanto a la señalización, las vías de evacuación y accesos, deben ser identificadas con señales de gráfica adecuada, minimizando cualquier eventual confusión, en una situación de emergencia.

El capítulo V del Título de la Arquitectura, de los Locales Escolares y Hogares Estudiantiles, en su artículo 4.5.9 se entrega una tabla de cálculo de ancho mínimo de circulaciones horizontales, para asegurar una evacuación expedita, si esta es necesaria.

ANCHOS LIBRES EXIGIBLES EN CIRCULACIONES HORIZONTALES

NIVEL DE LOCAL ESCOLAR	CON RECINTOS EN UN LADO	CON RECINTOS EN AMBOS LADOS	INCREMENTOS
Parvulario hasta 60 al.	0,90 m	1,20 m	0,15 m por cada 30 al.
General Básico, Medio, Superior, Educación de Adultos y Hogar Estudiantil: hasta 180 al.	1,80 m	2,40 m	0,15 m por cada 30 al.

“En el nivel parvulario, si la circulación sirve a salas de actividades que tienen además puertas de salida directa al exterior, el ancho libre de la circulación, sea con recintos a uno o a ambos lados, podrá ser de 0,90 m.

Las circulaciones horizontales exteriores de los pisos superiores al primero, deberán tener una baranda de una altura mínima de 0,90 m, que no permita el paso de los alumnos ni su escalamiento. La baranda deberá diseñarse de manera que no pueda ser usada como asiento.⁴⁰

En aquellos casos tanto de locales escolares como de hogar estudiantil de más de un piso, deberá tener a lo menos una escalera principal que tenga un ancho libre mínimo de 1,2 metros, que cada 120 alumnos sobre 360 atendidos, se incrementará en 0,6 metros.

⁴⁰ CHILE. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. 1992. DS. 47: Ordenanza General de Urbanismo y Construcción. Artículo 4.5.10.

Las sala cunas de hasta 30 alumnos requerirán de un ancho mínimo de 0,9 metros. Exceptuándose las salas cunas recién descritas, en el resto de los locales educacionales, los tramos de dichas escaleras principales que unan 2 pisos deberán ser rectos y separados por a los menos 1 descanso, si dichos tramos tienen a lo menos 16 peldaños, los que además deberán tener cada uno una altura máxima de 0,18 metros y una huella de proyección horizontal de a lo menos 0,25 metros. Si en dichos locales escolares u hogares estudiantiles, que tengan 135 o 40 alumnos, respectivamente, atendidos en los pisos superiores, en el caso de tener solo 1 escalera, se exigirá otra escalera de escape de tramos rectos, de una ancho mínimo de 0,9 metros, de ubicación distanciada de la escalera principal, para garantizar una eventual evacuación alternativa. Las escaleras en este tipo de establecimientos, tendrán obligatoriamente pasamanos a ambos lados, a una altura mínima de 0,9 metros, diseñados para que no puedan ser usados como asientos y el espacio que haya bajo el pasamanos será diseñado de tal forma que no permita el paso de alumnos ni su escalamiento.

La desembocadura de estas escaleras en el primer piso deberá entregarse a un espacio exterior o a uno que se comunique directamente con el exterior y la distancia entre el primer peldaño y la puerta de salida de una y media del ancho de la escalera. En cada piso la distancia que haya entre la escalera y la puerta más alejada, nunca podrá sobrepasar los 40 metros, ni podrá ser inferior a 2 metros de la puerta más cercana.

En caso de que haya pisos que alberguen salacunas, las cajas de las escaleras, deberán tener una protección no escalable de a lo menos 1,4 metros, diseñada para impedir caídas de infantes por la escalera o al vacío. Todas las escaleras que se hagan para este tipo de establecimientos, llámese salacunas, locales escolares y hogares estudiantiles, deben tener un recubrimiento de material antideslizante.

Las salacunas que se ubiquen en pisos superiores al terreno natural deberán tener un sistema de evacuación para emergencias, que garanticen la salida a una zona de seguridad del local.

En aplicación a este tipo de establecimientos, todos ellos deberán tener como anchos mínimos de las puertas de salida al exterior, la suma de los anchos de las circulaciones horizontales y escaleras que evacuen a través de esta salida. Los vanos de las puertas tendrán un ancho mínimo de 1,4 metros, debiendo las puertas abatirse hacia el exterior y deben ubicarse en forma distanciada, para poder de esta manera, asegurar una evacuación alternativa. En cuanto al ancho mínimo de las puertas de los cierres exteriores del establecimiento debe ser de a lo menos la suma de de los anchos de de las puertas

de salida al exterior de los edificios que enfrenten dichos cierros. Las puertas de estos establecimiento no pueden ser correderas, sino abatirse de adentro hacia fuera, por un tema de seguridad.

En el caso de los hogares de estudiantes que no tengan más de 100 alumnos, deberán tener una puerta de escape al exterior, con una hoja de 0,9 metros de ancho, ubicada a cierta distancia de la puerta principal, con la finalidad de tener una evacuación alternativa. Cada 100 alumnos más, se deberá repetir otra puerta de iguales características.

Las puertas de los establecimientos educacionales deberán tener un ancho mínimo de la hoja de la puerta, de acuerdo a una tabla entregada por la Ordenanza y tomando en consideración que deberán consultarse 2 salidas, de una o dos hojas, cuando la superficie sea superior a 60 metros cuadrados, con una distancia de a lo menos 5 metros:

NIVEL DE LOCAL ESCOLAR	ANCHO MINIMO DE PUERTA	
	1 Hoja	2 Hojas
Parvulario	0,80 m	0,60 m cada hoja
General Básico, Medio, Superior, Educación de Adultos y Hogar Estudiantil	0,90 m	0,60 m cada hoja

“En los hogares estudiantiles, los dormitorios con capacidad de hasta 40 alumnos, deberán contar, a lo menos, con dos salidas de un ancho mínimo de 0,90 m cada una. Sobre los 40 alumnos, una de las puertas consultará 2 hojas de 0,60 m cada una. Por cada 40 alumnos adicionales se deberá consultar, además, otra puerta de 0,90 m de ancho. Estas puertas deberán ubicarse distanciadas, de manera de garantizar una evacuación alternativa.”⁴¹

Todas las puertas a los cuales se refiere este capítulo, de los locales Escolares y hogares Estudiantiles, deben tener un vano de altura de a lo menos 2 metros.

El capítulo 7 de este título trata de los Teatros y otros Lugares de Reunión, iniciando en el artículo 4.7.1, en el cual se refiere a que tipo de establecimientos se refiere el título del capítulo, estos serían los teatros, salas de audición musical y las salas de exhibición cinematográficas. Este tipo de establecimiento tiene ciertas normas que le son propias en cuanto a su arquitectura, es así como se indica que aquellos establecimientos que tengan

⁴¹ CHILE. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. 1992. DS. 47: Ordenanza General de Urbanismo y Construcción. Artículo 4.2.13.

una cabida mayor a las mil personas, deben tener acceso a 2 calles de ancho que no sea inferior a 12 metros o a 1 calle de ancho no inferior a 12 metros y a un espacio libre que comunique directamente con una calle, cuyo ancho no podrá ser menor a los 3 metros, siempre que los muros colindantes de dicho espacio libre tengan características de diseño asísmico y con una resistencia al fuego de clase f-60, según lo señalado en la norma técnica afín, la NCh 935/1 o la que la remplace.

Aquellos locales que tengan una cabida inferior a 1.000, pero que supere las 500 personas, debe tener un acceso principal directamente a una calle y a uno de sus costados, un acceso directo a la calle por medio de patio o espacio libre, que no podrá tener un ancho menor a los 2,6 metros, siempre y cuando los muros colindantes a la patio o espacio libre tengan las mismas características de asismicidad y tolerancia al fuego, que se exige para aquellos establecimientos de más de 1.000 personas, cuando se modifique un acceso a calle por un espacio libre que comunique directamente a una. Igualmente en aquellos casos en los cuales el eje principal de la sala de espectáculos sea paralelo a aquella y ningún asiento de dicho establecimiento esté a más de 25 metros de la salida, podrá aceptarse el acceso a una sola calle.

Aquellos locales que tengan una cabida que sea menor a las 500 personas, deben tener un acceso principal directamente a una calle o a un espacio libre que tenga un ancho no menor a los 9 metros.

Todos aquellos establecimientos que tengan un aforo menor a las mil personas pueden tener un acceso a calle por medio de 2 pasillos independientes que tengan un ancho no menor a los 3 metros, o por un espacio libre de ancho no inferior a los 5 metros, cuando los edificios que rodeen dichos pasillos o espacios libres sean asísmicos y tengan resistencia al fuego tipo b.

RESISTENCIA AL FUEGO REQUERIDA PARA LOS ELEMENTOS DE CONSTRUCCION DE EDIFICIOS

ELEMENTOS DE CONSTRUCCION

TIPO	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
a	F-180	F-120	F-120	F-120	F-120	F- 30	F- 60	F-120	F- 60
b	F-150	F-120	F- 90	F- 90	F- 90	F- 15	F- 30	F- 90	F- 60
c	F-120	F- 90	F- 60	F- 60	F- 60	-	F- 15	F- 60	F- 30
d	F-120	F- 60	F- 60	F- 60	F- 30	-	-	F- 30	F- 15

SIMBOLOGIA:

Elementos verticales:

- (1) Muros cortafuego
- (2) Muros zona vertical de seguridad y caja de escalera
- (3) Muros caja ascensores
- (4) Muros divisorios entre unidades (hasta la cubierta)
- (5) Elementos soportantes verticales
- (6) Muros no soportantes y tabiques

Elementos verticales y horizontales:

- (7) Escaleras

Elementos horizontales:

- (8) Elementos soportantes horizontales
- (9) Techumbre incluido cielo falso

Los anchos que se fijan para pasillos, patios y demás espacios libres de este tipo de establecimientos, deben medirse entre paramentos (adornos) de columnas u otros elementos salientes de la construcción⁴².

Además estos espacios libres o patios laterales, pueden tener un ancho constante en toda su longitud o tener un ancho creciente desde la línea del muro de boca del proscenio (escenario) o de los locales más lejanos destinados al público, hasta la calle, siempre conservando el ancho medio antes indicado. También deberán tener, estos espacios libre o patios, su piso o pavimento en un solo plano. Y para la calle puede estar enrejada siempre y cuando, se disponga de manera que pueda mantenerse abierta durante el desarrollo de los espectáculos o reuniones.

Estas edificaciones, cuando tengan un aforo superior a las 1.000 personas o cuando las aposentaduras para personas comprendan más de un piso principal y un balcón o galería, deberán construirse de clases A o B, según lo señalado en el artículo 5.3.1 de esta Ordenanza⁴³.

Aquellos teatros que no tengan su sala principal en el primer piso, deberán cumplir con ciertas exigencias, en primer lugar deberán construirse en su totalidad de las clases A o B; segundo, los vestíbulos, pasadizos y escaleras que conducen a la sala de espectáculos

⁴² CHILE. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. 1992. DS. 47: Ordenanza General de Urbanismo y Construcción. Artículo 4.7.1.

⁴³ CHILE. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. 1992. DS. 47: Ordenanza General de Urbanismo y Construcción.

Artículo 5.3.1:

Clase A: Construcciones con estructura soportante de acero. Entrepisos de perfiles de acero o losas de hormigón armado.

Clase B: Construcciones con estructura soportante de hormigón armado o con estructura mixta de acero con hormigón armado. Entrepisos de losas de hormigón armado.

y otras destinadas al público, deben ser independientes de aquellos locales que se encuentren en el primer piso; tercero las escaleras que dan acceso a los recintos del piso principal del teatro deben ser de tramos rectos, separados por descansos y cuyo ancho no puede ser inferior a 2 metros. No pueden haber más de 16 peldaños por tramo y no pueden tener una altura mayor a 0,16 metros y el ancho no puede ser inferior a 0,3 metros, aunque pueden adoptarse cifras similares, siempre y cuando se cumpla con la condición $2h + a = 0,62$ metros. Finalmente el ancho de pasillos o zaguanes de salida, y el de las puertas de acceso a los recintos para el público, deben ser equivalentes a 1 metro por cada 125 personas, que pudiesen transitarlos.

Los locales destinados a espectadores deben tener una capacidad volumétrica de 3 metros cúbicos por persona. Además los teatros y salas de reuniones deben estar dotados de una doble instalación de luz, una instalación general y una especial de seguridad, en particular destinada a la sala de espectáculos, pasillos, corredores, vestíbulos y las puertas de escape, que se establecerá con artefactos protegidos y no puede quedar expuesta a interrupciones por causas de origen interno.

El ancho que tengan los pasillos, puertas interiores, corredores, escaleras, puerta de calle y demás pasos y salida, que se encuentren en el trayecto de un eventual desalojo del edificio, se determinará a razón de 1 metro por cada 125 personas que por ellos deben pasar. Las puertas exteriores, tanto del frente principal como de los accesos a las salas, deben tener un ancho no inferior a los 2 metros y la suma total de sus anchos debe cumplir con la razón de 1 metro por cada 125 personas.

Las puertas de los locales que están destinados al público deben abrirse hacia fuera y estar provistas de dispositivos de suspensión que permitan una fácil apertura o eliminación. Las puertas laterales y de escape, sumado a las de los pasillos o vestíbulos que conduzcan a las escaleras tendrán letreros luminosos que indicarán "salida". Las aposentaduras superiores deben tener sus propias escaleras o rampas, independientes de la sala misma.

Las escaleras tendrán como requisitos especiales⁴⁴:

1. Entregarán a vestíbulos que estén en comunicación directa con las aposentaduras que sirvan y serán de ancho libre no menor de 1,20 m.

⁴⁴ CHILE. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. 1992. DS. 47: Ordenanza General de Urbanismo y Construcción. Artículo 4.7.18.

2. Serán de tramos rectos, separados por descansos de longitud no inferior a 1,20 metros. Los descansos en los cambios de dirección no tendrán un largo inferior al ancho de la escalera.
3. Cada tramo podrá tener hasta 16 gradas y cada una de éstas no tendrá más de 0,16 metros de altura, ni ancho menor de 0,30 m.
4. Cuando el ancho de la escalera sea superior a 3 m, se deberá agregar a los pasamanos laterales un doble pasamanos central que la divida en dos secciones paralelas.
5. Las aposentaduras superiores o inferiores al primer piso, con cabida superior a 500 personas, deberán estar provistas de dos escaleras, ubicadas en lados opuestos.
6. Las escaleras y cajas de escaleras que sirvan los locales destinados al público no podrán tener comunicación alguna con los subterráneos o pisos en el subsuelo del edificio.

Además no puede haber gradas o peldaños en el piso de la sala principal, ni en los vestíbulos, pasillos y corredores ligados con ellos. Para esto se salvaran las diferencias de nivel con planos inclinados de pendiente no mayor al 10% y si las rampas son de más de 10 metros de desarrollo, la pendiente deberá disminuir proporcionalmente.

En los casos en que el sistema de proyección sea a pantalla panorámica, el artículo 4.7.19 de la OGUC dispone para el piso de la platea, escaleras y escape, lo siguiente:

1. El plano inclinado del piso de la platea tendrá una pendiente máxima del 15%.
2. Si se produjeran pendientes mayores se salvarán con gradas que se distribuirán uniformemente en la parte del pasillo de mayor pendiente.
3. Se permitirán soluciones mixtas de rampas y gradas, si se adoptan sistemas especiales de iluminación que señalen cada grada y comunicando, separadamente, al "Escape", la zona de gradas y la zona de rampa.
4. Los pasillos centrales de platea se comunicarán con el foyer, sin producir cambios de dirección.
5. Las escaleras tendrán una sola dirección y comunicarán directamente a la calle o espacios públicos comunicados con ella. Sus tramos serán rectos, de no más de 16 gradas por tramo y en que se cumpla la relación de $2h + a = 0,62$ metros.
6. Regirán, además, todas las disposiciones del presente Capítulo que no se contrapongan a las aquí enunciadas.

No se permitirán pasillos, corredores, escaleras, o similares que puedan originar corrientes encontradas de tránsito, ni tampoco instalaciones que impidan la rápida y fácil desocupación de los locales, en caso de alguna emergencia.

El artículo 4.7.22 se refiere a la disposición de los asientos para el público en salas que tengan una cabida superior a las 500 personas, debiéndose cumplir:

1. Los pasillos interiores de platea tendrán un ancho mínimo de 1,20 metros en su punto más cercano al escenario. Este ancho se aumentará hacia los puntos de salida, en un mínimo de 0,025 metros por cada metro de longitud de pasillo.
2. Los pasillos de platea que sirvan asientos de un solo lado tendrán un ancho mínimo de 0,65 metros en su punto más próximo al escenario. Este ancho se aumentará hacia los puntos de salida en un mínimo de 0,015 metros por cada metro de longitud del pasillo.
3. La distancia mínima entre respaldo y respaldo de los asientos de platea será de 0,90 metros y 1,00 metros para los de funciones rotativas.
4. Las butacas tendrán los asientos plegables y un ancho libre entre brazos no inferior a 0,45 metros.
5. No podrán ubicarse más de 18 asientos en una fila de platea entre dos pasillos, ni más de 14 en los balcones o galerías.
6. No podrán disponerse más de 9 asientos por fila con acceso a un solo pasillo de platea, ni más de 7 en los balcones o galerías.
7. La altura mínima entre el piso y el cielo, medida en el eje del asiento más alto, no será inferior a 2,50 metros.
8. La distancia horizontal entre el muro de boca y el asiento más próximo, destinado a los espectadores, no podrá ser inferior a 6 metros en los teatros de representaciones, ni a 5 metros en las salas de audiciones musicales o exhibiciones cinematográficas y otras salas de reunión. La distancia de la pantalla en las exhibiciones cinematográficas al espectador más próximo será de 10 metros como mínimo.

El capítulo 8 de este título, de Establecimientos Deportivos y Recreativos, también hace referencia a ciertas medidas de seguridad, es así como en sus condiciones generales indica que las zonas de evacuación deberán estar señalizadas y libres de elementos que impidan el paso. Además los asientos de las graderías tendrán una distancia mínima de 0,75 metros entre los respaldos y un ancho mínimo de 0,5 metros.

El capítulo 9 de Hoteles, Residenciales, Hogares y Hospederías, indica que en aquellos establecimientos que cuenten con 3 o más pisos con más de 50 habitaciones o una carga superior de 50 personas, deberán tener a lo menos 2 escalera, aún cuando una de estas sea escalera de servicio.

El capítulo 10 de la ordenanza general, trata sobre los Centros Comerciales, los que se clasifican en este cuerpo legal, como centros comerciales abiertos⁴⁵ y cerrados⁴⁶. En el caso de los centros comerciales abiertos, si son de un piso, el ancho libre de las galerías se determina de acuerdo en lo establecido en el capítulo 2 de este título, partiendo de un ancho mínimo de 1,8 metros, cuando la carga de ocupación sea mayor a 100 personas. Si tiene 2 o más pisos, se cumplirán en cada uno de ellos lo que dispone este capítulo para los centros comerciales cerrados, con excepción del primer piso, que se regula según lo indicado con anterioridad. Se entenderán en este capítulo como centros comerciales abiertos, las ferias libres, mercados persas y afines.

En el caso de los centros comerciales cerrados esta Ordenanza es más dirigente, puesto que guía más detalladamente su desarrollo arquitectónico, en primer lugar determina que en los locales comerciales cuando el recorrido desde cualquier punto en su interior hasta la salida del local sea mayor a 25 metros o si su área de atención al público tiene una carga de ocupación mayor a las 100 personas, el local deberá tener 2 salidas independientes. Pese a lo anterior, la distancia máxima a la salida del local no puede ser mayor a los 60 metros. En cada uno de los pisos del local no podrá haber una distancia mayor a los 60 metros desde la salida de los locales hasta la escalera o salida más cercana. Las salidas de los centros comerciales deben comunicar a un espacio exterior expuesto a la vía pública o hacia un compartimento que tengan muros de compartimentación de resistencia al fuego de F-120 o superior y las puertas de este deben tener una resistencia al fuego de F-60 a lo menos, el que debe permitir la evacuación hacia el exterior.

⁴⁵ CHILE. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. 1992. DS. 47: Ordenanza General de Urbanismo y Construcción. Artículo 1.1.2. de Definiciones.

Centro Comercial Abierto: conjunto de locales comerciales conectados a un área de uso común, cubierta o descubierta, abierta lateralmente al exterior.

⁴⁶ CHILE. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. 1992. DS. 47: Ordenanza General de Urbanismo y Construcción. Artículo 1.1.2. de Definiciones.

Centro Comercial Cerrado (Mall): edificación cerrada que contempla un conjunto de locales comerciales conectados a un área de uso común interior.

En cuanto al ancho mínimo que deben tener las vías de evacuación es de 1,8 metros, pero si se trata de pasillos que tienen locales a un solo lado, será de 2 metros y si tiene locales a ambos lados, será de 4 metros. Desde cualquier punto de una galería del Mall deben contemplarse dos vías de evacuación independientes, con excepción de los pasillos sin salida, que no podrán ser más de 4 veces su ancho, hacia lo profundo.

Las tiendas por departamento o anclas, deberán tener sus propias vías de evacuación, independientes a las del centro comercial y en el caso de los cines u otros centros de reunión (exceptuando los patios de comida) que formen parte del Mall y tengan una carga de ocupación mayor a 200 personas, deben tener a lo menos la mitad de sus salidas en forma independiente a las del centro comercial cerrado.

El artículo 4.10.10, indica ciertos requisitos que deberán cumplir los centros comerciales cerrados que tengan una carga de ocupación mayor a 500 personas:

1. En la salida de cualquier local comercial hacia una galería debe existir un espacio mínimo de 2 metros libre de obstáculos, en todas las direcciones.
2. La distancia mínima entre un quiosco o máquina vendedora automática y la salida de un local comercial no debe ser inferior a 3 metros.
3. Deben disponer de señales indicativas de la salida a no más de 30 metros de cualquier lugar accesible al público del centro comercial, pudiendo usarse a modo referencial las normas de señalética indicadas en el artículo 4.3.2 de este mismo título.
4. Estar provistos de una red de iluminación interior de emergencia conectada a un grupo electrógeno automático ubicado en una sala especial en el perímetro de la edificación o bien en el exterior.
5. En los vestíbulos de escaleras y pasillos debe contemplarse señalización visible que indique la prohibición de almacenar, en ellos, productos o envases de cualquier tipo.

Los centros comerciales cerrados que tengan una carga de ocupación mayor a 1.000 personas, deben tener un sistema automático de extinción de incendios y un sistema de altavoces que pueda ser operado por bomberos, en caso de ser necesario.

En este capítulo se hace un apartado que se refiere a los Supermercados, indicando en el artículo 4.10.12, que los puntos de paso a través de cajas registradoras, en aquellos establecimientos que contemplen carros, no se pueden considerar como vía de

evacuación, por lo que deben existir salidas intercaladas con la batería de cajas, cada 40 metros. En estos recintos que contemplan carros, se debe apartar un espacio en el cual estos puedan ser almacenados, sin reducir el ancho mínimo, previamente descrito. En aquellos establecimientos que no contemplan carros, dichos pasos a través de cajas registradoras, sí pueden considerarse como vías de evacuación, siempre y cuando su ancho no sea menor a 0,7 metros.

Los pasillos interiores de los supermercados, tiene una tabla de ancho especialmente diseñada para ellos, establecida en el artículo 4.10.13:

Superficie edificada sala de venta	Uso de carros	Ancho mínimo pasillos	
		Entre baterías de cajas y estanterías	Otros pasillos
Hasta 400 m ²	Previsto	3,0 metros	1,6 metros
	No previsto	1,2 metros	1,4 metros
Sobre 400 m ²	Previsto	4,0 metros	1,8 metros
	No previsto	1,6 metros	1,4 metros

En el capítulo 14 de la Ordenanza de Establecimientos Industriales y Bodegajes, en el artículo 4.14.8, hace una indicativa al diseño arquitectónico de salas de trabajo en la que se ejecuten faenas peligrosas, no pudiendo estas salas tener más de 1 piso, salvo que por otro mecanismo se elimine dicho peligro y si tiene puertas o ventanas estas deberán estar a una distancia mínima de 10 metros, de las vías públicas.

En cuanto a la puerta de salida de estos establecimientos, deben abrirse hacia fuera y deben existir un número suficiente de ellas, para que permitan una fácil evacuación, en caso de ser necesario. Sobre escaleras, si este tipo de establecimientos tiene más de dos pisos, debe contar con un número suficiente de ellas, cumpliéndose la regla de que no se produzcan recorridos mayores a los 40 metros, para acceder a una de ellas.

El título V de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción, trata “De la Construcción” y en su primer capítulo De los Permisos de Edificación y sus trámites, indica que en todos aquellos casos en los que se requiera construir, reconstruir, reparar, alterar, ampliar o demoler un edificio, incluso realizar obras menores, requieren del

permiso del Director de Obras Municipales, que corresponda. La misma ordenanza indica cuales serán las actividades que caben en la clasificación previa:⁴⁷

1. Obras de carácter no estructural al interior de una vivienda.
2. Elementos exteriores sobrepuestos que no requieran cimientos.
3. Cierros interiores.
4. Obras de mantención.
5. Instalaciones interiores adicionales a las reglamentariamente requeridas, sin perjuicio del cumplimiento de las normas técnicas que en cada caso correspondan, tales como: instalaciones de computación, telefonía, música, iluminación decorativa, aire acondicionado, alarmas, controles de video, y otras.
6. Piscinas privadas a más de 1,5 m del deslinde con predios vecinos.
7. Instalación de antenas de telecomunicaciones. En este caso el interesado deberá presentar a la Dirección de Obras Municipales, con una antelación de al menos 15 días, un aviso de instalación, adjuntando los siguientes documentos:
 - a) Plano que cumpla con lo dispuesto en los incisos decimoquinto al decimoséptimo del artículo 2.6.3 de la presente Ordenanza. Dicho plano deberá ser suscrito por el propietario del predio donde se efectuará la instalación y por el operador responsable de la antena.
 - b) Plano de estructura de los soportes de la antena firmado por un profesional competente.
 - c) Autorización del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, en conformidad a lo establecido en la Ley N° 18.168 Ley General de Telecomunicaciones.
 - d) Instrumento en que conste el cumplimiento de los requisitos establecidos por la Dirección General de Aeronáutica Civil, cuando corresponda.
 - e) La instalación de antenas adosadas a edificios existentes no requerirá del mencionado aviso.

En el caso de los anteproyectos, la OGUC estipula que para que el Director de Obras Municipales pueda darles su aprobación, requerirá determinados antecedentes:⁴⁸

⁴⁷ CHILE. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. 1992. DS. 47: Ordenanza General de Urbanismo y Construcción. Artículo 5.1.2.

⁴⁸ CHILE. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. 1992. DS. 47: Ordenanza General de Urbanismo y Construcción. Artículo 5.1.5.

1. Solicitud, firmada por el propietario y el arquitecto proyectista, en la cual se indicará si las edificaciones consultadas se acogen a determinadas disposiciones especiales o si se trata, en todo o parte, de un edificio de uso público, como asimismo si el expediente cuenta con informe favorable de un Revisor Independiente.
2. Fotocopia del Certificado de Informaciones Previas, salvo que se indique su fecha y número en la solicitud.
3. Plano de ubicación, que señale la posición relativa del predio respecto de los terrenos colindantes y del espacio público. Dicho plano podrá consultarse dentro del plano general de conjunto.
4. Plano de emplazamiento de él o los edificios, en que aparezca su silueta en sus partes más salientes, debidamente acotada y con indicación de sus distancias hacia los deslindes respectivos o entre edificios, si correspondiera, incluyendo los puntos de aplicación de rasantes y sus cotas con relación al nivel de suelo natural, indicando además los accesos vehiculares y peatonales y demás características del proyecto que permitan verificar el cumplimiento de las normas urbanísticas que le sean aplicables, según su destino.
5. Plantas esquemáticas, en que se ilustren los pisos subterráneos, el primer piso, las plantas repetitivas y demás pisos superiores, según el caso, señalando las áreas comunes, si las hubiere.
6. Siluetas de las elevaciones que ilustren los puntos más salientes, su número de pisos, la línea correspondiente al suelo natural y la rectificadora del proyecto, las rasantes en sus puntos más críticos con indicación de sus cotas de nivel y sus distanciamientos, salvo que se ilustren en forma esquemática en plano anexo.
7. Plano comparativo de sombras, en caso de acogerse al artículo 2.6.11 de la presente Ordenanza.
8. Cuadro general de superficies edificadas, indicando las superficies parciales necesarias según el tipo de proyecto.
9. Clasificación de las construcciones para el cálculo de derechos municipales, de acuerdo con las especificaciones técnicas resumidas que permitan clasificarlas.
10. Informe de Revisor Independiente, si este hubiere sido contratado.

Los niveles y superficies declaradas son responsabilidad del profesional que suscriba el proyecto. El pronunciamiento del Director de Obras en cuanto al proyecto de presentado

debe recaer exclusivamente en lo concerniente a las normas urbanísticas que le sean aplicables al predio.

En esta etapa del anteproyecto, la contratación de un revisor independiente, es voluntaria, aún tratándose de un edificio de uso público.

Para poder tener la aprobación por parte del Director de Obras, de un permiso de edificación de obra nueva, el artículo 5.1.6, indica cuales son los documentos que deben ser presentados en un ejemplar:

1. Solicitud firmada por el propietario y el arquitecto proyectista, indicando en ella o acompañando, según corresponda, los siguientes antecedentes:

- a) Lista de todos los documentos y planos numerados que conforman el expediente, firmada por el arquitecto proyectista.
- b) Declaración simple del propietario de ser titular del dominio del predio.
- c) Las disposiciones especiales a que se acoge el proyecto, en su caso.
- d) Los profesionales competentes que intervienen en los proyectos.
- e) Si el proyecto consulta, en todo o parte, edificios de uso público.
- f) Si cuenta con informe favorable de un Revisor Independiente y la individualización de éste.
- g) Si cuenta con informe favorable de Revisor de Proyecto de Cálculo Estructural y la individualización de éste.
- h) Si cuenta con anteproyecto aprobado y vigente que haya servido de base para el desarrollo del proyecto, acompañando fotocopia de la resolución de aprobación.

2. Fotocopia del Certificado de Informaciones Previas vigente o bien del que sirvió de base para desarrollar el anteproyecto vigente y de la plancheta catastral si ésta hubiere sido proporcionada.

3. Formulario único de estadísticas de edificación.

4. Informe del Revisor Independiente, cuando corresponda, o del arquitecto proyectista, bajo declaración jurada, en los casos de permisos de construcción de un proyecto referido a una sola vivienda o a una o más viviendas progresivas o infraestructuras sanitarias.

5. Informe favorable de Revisor de Proyecto de Cálculo Estructural, cuando corresponda su contratación.

6. Certificado de factibilidad de dación de servicios de agua potable y alcantarillado, emitido por la empresa de servicios sanitarios correspondiente. De no existir empresa de

servicios sanitarios en el área se deberá presentar un proyecto de agua potable y alcantarillado, aprobado por la autoridad respectiva.

7. Planos de arquitectura numerados, que deberán contener:

- a) Ubicación del predio, señalando su posición relativa respecto de los terrenos colindantes y espacios de uso público. Esta información gráfica podrá consultarse dentro del plano de emplazamiento.
- b) Emplazamiento de el o los edificios, en que aparezca su silueta en sus partes más salientes, debidamente acotada y con indicación de sus distancias hacia los deslindes respectivos o entre edificios, si correspondiera, incluyendo los puntos de aplicación de rasantes y sus cotas con relación al nivel de suelo natural. En este plano se indicarán, además, los accesos peatonales y vehiculares desde la vía pública.
- c) Planta de todos los pisos, debidamente acotadas, señalando los accesos especiales para personas con discapacidad y él o los destinos contemplados. Las cotas deberán ser suficientes para permitir calcular la superficie edificada de cada planta.
- d) Cortes y elevaciones que ilustren los puntos más salientes de la edificación, sus pisos y niveles interiores, la línea de suelo natural y la rectificada del proyecto, las rasantes en sus puntos más críticos con indicación de sus cotas de nivel, salvo que se ilustren en plano anexo, sus distanciamentos y la altura de la edificación. En caso que haya diferencias de nivel con el terreno vecino o con el espacio público, se indicarán las cotas de éstos y el punto de aplicación de las rasantes. Si se tratare de edificación continua, se acotará la altura de ésta, sobre la cual se aplicarán las rasantes respectivas a la edificación aislada que se permita sobre ella. Los cortes incluirán las escaleras y ascensores si los hubiere, las cotas verticales principales y la altura libre bajo las vigas.
- e) Planta de cubiertas.
- f) Plano de cierra, cuando el proyecto lo consulte.

8. Cuadro de superficies, indicando las superficies parciales necesarias según el tipo de proyecto y cálculo de carga de ocupación de acuerdo a estas superficies y a los destinos contemplados en el proyecto.

9. Plano comparativo de sombras, en caso de acogerse al artículo 2.6.11 de la presente Ordenanza.

10. Proyecto de cálculo estructural cuando corresponda de acuerdo con el artículo 5.1.7 de la presente Ordenanza.

11. Especificaciones técnicas de las partidas contempladas en el proyecto, especialmente las que se refieran al cumplimiento de normas contra incendio o estándares previstos en esta Ordenanza.

12. Levantamiento topográfico, debidamente acotado, con indicación de niveles, suscrito por un profesional o técnico competente y refrendado por el arquitecto proyectista, salvo que dicha información esté incorporada en las plantas de arquitectura.

13. Estudio de Ascensores, cuando corresponda.

Al igual que para los anteproyectos, los niveles y superficies declarados son responsabilidad del profesional competente que haya suscrito el proyecto. En ambos casos, deberán ser firmados por los profesionales a cargo, manteniendo las responsabilidades indicadas en el título I de esta Ordenanza y el constructor deberá mantener en la obra, el libro de obra.

Estos documentos se deben presentar ante la DOM al momento de la recepción de la obra. El constructor e inspector de obras, deberán suscribir el libro al dar inicio a los trabajos de construcción.

En cuanto a la escala de plantas, cortes y elevaciones, la escala será de 1:50, pero si la planta de la edificación tuviese más de 50 metros de longitud, la escala puede ser 1:100 solo en casos justificados podrán aceptarse planos con otra escala.

Una vez que el proyecto se encuentre apto para el otorgamiento del permiso, se deberán acompañar dos copias nuevas, de los antecedentes indicados en el número 7, 8, 10 y 11 del artículo 5.1.6.

Cuando estas solicitudes de edificación sean para la construcción de tipo industrial, de equipamiento, turismo y población, que se encuentre fuera de los límites urbanos, según los respectivos planes reguladores, se deberá acompañar además los informes favorables de la Seremi del MINVU y del Servicio Agrícola y Ganadero.

Aún cuando no se individualice, la ordenanza general entiende incluidos en el permiso de edificación, todas las autorizaciones y permisos necesarios para ejecutar la obra, como los permisos de demolición, de instalación de faenas, instalación de grúas y otros similares, cuando se hayan acompañado los antecedentes respectivos.

Las edificaciones tienen que ejecutarse conforme a un Proyecto de Cálculo Estructural, el que debe ser elaborado y suscrito por un ingeniero civil o un arquitecto. Dicho proyecto se tratará en forma más detenida en el Capítulo 3.3 de esta memoria.

En la solicitud de permiso de edificación se deberá incluir un informe sobre la calidad del subsuelo y de posibles riegos provenientes de las áreas circundantes y se acompañarán, si fuese necesario y así lo solicite el Director de Obras en el certificado de informaciones previas, las medidas de protección que se adoptarán.

Si una vez concedido el permiso de edificación y antes de la recepción de obras, fuese necesaria alguna modificación del proyecto ya aprobado, se deberán presentar ante el Director de Obras Municipales, determinados antecedentes:⁴⁹

1. Solicitud de modificación de proyecto, firmada por el propietario y el arquitecto, indicando si hay cambio de destino de toda o parte de la edificación.
2. Lista de los documentos que se agregan, se reemplazan o se eliminan con respecto al expediente original, firmada por el arquitecto.
3. Certificado de Informaciones Previas en caso de ampliaciones de superficie.
4. Lista de modificaciones, referidas a cada plano, firmada por el arquitecto.
5. Planos con las modificaciones, indicando en ellos o en esquema adjunto los cambios con respecto al proyecto original, firmados por el arquitecto y el propietario.
6. Cuadro de superficies individualizando las áreas que se modifican, las que se amplían o disminuyen en su caso.
7. Especificaciones técnicas de las modificaciones, si correspondiere, firmadas por el arquitecto y el propietario.
8. Presupuesto de obras complementarias, si las hubiere.
9. Fotocopia del permiso anterior.
10. Informe favorable de Revisor Independiente, cuando corresponda.
11. Firma del proyectista de cálculo estructural e informe favorable de Revisor de Proyecto de Cálculo Estructural, cuando corresponda.

Una vez que estas modificaciones sean aprobadas, los nuevos antecedentes reemplazarán a los documentos originales.

⁴⁹ CHILE. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. 1992. DS. 47: Ordenanza General de Urbanismo y Construcción. Artículo 5.1.17.

Si la modificación es normativa y sucede que durante el tiempo en el que se otorga el permiso y se recepciona la obra, se producen cambios en la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción o en los instrumentos de planificación territorial, quedará a criterio del propietario el hecho de sujetarse a la nueva normativa o regirse por la antigua. En aquellos casos en los que se sujete a la legislación modificada y así procediere, se tramitarán las variaciones al proyecto para hacerlo compatible a la nueva reglamentación, siendo aplicable la nueva normativa a la parte modificada del proyecto.

En ese mismo período, también por decisión del propietario, podrán hacerse las modificaciones que sean necesarias en lo referido a construcción, según las reglas con las cuales se concedió el permiso, siempre y cuando la modificación no contemple más del 5% de las superficie edificada o nuevos destinos no admitidos en la normativa existente al tiempo de solicitar la modificación.

Si durante la ejecución de una obra, según el artículo 5.1.20, alguno de los profesionales señalados en los capítulo 2 y 3 del título I de esta ordenanza general que haya suscrito el legajo de antecedentes del permiso de edificación, cesare o desistiere de sus funciones, dicha situación deberá ser informada inmediatamente a la DOM, indicando la fecha del alejamiento de dicho profesional y no se podrá continuar con la ejecución de la obra mientras no se nombre a un nuevo profesional en su reemplazo. El plazo que tendrá el propietario es de 15 días para comunicar el nombre de él o los nuevos profesionales a la DOM, quienes suscribirán la comunicación que indique su aceptación del cargo y se deberá dejar constancia del cambio en el libro de obra, sea en su carátula o a su inicio.

Además de lo anterior, el propietario tendrá que acompañar un acta donde conste el avance físico por partida de las obra y las observaciones técnicas si las hubiera, suscritas por los profesionales que se retiran del proyecto, como de los que llegan y si en dicha acta no aparecieran la firma de los profesionales cesados o que se alejaron del proyecto, el Director de Obras podrá citarlos por carta certificada dentro de 15 días desde la fecha de emisión de dicha carta certificada. Si dichos profesionales concurren y discrepan con el contenido del acta o presentan una nueva, que difiere con la del propietario, el Director de Obras hará una inspección de la obra y levantará un acta definitiva. Pero si los profesionales no asisten o no presente otra acta dentro del plazo anterior, se entiende que están de acuerdo con lo señalado en el acta del propietario.

Si el cambio es de propietario, se deberá concurrir dentro del plazo de 15 días desde que se realice dicho cambio y solicitar el permiso correspondiente.

Si el propietario no cumple con lo señalado en el artículo 5.1.20 de la Ordenanza, el Director de Obras deberá paralizar las faenas, dictando la resolución correspondiente.

La ordenanza prescribe ciertos casos en los cuales el Director de Obras Municipal podrá ordenar la paralización de la ejecución de una obra, así lo indica el artículo 5.1.21:

- en primer caso, cuando la obra se ejecute sin el permiso correspondiente;
- el segundo cuando la obra no tuviese un constructor a cargo;
- el tercer caso es cuando no se mantienen en la obra los documentos señalados en el artículo 5.1.16 de la Ordenanza, entendiéndose por estos, un legajo completo de los antecedentes, la copia de la boleta del mismo, el libro de obras y el documento en que conste la formulación de las medidas de gestión y control de calidad que deben adoptarse en la construcción de la obra;
- el cuarto caso es cuando se compruebe el incumplimiento a lo ordenado por la ordenanza general en su artículo 5.1.20, en lo referente a modificaciones de los profesionales que cumplen sus labores en la obra o del propietario mismo y;
- finalmente el quinto caso es si se comprueba la existencia de un peligro inminente de daños a terceros y no se han adoptado las medidas de seguridad que correspondan.

Ante la concurrencia de alguno de estos casos, el Director de Obras ordenará de inmediato, mediante resolución fundada, la paralización parcial o total de la obra indicando un plazo prudencial para que se subsanen las observaciones formuladas.

Las edificaciones o conjunto de ellas pueden ser recepcionadas por partes , siempre que dichas partes puedan habilitarse independientemente, debiendo para ello, el arquitecto proyectista presentar una carta en tal sentido a la DOM respectiva y se deberá adjuntar planos de las edificaciones que grafiquen las partes terminadas junto a un cuadro de superficies, de cada una, que acrediten el cumplimiento de la cuota proporcional de estacionamientos, porcentajes de cesión de áreas verdes y equipamiento, cuando corresponda, y de otras exigencias que les pudiere afectar establecidas en la LGUC y la OGUC. También se deberán adjuntar los certificados parciales de servicio que correspondan.

Si lo anterior se cumple, el Director de Obras otorgará la recepción definitiva parcial de la obra.

El artículo 5.1.25, indica cuales son los casos en los que el propietario tendrá como requisito la contratación de un revisor de proyecto de cálculo estructural:

1. Edificios de uso público.
2. Conjuntos de viviendas cuya construcción hubiere sido contratada por los Servicios de Vivienda y Urbanización.
3. Conjuntos de viviendas sociales de 3 o más pisos.
4. Conjuntos de viviendas de 3 o más pisos que no sean sociales.
5. Edificios de 3 o más pisos cuyo destino sea uso exclusivo oficinas privadas.
6. Edificios que deban mantenerse en operación ante situaciones de emergencia, tales como hospitales, cuarteles de bomberos, cuarteles policiales, edificaciones destinadas a centros de control de empresas de servicios energéticos y sanitarios, emisoras de telecomunicaciones.
7. Edificios cuyo cálculo estructural esté basado en normas extranjeras, las cuales deberán ser declaradas al momento de solicitar el permiso.

En aquellos casos en los que la edificación hubiese sido contratada por órganos de la Administración del Estado, este mismo puede efectuar la revisión de cálculo estructural, a través de arquitectos o ingenieros de su dependencia, siempre que estén inscritos en el registro nacional de revisores de proyectos de cálculo estructural.

El informe favorable de los revisores de proyectos de cálculo estructural, deben presentarse ante la DOM correspondiente, junto con la solicitud de permiso de edificación, pero el propietario tendrá derecho de entregar este informe hasta el momento del otorgamiento del permiso de edificación, pero la contratación del revisor debe acreditarse al solicitarse el permiso de edificación. Si no se cumple con dicha contratación, se sancionará con la paralización de las obras, sin perjuicio de la infracción al número 9 del artículo 1.3.2, sancionada con multa.

El capítulo 2 del título V de la Construcción, trata De las Inspecciones y Recepciones de Obras, disponiendo en primer término, que es la DOM la encargada de fiscalizar toda construcción que se ejecute en su territorio, tomando en consideración que las obras

deben ejecutarse conforme a los antecedentes proporcionados, para la aprobación de los respectivos permisos.

El artículo 5.2.3 revela que tanto los funcionarios de las DOM, como los revisores independientes y los inspectores técnicos, tendrán libre acceso a las obras para verificar el cumplimiento de estas con respecto al permiso otorgado y en el caso del inspector municipal deberá poner en conocimiento de la DOM, inmediatamente conocido algún defecto grave que comprometa la seguridad o salubridad de la edificación o que constituya algún peligro inminente para el vecindario.

Una vez que se termine una obra completa o una parte de ella que pueda habilitarse independientemente, se solicitará la recepción definitiva a la DOM, por parte del propietario o el supervisor en su caso. Si la recepción definitiva es parcial, o sea solo de una parte de la obra que puede ser usada independientemente al resto de esta, cuando se realice la recepción definitiva total de la obra, se deberá dejar constancia de la recepción definitiva parcial previa. Se entenderá que la obra esta completamente terminada para efectos de la recepción definitiva, total o parcial, cuando se encuentren terminadas todas las partidas que se hayan indicado en el expediente del permiso de edificación, lo que sucederá aún cuando se mantengan vigentes ciertas faenas, cuando estas son de terminaciones o instalaciones que exceden lo establecido en el proyecto aprobado.

Si se trata de una obra de uso público, esta ordenanza exige que se acompañe a la solicitud del permiso de edificación, el informe de un revisor independiente que acredite el cumplimiento de la normativa que le corresponda.

Para otorgar la recepción definitiva, es labor del Director de Obras Municipal, verificar la concordancia entre la ejecución de la obra con respecto al permiso otorgado y eventualmente de sus modificaciones en el caso que se hayan producido. Queda exento de este deber de fiscalizar, en aquellos casos en los cuales exista el informe favorable del revisor independiente, que acredite el cumplimiento de la normativa correspondiente, acompañando la solicitud de permiso. Si se trata de viviendas, el informe favorable puede ser realizado por un arquitecto. Se salva de esta excepción, la revisión de los aspectos urbanísticos, que siempre le es obligatoria a los Directores de Obras, por lo tanto no se les altera ni aún en casos de existencia de informes de revisores independientes. Además siempre será una labor de este, la verificación de que se acompañen los certificados solicitados por la ordenanza general en su artículo 5.2.6, a la solicitud de recepción definitiva.

El artículo 5.2.6 de la OGUC en su inciso tercero, ordena que junto a la solicitud de recepción definitiva de una obra, se debe acompañar a dicha solicitud el legajo de antecedentes que comprende el expediente completo del proyecto de construcción y además de ciertos certificados de recepción de instalaciones contempladas en las especificaciones técnicas aprobadas, que indica específicamente este artículo. Estos son:

1. Informe del constructor o de la empresa o profesional distinto del constructor, según corresponda, en que se detallen las medidas de gestión y de control de calidad adoptadas durante la obra y la certificación de su cumplimiento. En dicho informe deben incluirse las exigencias señaladas en el artículo 5.8.3 de este mismo Título.
2. Certificado de dotación de agua potable y alcantarillado, emitido por la Empresa de Servicios Sanitarios que corresponda o por la autoridad sanitaria, según proceda.
3. Documentos a que se refieren los artículos 5.9.2 y 5.9.3, según se trate de instalaciones eléctricas interiores o instalaciones interiores de gas, respectivamente, cuando proceda.
4. Aviso de instalación y planos correspondientes a las redes y elementos de telecomunicaciones, cuando proceda.
5. Declaración de instalaciones eléctricas de ascensores y montacargas inscrita por el instalador autorizado en la Superintendencia de Electricidad y Combustibles, la cual registrará la inscripción.
Certificado del fabricante o instalador de ascensores indicando que la instalación está conforme a las normas vigentes, dirigido a la Dirección de Obras Municipales respectiva.
6. Declaración de instalaciones de calefacción, central de agua caliente y aire acondicionado, emitida por el instalador, cuando proceda.
7. Certificados de ensaye de los hormigones empleados en la obra, de acuerdo con las normas oficiales, cuando proceda.

Estos certificados que se acompañan deberán ser archivados junto al legajo y se incorporarán al mismo.

Se ha determinado que en todo caso se requiere una declaración que informe si se produjo alguna modificación o no, en el proyecto aprobado. Si el informe es afirmativo, deberán acompañarse los documentos actualizados donde se indiquen las modificaciones y si dichos cambios afectan el proyecto de cálculo estructural, se deberán adjuntar los

documentos, previamente indicados, a los que se refiere el artículo 5.1.7 de la OGUC, debidamente modificados.

Si son de aquellos casos en los cuales la ordenanza manda la contratación de un revisor de proyecto de cálculo estructural (artículo 5.1.25), los documentos que acreditan las modificaciones deben ser visados por dicho revisor.

En caso de que las modificaciones sean menores, de detalles constructivos, de instalaciones o terminaciones, se puede solicitar la aprobación de dichas modificaciones conjuntamente con la solicitud de recepción definitiva. Y podrán aprobarse en conjunto, archivándose la resolución aprobatoria en conjunto con el certificado de recepción junto a los planos actualizados de dicho expediente.

En el caso de las obras menores, la recepción definitiva requiere que junto a su solicitud se adjunten los certificados de recepción de las instalaciones contempladas en la obra construida, emitidos por la autoridad correspondiente si ello es procedente y un informe del arquitecto proyectista o supervisor de la obra, que acredite al igual que en los casos previamente descritos, que la obra se construyó de acuerdo al permiso otorgado, además de cumplir con lo ordenado por la LGUC y la OGUC.

La DOM, tiene igualmente la facultad de acudir y fiscalizar obras que ya recibieron la recepción definitiva, para fiscalizar el cumplimiento de normas de seguridad y conservación de las edificaciones.

Una vez que se efectúa la recepción definitiva en aquellas edificaciones que tienen una carga de ocupación superior o igual a 100, el propietario deberá entregar al Cuerpo de Bombero respectivo, los planos del edificio donde se indiquen las vías de evacuación, ubicación de los grifos, accesos y otra. Igualmente el Cuerpo de Bomberos, con previa autorización del propietario o el administrador, podrá realizar inspecciones a las condiciones generales de seguridad del edificio, funcionamiento de las instalaciones de emergencia y de la seguridad contra incendios y si nota alguna anomalía, el comandante de dicho cuerpo deberá informarlo por escrito al Director de Obras Municipales y a la SEC (Superintendencia de Electricidad y Combustibles), cuando corresponda.

El capítulo 3 de este título, sobre la Clasificación de las Construcciones, señala en su artículo 5.3.1 la clasificación de las construcciones de acuerdo a los materiales que se emplean y el tipo de estructura que tendrá la edificación⁵⁰:

Clase A: Construcciones con estructura soportante de acero. Entrepisos de perfiles de acero o losas de hormigón armado.

Clase B: Construcciones con estructura soportante de hormigón armado o con estructura mixta de acero con hormigón armado. Entrepisos de losas de hormigón armado.

Clase C: Construcciones con muros soportantes de albañilería de ladrillo confinado entre pilares y cadenas de hormigón armado. Entrepisos de losas de hormigón armado o entramados de madera.

Clase D: Construcciones con muros soportantes de albañilería de bloques o de piedra, confinados entre pilares y cadenas de hormigón armado. Entrepisos de losas de hormigón armado o entramados de madera.

Clase E: Construcciones con estructura soportante de madera. Paneles de madera, de fibrocemento, de yeso cartón o similares, incluidas las tabiquerías de adobe. Entrepisos de madera.

Clase F: Construcciones de adobe, tierra cemento u otros materiales livianos aglomerados con cemento. Entrepisos de madera.

Clase G: Construcciones prefabricadas con estructura metálica. Paneles de madera, prefabricados de hormigón, yeso cartón o similares.

Clase H: Construcciones prefabricadas de madera. Paneles de madera, yeso cartón, fibrocemento o similares.

Clase I: Construcciones de placas o paneles prefabricados. Paneles de hormigón liviano, fibrocemento o paneles de poliestireno entre malla de acero para recibir mortero proyectado.

Dependiendo el tipo de construcciones, estas tendrán determinadas restricciones, salvo que el proyecto de cálculo estructural señale otra cosa.

Así es como las construcciones clase C, no pueden tener más de 4 pisos y las losas de hormigón armado no pueden reemplazarse, con excepción del último piso cuando la construcción no sea más alta de 3 pisos y la altura de piso a cielo no exceda los 5 metros.

⁵⁰ CHILE. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. 1992. DS. 47: Ordenanza General de Urbanismo y Construcción. Artículo 5.3.1.

En el caso de las construcciones de clase D, G, H e I, estas no pueden tener más allá de 2 pisos y la altura de piso a cielo no podrá ser mayor a los 2,6 metros.

En el caso de las construcciones de clase F, solo pueden ser de 1 piso y la altura máxima libre no puede ser más de 3,5 metros.

En el caso de las construcciones de clase D y E, pueden tener como pisos superiores construcciones de clase C y D, cuando no sobrepasen la altura permitida para dicho tipo de construcciones.

Además en aquellos casos en los que en una misma edificación haya más de una clase de construcción, se deberán adoptar los resguardos que se estimen necesarios en la unión de materiales, considerando el comportamiento que tienen los distintos materiales ante los sismos y los cambios de temperatura.

El capítulo 4 de Solicitaciones de las Construcciones (esfuerzos básicos que pueden resistir los materiales estructurales, según su forma, posición, vínculos y tipos de carga), es de carácter más técnico en lo referente a la construcción de edificaciones que los vistos precedentemente. Así es como en su artículo 5.4.1 establece que para el avalúo del peso propio de una construcción, se debe adoptar de acuerdo a una tabla, la determinación de los pesos unitarios de cada material. La tabla de dicho artículo, indica lo siguiente⁵¹:

MATERIAL	Kg/m ³
Piedra granítica.....	2.650
Piedra caliza.....	2.500
Tierra compacta seca.....	1.600
Tierra compacta húmeda.....	1.700
Arena seca.....	1.700
Arena húmeda.....	1.800
Grava y arena secas.....	1.750
Grava y arena húmedas.....	1.850
Ladrillo hecho a mano.....	1.400
Ladrillo hecho a máquina.....	1.700
Ladrillo sílico - calcáreo.....	1.800
Cemento en sacos.....	1.500
Cal en polvo - yeso en polvo.....	1.200
Fierro o acero.....	7.850
Plomo.....	11.400
Roble.....	900

⁵¹ CHILE. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. 1992. DS. 47: Ordenanza General de Urbanismo y Construcción. Artículo 5.4.1.

Laurel, Pino insigne y Pino oregón.....	750
Alerce.....	660
Raulí.....	800
Álamo.....	500
Vidrio.....	2.600
Cristal.....	3.500
Hormigón.....	2.200
Hormigón de piedra pómez.....	1.600
Hormigón de escoria de carbón.....	1.700
Hormigón armado.....	2.400
Mortero de cemento.....	2.000
Mortero de cal o yeso.....	1.750
Albañilería de ladrillo hecho a mano.....	1.600
Albañilería de ladrillo hueco.....	1.300
Albañilería de ladrillo hecho a máquina.....	1.800
Mampostería de piedra granítica.....	2.700
Mampostería de piedra caliza.....	2.600
Asfalto.....	1.500
Mármol.....	2.700

MATERIAL Kg/m²

Cubierta de teja curva, medida en la pendiente del techo.....	90
Cubierta de teja plana, medida en la pendiente del techo.....	40
Cubierta de fierro galvanizado acanalado, medida en la pendiente del techo.....	15

MATERIAL

Cubierta de Eternit y otros materiales análogos, medida en la pendiente del techo.....	30
--	----

MATERIA Kg/m³

Nieve suelta.....	25
-------------------	----

El artículo 5.4.2, indica las sobrecargas mínimas que se deben calcular en las construcciones, dependiendo de las partes de la respectiva construcción y de los usos que se le puedan dar a la edificación. La tabla dice lo siguiente:⁵²

1. Los techos horizontales o de inclinación menor de 1/20 se calcularán con una sobrecarga mínima de 100 Kg/m², además de las que correspondan a la acción del viento y de la nieve. Esta solicitación se aumentará en 250 Kg/m² si el techo, por su disposición, puede emplearse como terraza. Los techos con inclinación superior a 1/20 se calcularán

⁵² CHILE. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. 1992. DS. 47: Ordenanza General de Urbanismo y Construcción. Artículo 5.4.2.

con una sobrecarga mínima de 30 Kg/m², además de las que correspondan a la acción del viento y de la nieve. Las costaneras se verificarán, en todo caso, para una carga concentrada de 100 Kg aplicada en el centro del paño.

2. Piso de entretechos y mansardas de habitación	150kg/m ²
3. Pisos de departamentos y dormitorios de hoteles 200kg/m ²	
4. Pisos de oficinas	250kg/m ²
5. Pisos en hospitales, asilos, escuelas, salas de exposición 300kg/m ²	
6. Pisos en teatros, salas de conferencias, de baile, gimnasios, iglesias, salas de exposición de más de 50 m ² , tribunas de asientos fijos, almacenes, centros comerciales, edificios de uso público en general y suelos de patios en que no circulan vehículos	400kg/m ²
7. Talleres y fábricas con maquinarias livianas, y recintos por los que se desplazan vehículos o animales (Se entenderá por maquinaria liviana la que dé una reacción inferior a 750 Kg por apoyo)	500kg/m ²
8. Librerías, archivos, bibliotecas	600kg/m ²
9. Tribunas sin asientos fijos, graderías	700kg/m ²
10. Suelos de patios en que circulan vehículos, siempre que no actúen fuerzas concentradas extraordinarias	800kg/m ²

11. En las barandas de escaleras y balcones se considerará una fuerza horizontal de 50 Kg por metro lineal dirigida hacia el exterior y aplicada a la altura del pasamano. En los teatros y otras salas de reunión, edificios deportivos y tribunas, esta fuerza se tomará igual a 100 Kg por metro lineal.

Estas cifras se aplican cuando las solicitudes provengan del uso normal de la edificación, por personas, muebles, utensilios o cantidades someras de mercadería. Cualquier solicitud especial que pueda producirse por acumulación de máquinas, vehículos, libros, máquinas mercaderías, entre otros, debe considerarse adicionalmente. Es la DOM la que debe resolver acerca de las sobrecargas que se deben adoptar para el cálculo de bodegas, o locales con maquinaria pesada y cuando existan cargas que produzcan estremecimientos, tomando en consideración el recargo que se debe aplicar para considerar las acciones dinámicas. En aquellos edificios de varios pisos destinados a viviendas, oficinas, las sobrecargas que actúan sobre cimientos, pilares y muros pueden reducirse de acuerdo a la tabla que entrega el artículo 5.4.3 de la OGUC, tomando el nivel del techo como piso:

Nº DE PISOS SOBRE EL ELEMENTO CONSIDERADO (cimiento, pilar, muro)	REDUCCION EN LA SUMA DE SOBRECARGAS
1 - 2 y 3	0%
4	10%
5	20%
6 ó más	30%

En cuanto a los cálculos de estabilidad que de toda construcción se de debe tomar en cuenta la acción sísmica, de acuerdo a las normas oficiales y se establecerán las solicitudes y fatigas que ella produce en sus diversos elementos. Ello sumado a las solicitudes y fatigas provenientes de su propio peso (de la construcción) y de la mitad de la sobrecarga más la mitad de la acción de la temperatura, no deben sobrepasar la los límites oficiales para los diversos materiales, establecidos en las normas. Por ende el cálculo de estabilidad de las construcciones y de sus fundaciones puede hacerse considerándolas como un conjunto resistente.

Las solicitaciones provenientes entre otros, del peso propio, sobrecarga, temperatura, viento, asentamiento de apoyos, con excepción de la acción sísmica, deben quedar al mismo tiempo, dentro de los límites fijados en las normas para estas solicitaciones⁵³.

También se establece que cada edificio se debe construir, en general, como cuerpo o conjunto de cuerpos aislados con sus muros propios e independientes, y en aquellos edificios en los cuales la acción sísmica deba asimilarse a una vibración horizontal, no pueden construirse formando un solo cuerpo con los edificios vecinos, salvo que sean edificios calculados expresamente para vibrar en conjunto con estos.

El capítulo 5 del título De la Construcción trata de los Materiales de Construcción, indicando que la calidad de estos y elementos industriales para la construcción y sus condiciones de aplicación a las obras, están sujetos a la normativa vigente y a falta de ellas se sujetarán a las reglas que la técnica y arte de la construcción establezcan. En cuanto al control de calidad de estos, es obligatorio y le corresponde a los Laboratorios de Control Técnico de Calidad de Construcción inscritos en el registro homónimo que tiene a su haber el MINVU.

Las condiciones y requisitos mínimos que indique la ordenanza general para determinado material o elemento industrial de construcción, no son salvables y por lo tanto aquellos que no lo cumplan no podrán emplearse en la construcción de ninguna obra regulada por la Ordenanza. Inclusive el Presidente de la República puede prohibir el comercio de dichos materiales y elementos de construcción y, previo informe de la División Técnica de Estudios y Fomento Habitacional del MINVU, puede solicitar su decomiso.

El Director de Obras puede determinar la realización de ensayos o análisis con cargo al fabricante, constructor o propietario, para poder determinar la calidad de los materiales y si se comprueba la utilización de materiales que no cumplan los requisitos mínimo dispuestos por la OGUC, quedará sujeto a multa, sin perjuicio de ordenar la paralización o demolición de la obra, por parte de un juez competente.

Las normas técnicas señaladas por la ordenanza general deben ser cumplidas, salvo que contradigan expresamente alguna de sus disposiciones y la aplicación de estas, será de responsabilidad del profesional competente y del propietario de la obra.

⁵³ CHILE. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. 1992. DS. 47: Ordenanza General de Urbanismo y Construcción. Artículo 5.4.5.

La aplicación de las normas se hará de tal manera que produzca el estímulo de usar los materiales y elementos industriales de mejores características técnicas y económicas.

El capítulo 6 de las Condiciones Mínimas de Elementos de Construcción no sometidos a Cálculo de Estabilidad, se aplica a aquellas construcciones que no quedan sometidas a la acción de cargas extraordinarias o de fuerzas repetidas o vibratorias (los movimientos sísmicos no se entenderán como fuerza repetida o vibratoria), tampoco se aplicarán a construcciones que tengan más de 2 pisos.

Este capítulo se divide en diversos temas, estos son: Muros de Albañilería, Pilares de Hormigón Armado, Cadenas y Dinteles de Hormigón Armado, Tabiques, Entramados de piso y Edificaciones de Madera.

Sobre los Muros de Albañilería, se refiere a aquellas construcciones hechas a ladrillo y hace la indicación de los espesores que deben tener los muros hechos con este material, tanto muros internos como externos.

Si los ladrillos son hecho por maquinas deben estar sujetos a ensayos por un laboratorio que permita conocer su resistencia al esfuerzo vertical y horizontal, como a su capacidad de aislación térmica y acústica.

En cuanto a los Pilares de Hormigón Armado, deben ubicarse en la intersección de los muros tomando en consideración las distancias mínimas y máximas entre dichos pilares, para resguardar esfuerzos horizontales como lo son el viento o los temblores.

Sobre las Cadenas y Dinteles de Hormigón Armado, la ordenanza general se refiere a las vigas que se encuentran insertas en la albañilería a la altura de los suelos y de las techumbres y ligadas a los pilares que les corresponda y su función es de soporte a la albañilería, para evitar su colapso por fuerzas horizontales.

Para los Tabiques que se dividen en soportante⁵⁴ y no soportante⁵⁵ , trata de los espesores mínimo que estos deben tener, como tabiques de albañilería de ladrillo, incluso refiriéndose a tabiques de vidrio, destinados a dar luz a los locales.

⁵⁴ CHILE. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. 1992. DS. 47: Ordenanza General de Urbanismo y Construcción. Artículo 1.1.2. de Definiciones.

Tabique Soportante: elemento vertical de separación no estructural.

Los Entramados de pisos, entendiéndose como el esqueleto que sujeta el piso, la ordenanza trata tanto los entramados de piso de madera, como los de acero y basa sus indicaciones sobre los apoyos donde deben ubicarse y la calidad de las piezas.

Sobre las Edificaciones de Madera, la OGUC hace una reglamentación más profunda y trata con especial atención el tipo de madera a utilizar en la construcción, como de su tolerancia a la humedad. Resulta particularmente interesante para este estudio lo indicado en el artículo 5.6.11 número 6 y 7, al referirse que los Diafragmas o Tabiques (entramados verticales), ya que estos deben cumplir con ciertas exigencias y entre estas la número 6 indica que la distribución de estos debe ser preferentemente simétrica y uniforme, tanto en materiales como en dimensiones, para evitar solicitaciones de torsión de la estructura durante los sismos o ráfagas de viento y en aquellos casos de notoria asimetría o desuniformidad de los diafragmas, no debe aplicarse este artículo. En cuanto al número 7 sobre los diafragmas o tabiques, trata sobre la longitud equivalente o longitud de los entramados verticales, medidos en planta, necesarios para resistir las solicitaciones sísmicas. Esta debe quedar determinada en metros lineales, para cada una de las direcciones principales. Para el caso de resistencia sísmica, la longitud equivalente se sacará multiplicando la superficie cubierta por el proyecto, medida en metros cuadrado de planta, por el coeficiente que para cada caso indica la tabla siguiente⁵⁶:

TIPO DE EDIFICACION Coeficiente	DOS PISOS O UN PISO CON MANSARDA		
	UN PISO SIN MANSARDA	2º PISO O MANSARDA	1ºPISO
	0,18	0,27	0,28

Otra disposición que resulta pertinente en el trabajo de esta memoria se encuadra en el artículo 5.6.13 de la Ordenanza en su número 2, en el cual se indica que las edificaciones

⁵⁵ CHILE. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. 1992. DS. 47: Ordenanza General de Urbanismo y Construcción. Artículo 1.1.2. de Definiciones.

Tabique no Soportante: el que debe resistir cualquier carga, además de su propio peso.

⁵⁶ CHILE. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. 1992. DS. 47: Ordenanza General de Urbanismo y Construcción. Artículo 5.4.5.

de madera deben estar arriostradas⁵⁷ en los planos verticales, horizontales e inclinados con el objeto de absorber los esfuerzos horizontales provenientes de viento o sismo. Además en el número 6 de este artículo se indica que todos los aspectos atinentes a la resistencia del edificio que no sean contemplados en las disposiciones sobre edificaciones de madera de la OGUC, serán de responsabilidad del proyectista o el constructor, según corresponda.

El capítulo 7 del título V es de las Fundaciones, materia relevante en el estudio de la construcción tomando en consideración los materiales que deben ser utilizados, sumado a la alta dificultad que puede acarrear la naturaleza del terreno en el cual se construye y la variabilidad en la superficie. En él se hace referencia al tipo de material con los que se debe construir, sumado a la naturaleza del terreno (desde roca dura hasta fango o arcilla empapada) y las presiones admisibles que la ordenanza les indica, para darle sustento a la construcción y las diferentes variables que permite este cuerpo legal de acuerdo a las circunstancias que se den en la construcción de estas edificaciones. Resulta muy determinante tomando en consideración que las cargas sísmicas, entendidas como movimientos que los sismos producen, se transmiten a la edificación a través de las fundaciones.

En cuanto al tipo de fundaciones que deben tener las edificaciones de carácter definitivo, la OGUC denuncia que pueden ser de hormigón armado, albañilería, de pilotes u hormigón. Y estas deberán apoyarse directamente sobre el terreno o en pilares de hormigón, hormigón armado, de acero o de madera (en este caso el pilotaje completo debe quedar como mínimo a 30 cm debajo de la cota mínima de la napa de agua subterránea). En cuanto a la superficie que deben tener los cimientos, la OGUC ordena que sean las necesarias para que la presión máxima sobre el terreno no exceda el valor admisible indicado por la norma oficial correspondiente, normas técnicas chilenas NCh de mecánica de suelos o a falta de esta, por la calidad del terreno el ideal es que los cimientos descansen en superficies horizontales (así lo señala el inciso primero del artículo 5.7.3). En cambio en aquellas fundaciones que tengan zapatas⁵⁸ a distinta

⁵⁷ **Arriostrar:** Colocar piezas de forma oblicua (atravesada o cruzada) para dar estabilidad y que no se deforme un armazón.

Diccionario de Arquitectura y Construcción. Argentina. Definición de Arriostrar [s.a.]

<<http://www.parro.com.ar/definicion-de-arriostrar>>

[Consulta Enero 2011]

⁵⁸ **Zapata:** Parte del cimiento de una estructura que transmite las cargas directamente sobre el suelo, generalmente ensanchada para distribuir las cargas de un edificio en una superficie más amplia.

profundidad, al ángulo que se forma entre la horizontal que une los bordes contiguos de las zapatas adyacentes, en terrenos aluviales, no puede ser mayor al talud natural que no será más de 45°. En aquellos terrenos conglomerados (aquella unión de fragmentos de distintas rocas y sustancias minerales), los escalonamientos individuales de zapatas continuas a lo largo de un mudo, no pueden ser mayores a 0,45 metros de altura y la pendiente de una serie de ellos no puede ser superior a la del terreno (con un máximo de 30°).

En cuanto a la excavación para los cimientos, se debe tomar en consideración una profundidad suficiente para evitar el efecto de las aguas superficiales y las heladas y la erosión que pueden causar en los materiales. De hecho la profundidad mínima que deben tener los cimientos de hormigón o albañilería es de 0,6 metros, penetrando a lo menos en 0,2 metros en las capas no removidas de terreno, siempre que puedan resistir, de acuerdo a lo determinado por la tabla de presiones admisibles del artículo 5.7.10 de este cuerpo reglamentario. Cualquier modificación a lo indicado anteriormente, queda sujeta a responsabilidad del autor del proyecto estructural, dejando constancia de ello en el libro de obras. En cuanto a los espesores de los cimientos, los de hormigón no pueden tener menos de 20 centímetros y los de albañilería, 30. Pero ningún cimiento puede tener un espesor menor al muro que soporta, incluso sus salientes estructurales.

El artículo 5.7.10 entrega una tabla de presiones admisibles a las cuales pueden someterse determinados terrenos, que sirvan como terrenos de fundación, tratándose de cimientos continuos:

NATURALEZA DEL TERRENO	PRESIONES ADMISIBLES (Kg/cm ²)
1. Roca dura, roca primitiva	20 a 25
2. Roca blanca (toba, arenisca, caliza, etc.)	8 a 10
3. Tosca o arenisca arcillosa	5 a 8
4. Grava conglomerada dura	5 a 7
5. Grava suelta o poco conglomerada	3 a 4
6. Arena de grano grueso	1,5 a 2

Diccionario de Arquitectura y Construcción. Argentina. Definición de Zapata [s.a.]
<http://www.parro.com.ar/definicion-de-zapata>
 [Consulta Enero 2011]

7. Arcilla compacta o arcilla con arena seca	1 a 1,5
8. Arena de grano fino, según su grado de capacidad	0,5 a 1
9. Arcilla húmeda, hasta	0,5
10. Fango o arcilla empapada	0

Estas presiones máximas admisibles pueden estar sujetas a ciertas modificaciones de acuerdo a circunstancias externas al terreno y al tipo de material que se use para las fundaciones, sumado a la posibilidad que dada las características propias del terreno el proyectista decida usar otras presiones de acuerdo a sus cálculos y proyecciones, debiendo indicar las soluciones técnicas para dicho estudio.

En terreno húmedos, si la DOM respectiva lo estime necesario puede exigir que las fundaciones se construyan con capas aislantes o se construyan drenes (relativo a drenaje, cualquier dispositivo que permita la salida de agua) para evitar que suba la humedad o que esta socave las fundaciones. Para construir edificaciones en suelos movedizos, de tierra vegetal o que sean pantanosos se exige que se proporcionen las soluciones de ingeniera necesarias para su viabilidad. Es responsabilidad del profesional autor del proyecto estructural aceptar la formación de suelo artificial o consolidación del ya existente si se justifica dadas las condiciones locales (lo que también deberá quedar indicado en el libro de obra). La misma responsabilidad con respecto a la fundación de edificios en terrenos formados por rellenos artificiales.

En aquellos casos en que un terreno en el cual desee hacerse una fundación este compuesto por capas de material suelto, de poco espesor, sobre superficies irregulares de rocas o conglomerados, se requerirá excavar lo que sea necesario para poder instalar las fundaciones sobre terreno firme, tomando atención a eventuales empujes de material suelto sobre los cimientos por efecto sísmico. Cuando el terreno de fundación esté constituido por capas delgadas de material suelto, sobre una superficie compacta inclinada, la excavación debe ser tan profunda como sea el terreno compacto del fondo y así poder fundarse en él por secciones horizontales. Dichas fundaciones deben resistir además los esfuerzos propios de su condición y los empujes de tierra que se produzcan por eventuales deslizamiento del relleno.

Cuando se ejecuten construcciones que no requieran de proyecto de cálculo estructural (aquellas no establecidas en el artículo 5.1.7 de esta ordenanza), la DOM *puede* exigir un reconocimiento del suelo para determinar el tipo de fundación, la profundidad más conveniente y la carga unitaria admisible, cuando haya desconocimiento de la realidad

geológica e hidrográfica del subsuelo. Dichos reconocimientos serán por cuenta exclusiva del propietario.⁵⁹

Si la edificación se encuentra fundada en pilotes, deberán considerarse los esfuerzos sísmicos horizontales y para ello, se recomienda el empleo de pilotes inclinados.

Es tal la variabilidad de los terrenos en los que puede construirse, que el artículo final de este capítulo, el 5.7.22, indica que las respectivas DOM pueden aceptar otros métodos de fundación a los determinados en este capítulo, cuando sean justificados por los proyectistas, si así lo aconsejan las características del terreno.

En cuanto a los capítulos 8 y 9, de las Faenas Constructivas e Instalaciones y Pavimentación de Calzadas Inferiores, no son atingentes al estudio de este proyecto, por ende no serán tratados. Lo mismo sucede con el último título de la ordenanza general, del Reglamento Especial de las Viviendas Económicas, que pese a tratarse como un apartado aparte, en cuanto a lo referido a las medidas de seguridad y a los estándares mínimos de construcción con el debido cuidado sísmico, se mantiene las reglas generales.

⁵⁹ CHILE. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. 1992. DS. 47: Ordenanza General de Urbanismo y Construcción. Artículo 5.7.8.

2.3 Normas Técnicas

En nuestro país el encargado de crear las normas técnicas es el Instituto Nacional de Normalización (INN), que es una fundación de Derecho Privado, creada por la CORFO, como un organismo técnico sin fines de lucro.

Su principal objetivo es “la elaboración y difusión de las normas chilenas (NCh), la evaluación de la conformidad, la coordinación de la Red Nacional de Metrología y la capacitación en materias de sistemas de gestión de la calidad y normas específicas. Lo anterior con el fin de fortalecer los componentes de la calidad nacional, favoreciendo su competitividad en el mercado tanto interno como a nivel internacional”⁶⁰.

En general el cumplimiento de las normas técnicas no es obligatorio, pero en el caso de la Construcción, las normas se han ido incorporando en nuestra legislación Nacional y es así como la Ordenanza determina el cumplimiento obligatorio de estas.

En cuanto al estudio de dichas normas técnicas, que es la labor que nos interesa del INN, la creación de esta norma puede emanar del mismo INN, o del sector público o privado. Ante la solicitud, se inicia la elaboración de un anteproyecto de la norma, en el que se toman como antecedentes normas internacionales, regionales, extranjeras o antecedentes técnicos nacionales. El anteproyecto se estudia por un comité técnico que es constituido por todo aquellos que estén interesados en el tema (desde empresas privadas hasta Laboratorios, Universidades o Ministerios), los que harán las observaciones que estimen conveniente y así generan un proyecto de norma.

Generado este proyecto se envía a consulta pública (se le envía a cada parte interesada), para que lo estudie y realicen observaciones dentro de un plazo de 30 días. El secretario técnico del comité hará un resumen con todas las observaciones planteadas y se lo enviará a las entidades que respondieron por las consultas. Estas entidades se entienden como partícipes de un Comité Técnico y su labor será la de revisar las observaciones, llegar a acuerdos y lograr un consenso sobre el texto final de la norma.

Una vez que se tenga un texto definitivo que haya pasado por el visto bueno del Comité Técnico, la norma es presentada ante el Consejo Técnico de la INN junto a un informe del procedimiento de estudio, para su aprobación. Solo una vez aprobada, la norma es

⁶⁰ Instituto Nacional de Normalización. El INN [s.a.].
<<http://www3.inn.cl/inn/portada/index.php>>
[Consulta Enero 2011]

enviada al Ministerio respectivo (el que tenga competencia en el tema normalizado), para su oficialización y publicación en el Diario Oficial.

De las Normas Técnicas que reconoce la OGUC que son necesarias y tienen plena aplicación en materia de construcción antisísmica en nuestro país, son 2 las que se estudiarán en este proyecto por ser la base técnica del diseño sísmico en las edificaciones. La primera es la NCh 433. Of. 96 de Diseño Sísmico de Edificios y la segunda la NCh 2369 de Diseño Sísmico de Estructuras e Instalaciones Industriales.

2.3.1 NCh 433. Of. 96 Diseño Sísmico de Edificios

Documento preparado por el Instituto Nacional de Normalización y que se oficializó el año 1993, la que fue remplazada finalmente por la norma presentada el año 1996 y se actualizó el año 2009.

Esta norma técnica se divide en 8 capítulos y 3 anexos. El capítulo 1 trata sobre los **Alcances** de la norma.

El capítulo 2 de las **Referencias** y el capítulo número 3 sobre la **Terminología y Simbología** utilizada por esta norma.

El capítulo 4 trata sobre las **Disposiciones de aplicación general**, que se subdivide en 4 subcapítulos que son la zonificación sísmica; el efecto del suelo de fundación y de la topografía en las características del movimiento sísmico; clasificación de ocupación de edificios y otras estructuras de acuerdo a su importancia, uso y riesgo de falla y; finaliza con los instrumento sísmicos.

El capítulo 5 regula las **Disposiciones generales sobre diseño y método de análisis** y se divide en 11 subcapítulos. El primero es de los principios e hipótesis básicos, el segundo de la combinación de las solicitaciones sísmicas con otras solicitaciones; luego la coordinación con otras normas de análisis y diseño; el cuarto de los sistemas estructurales; el quinto de los modelos estructurales; sexto de las limitaciones para el uso de los métodos de análisis; el séptimo sobre el factor de modificación de la respuesta; octavo trata sobre las acciones sísmicas sobre la estructura; noveno de las deformaciones sísmicas; décimo de las separaciones entre edificios o cuerpos de edificios y; el último sobre los planos y las memorias de cálculo.

El sexto capítulo se refiere a los **Modelos de Análisis** que se divide en las generalidades; el análisis estático y cierra con el análisis modal espectral.

El capítulo 7 trata del **Diseño y construcciones de fundaciones**, dividido en 5 subcapítulos, el primero se refiere a las especificaciones generales para el diseño; el segundo de las fundaciones superficiales; tercero los pilotes; cuarto las estructuras contiguas y cierra con los empujes en muros subterráneos.

El octavo y último capítulo trata de los **Elementos Secundarios**, que también se divide en 5 subcapítulos, sobre generalidades; criterios sobre el nivel de desempeño; sobre las fuerzas para el diseño de elementos secundarios y sus anclajes; de los tabiques divisorios y; finalmente de los aspectos complementarios.

El primer anexo o anexo A trata del Daño Sísmico y la recuperación estructural y consta de 6 partes, la primera de las generalidades; la segunda la evaluación del daño sísmico y decisiones sobre la recuperación estructural; la tercera de los requisitos que debe cumplir el proyecto de recuperación estructural; luego las disposiciones generales sobre métodos de reparación. El quinto indica los requisitos que debe cumplir el proceso constructivo de la recuperación estructural y; finalmente se refiere a la necesidad de recuperación de edificios sin daños.

El anexo B trata sobre referencias transitorias. El anexo C es sobre empujes de muros subterráneos.

Esta norma técnica se refiere en exclusiva al diseño sísmico de los edificios, dejando expresamente en claro en su artículo 1.4, que no regulara el diseño de otras obras civiles como puentes y acueductos. Tampoco se aplica a edificios con fines industriales, de hecho estos tienen una norma que les es propia y que revisaremos a continuación de esta.

Establece los requisitos mínimos para el diseño sísmico de edificios, sumado a las exigencias sísmicas que deben cumplir los equipos y otros elementos secundarios de estos. A lo anterior se le suman recomendaciones sobre evaluación de los daños sísmicos y su reparación.

En el capítulo 4 de Disposiciones Generales de Aplicación General se refiere como primer tema a la Zonificación Sísmica, indicando una clasificación del territorio Nacional en 3 zonas sísmicas, las cuales se indican en la figura 4.1 a), 4.1b) y 4.1 c) ⁶¹ que aparecen en esta norma. División que es alterada desde las regiones IV a la IX, sumada la Metropolitana, que tendrán su propia zonificación, se acuerdo a lo señalado en la tabla 4.2⁶²:

⁶¹ CHILE. Instituto Nacional de Normalización. 2009. NCh 433 Of. 96 modificada en 2009: Diseño Sísmico de Edificios. Figuras 4.1 a); 4.1 b) y 4.1 c).

⁶² CHILE. Instituto Nacional de Normalización. 2009. NCh 433 Of. 96 modificada en 2009: Diseño Sísmico de Edificios. Tabla 4.2.

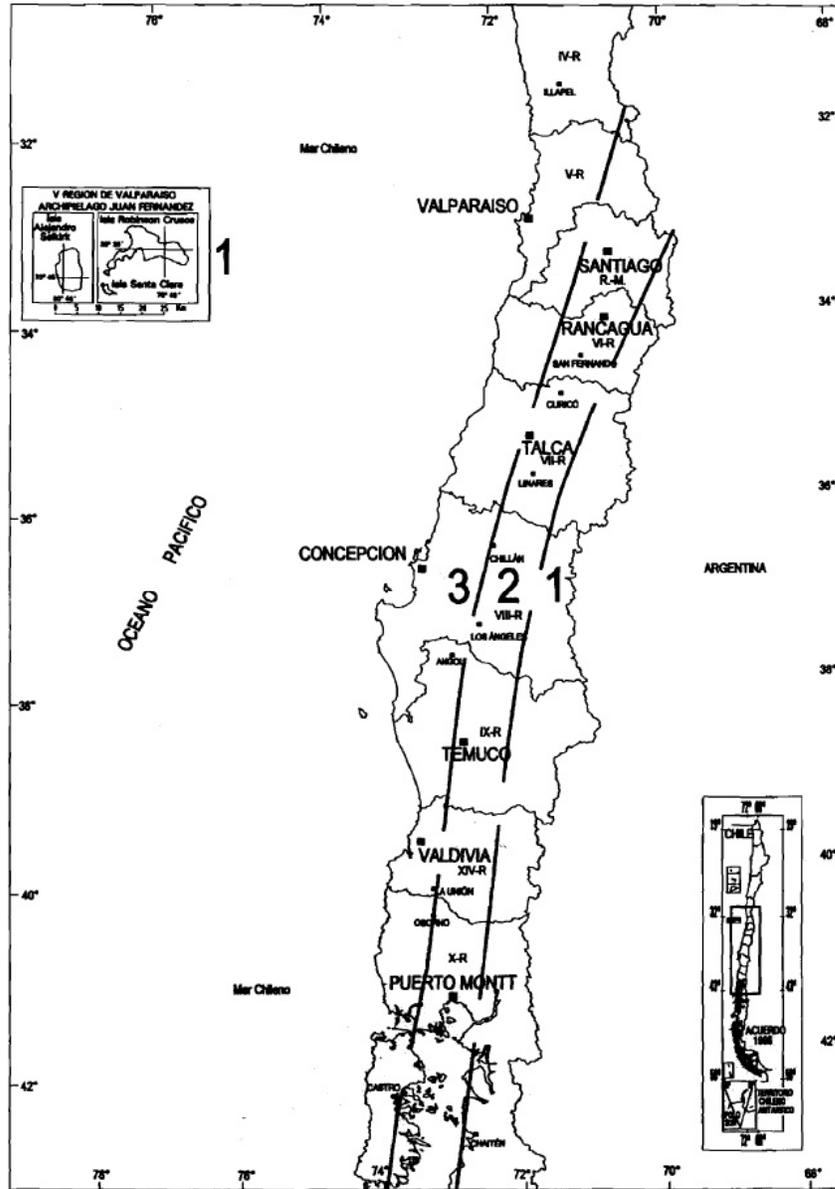


Figura 4.1 b) - Zonificación sísmica de las Regiones IV, V, VI, VII, VIII, IX, X, XIV y Región Metropolitana

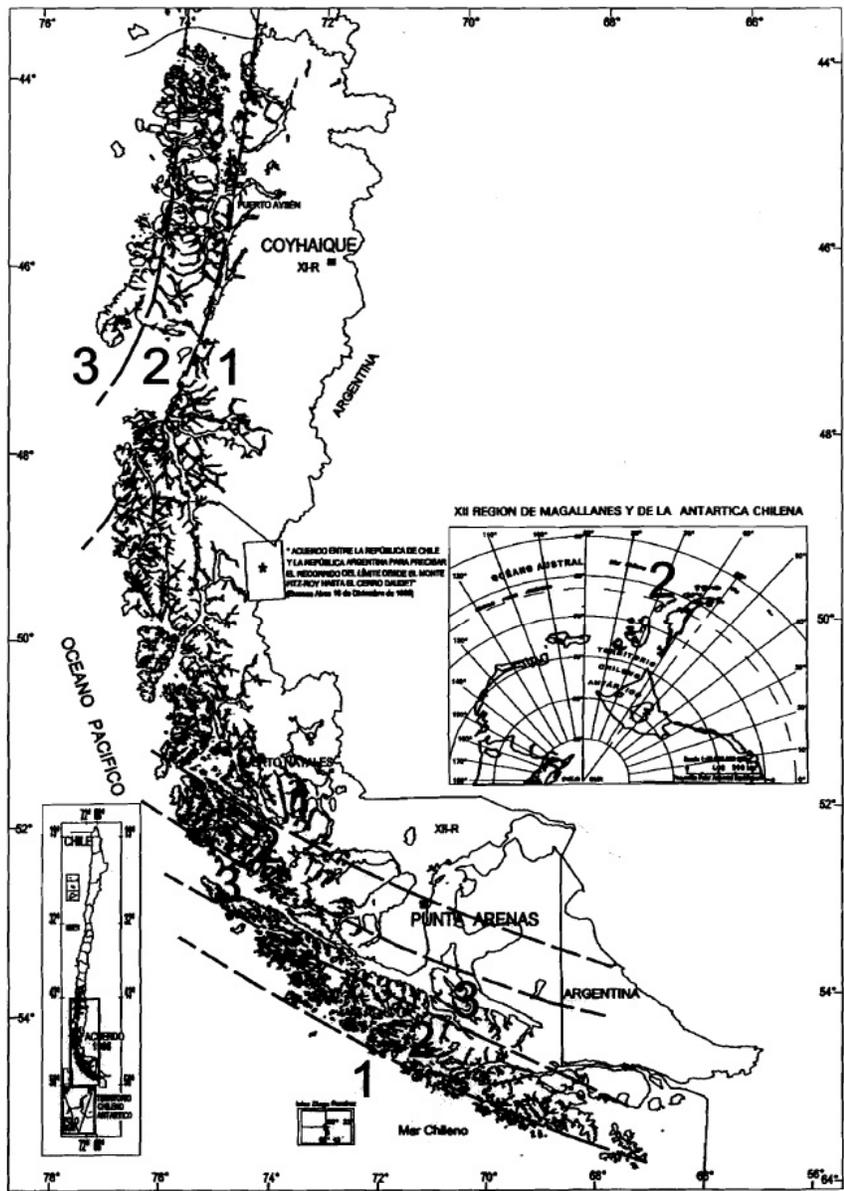


Figura 4.1 c) - Zonificación sismica de las Regiones XI y XII

Tabla 4.2 Zonificaciones sísmicas por comunas para las regiones Cuarta a Novena

Región	Zona 3	Zona 2	Zona 1
---------------	---------------	---------------	---------------

	Andacollo		
	Combarbalá		
	Coquimbo		
	Illapel		
	La Higuera		
	La Serena		
	Los Vilos		
Cuarta	Mincha		
	Monte Patria		
	Ovalle		
	Paiguano		
	Punitaqui		
	Río Hurtado		
	Salamanca		
	Vicuña		

	Algarrobo	Calle Larga	
	Cabildo	Los Andes	
	Calera	San Esteban	
	Cartagena		
	Casablanca		
	Catemu		
	Concón		
Quinta	El Quisco		
	El Tabo		
	Hijuelas		
	La Cruz		
	La Ligua		
	Limache		

	Llayllay		
	Nogales		
	Olmué		
	Panquehue		
	Papudo		
	Petorca		
	Puchuncaví		
	Putendo		
	Quillota		
Quinta	Quilpué		
	Quintero		
	Rinconada		
	San Antonio		
	San Felipe		
	Santa María		
	Santo Domingo		
	Valparaíso		
	Villa Alemana		
	Viña del Mar		
	Zapallar		

	Alhué	Buín	
	Curacaví	Calera de Tango	
	El Monte	Cerrillos	
	Lampa	Cerro Navia	
	María Pinto	Colina	
	Melipilla	Conchalí	
Metropolitana	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	
		Nuñoa	
		Paine	
		Pedro Aguirre Cerda	
		Peñaflor	
Metropolitana		Peñalolén	
		Pirque	
		Providencia	
		Pudahuel	
		Puente Alto	
		Quilicura	
		Quinta Normal	
		Recoleta	
		Renca	
		San Bernardo	
		San Joaquín	
		San José de Maipo	
		San Miguel	
		San Ramón	
		Santiago	
		Talagante	
		Vitacura	

	La Estrella	Chépica	
	Las Cabras	Chimbarongo	
	Litueche	Codegua	
	Lolol	Coínco	
	Marchigüe	Coltauco	
	Navidad	Doñihue	
	Palmilla	Graneros	
	Peralillo	Machalí	
Sexta	Paredones	Malloa	
	Peumo	Mostazal	
	Pichidegua	Nancagua	
	Pichilemu	Olivar	
	Pumanque	Placilla	
	Santa Cruz	Quinta de Tilcoco	
		Rancagua	
		Rengo	
		Requínoa	
		San Fernando	
		San Vicente de Tagua Tagua	

	Cauquenes	Colbún	
	Chanco	Curicó	
	Constitución	Linares	
	Curepto	Longaví	
	Empedrado	Molina	
	Hualañé	Parral	
	Licantén	Pelarco	
Séptima	Maule	Rauco	
	Pelluhue	Retiro	
	Pencahue	Río Claro	
	San Javier	Romeral	
	Talca	Sagrada Familia	

	Vichuquén	San Clemente	
Séptima		Teno	
		Villa Alegre	
		Yerbas Buenas	

	Arauco	Antuco	
	Bulnes	Coihueco	
	Cabrero	El Carmen	
	Cañete	Los Ángeles	
	Chillán	Mulchén	
	Cobquecura	Ñinquén	
	Coelemu	Pemuco	
	Concepción	Pinto	
	Contulmo	Quilaco	
	Coronel	Quilleco	
	Curanilahue	San Fabián	
	Florida	San Ignacio	
	Hualqui	Santa Bárbara	
Octava	Laja	Tucapel	
	Lebu	Yungay	
	Los Álamos		
	Lota		
	Nacimiento		
	Negrete		
	Ninhue		
	Penco		
	Portezuelo		
	Quillón		
	Quirihue		
	Ranquil		
	San Carlos		
	San Nicolás		
	San Rosendo		

	Santa Juana		
	Talcahuano		
Octava	Tirúa		
	Tomé		
	Treguaco		
	Yumbel		

	Angol	Collipulli	Curarrehue
	Carahue	Cunco	Lonquimay
	Galvarino	Curacautín	Melipeuco
	Los Sauces	Ercilla	Pucón
	Lumaco	Freire	
	Nueva Imperial	Gorbea	
	Purén	Lautaro	
Novena	Renaico	Loncoche	
	Saavedra	Perquenco	
	Teodoro Schmidt	Pitrufquén	
	Toltén	Temuco	
	Traiguén	Victoria	
		Vilcún	
		Villarica	

Una vez hecha esta clasificación nacional, la norma se refiere al efecto del suelo de fundación y de la topografía en las características del movimiento sísmico. Es así como hace la clasificación, en una tabla enumerada por la NCH como tabla 4.3, de los tipos de suelo de fundación que se usan para construir. Esta tabla reconoce 4 tipos de suelos.

Tabla 4.3 Definición de los tipos de suelos de fundación

Tipo de Suelo I: Roca⁶³.

⁶³ Roca: Material natural, con velocidad de propagación de ondas de corte in-situ igual o mayor que 900 metros por segundo, o bien resistencia de la compresión uniaxial (esfuerzo que soporta el material antes de colapsar) de probetas intactas igual o mayor a 10 MPa (Megapascal, unidad de presión) y *RQD* (*Rock Quality*

Tipo de suelo II:

- Suelo con v_s (velocidad de propagación de onda de corte en el suelo) igual o mayor que 400 metros por segundo en los 10 metros superiores, y creciente con la profundidad
- Grava densa, con peso unitario seco del suelo igual o mayor a 20 kN/m³ (kilo newton por metro cúbico, fuerza por unidad de volumen) o índice de densidad igual o mayor que 75%, o grado de compactación mayor que 95% del valor Proctor modificado (método de laboratorio que observa el nivel de humedad necesario para que el suelo se haga más denso y alcance su máxima densidad en seco)
- Arena densa con índice de densidad mayor que 75% o índice de Penetración Estándar⁶⁴ N mayor que 40, o grado de compactación superior al 95% del valor Proctor modificado
- Suelo cohesivo duro con resistencia de corte no drenado al suelo, igual a mayor a 0,1MPa (resistencia a la compresión simple del suelo igual o mayor que 0,2 MPa) en probetas sin fisuras.

Si el espesor del estrato sobre la roca es menor que 20 metros, el suelo se clasificara como tipo I.

Tipo de suelo III:

- Arena permanentemente no saturada con índice de densidad entre 55% y 75%, o N (índice de Penetración Estándar) mayor que 20
- Grava o arena no saturada, con grado de compactación menor que el 95% del valor Proctor modificado
- Suelo cohesivo con resistencia al corte no drenada del suelo comprendido entre 0,025 y 0,1 MPa (resistencia a la compresión simple del suelo entre 0,05 y 0,2 MPa) independiente del nivel freático (lugar en que se encuentran aguas subterráneas)

Designation, porcentaje de recuperación de testigos de más de 10 cm de longitud (en su eje) igual o mayor que 50%.

⁶⁴ Ensayo de Penetración Estándar en un examen geotécnico realizado en el fondo de una perforación que consiste en medir el número de golpes necesarios para que se introduzca una determinada profundidad de una cuchara que permite tomar una muestra de su interior. N se refiere al número de golpes que debe dar el penetrómetro para introducir la cuchara 15 centímetros. Se toma en consideración que según la tabla de número de golpes por compacidad relativa del terreno, N menor que 20 indica que el suelo de fundación tiene una compacidad muy suelta, suelta o firme.

- Arena saturada con N comprendido entre 20 y 40

Si el espesor del estrato sobre la roca o sobre un tipo de suelo II es menor que 10 metros, el suelo se clasificará como tipo II.

Tipo de suelo IV: Suelo cohesivo saturado con resistencia al corte no drenada del suelo igual o menor que 0,025 MPa (resistencia a la compresión simple del suelo igual o menor que 0,05 MPa).

Si el espesor sobre un tipo de suelo I, II, III es menor que 10 metros, el suelo se clasificará como tipo III.

El artículo 4.2.1 de esta norma técnica señala que la tabla 4.3, los datos ahí indicados suponen que esos terrenos son de topografía y estratificación horizontal, y que las estructuras afectadas estén lejos de singularidades geomorfológicas y topográficas.

Se excluyen de la tabla 4.3 expresamente 2 tipos de suelos, los que son potencialmente licuables (entendiéndose por tales arenas, limos, arenas limosas, saturados, con Índice de Penetración Estándar N menor que 20). Los otros tipos de suelos que se excluyen de esta tabla son los susceptibles de densificación por vibración.

El artículo 4.2.3 indica que la caracterización del suelo debe apoyarse en un informe sustentado en una exploración del subsuelo acorde a las características del proyecto.

Si la información proporcionada por dicho informe no basta para clasificarlos de acuerdo a lo previsto en la tabla 4.3, debe suponerse que le corresponde el tipo de suelo que resulte en el mayor valor del esfuerzo de corte basal⁶⁵, de acuerdo a la tabla 6.3 de la norma, que se refiere al valor de los parámetros que le corresponderán a cada tipo de suelo, pero que no será observado en este trabajo dada su complejidad técnica.

Luego de presentar los mapas de zonificación sísmica del país y la clasificación de suelos, la norma técnica también realiza una clasificación de la ocupación de edificios y de otras estructuras de acuerdo a la importancia, uso y riesgo de que esta falle.

Así es como los edificios se clasifican en:

a) Categoría I: Edificios y otras estructuras aisladas o provisionales no destinadas a habitación, no clasificables en ninguna de las categorías de ocupación II, III, o IV que

⁶⁵ CHILE. Instituto Nacional de Normalización. 2009. NCh 433 Of. 96 modificada en 2009: Diseño Sísmico de Edificios. Artículo 3.1.8. de Terminología y Simbología.

Esfuerzo de Corte Basal: esfuerzo de corte producido por la acción sísmica en el nivel basal del edificio.

representen un bajo riesgo para la vida humana en el caso de falla, incluyendo, pero no exclusivamente:

- Instalaciones Agrícolas
- Ciertas instalaciones provisorias
- Instalaciones menores de almacenaje

b) Categoría II: Todos los edificios y estructuras destinados a la habitación privada o al uso público que no pertenezcan a las categorías I, III y IV y edificios u otras estructuras cuya falla pueda poner en peligro construcciones de la categoría de ocupación I, III y IV.

c) Categoría III: Edificios y otras estructuras cuyo contenido es de gran valor (incluyendo, pero no exclusivamente: bibliotecas; museos).

Edificios y otras estructuras donde existe frecuentemente aglomeración de personas, incluyendo, pero no exclusivamente:

- Salas destinadas a asambleas para 100 o más personas
- Estadios y graderías al aire libre para 2.000 o más personas
- Escuelas, parvularios y recintos universitarios
- Cárceles y lugares de detención
- Locales comerciales con una superficie mayor o igual que 500 m² por piso, o de altura mayor que 12 metros
- Centros comerciales con pasillos cubiertos, con un área total mayor que 3.000 m² sin considerar la superficie de estacionamientos.

Edificios y otras estructuras no incluidas en la Categoría de Ocupación IV (incluyendo, pero no exclusivamente, instalaciones que manufacturan, procesan, manipulan, almacenan, usan o desechan sustancias tales como combustibles peligrosos, productos químicos peligrosos, residuos peligrosos o explosivos) que contienen cantidades suficientes de sustancias peligrosas para el público, en caso que se liberen.

Edificios y otras estructuras que contengan sustancias peligrosas deben ser clasificadas como estructuras de la Categoría de Ocupación II si se demuestra satisfactoriamente ante la Autoridad Competente mediante una estimación del riesgo, según la NCh 3171 (Diseño Estructural: disposiciones generales y combinaciones de carga), que la liberación de la sustancia peligrosa no presenta una amenaza para el público.

d) Categoría IV: Edificios y otras estructuras clasificadas como edificios gubernamentales, municipales, de servicios públicos o de utilidad pública, incluyendo. Pero no exclusivamente:

- Cuarteles de policía
- Centrales eléctricas y telefónicas;
- Correos y telégrafos;
- Radioemisoras
- Canales de televisión
- Plantas de agua potable y de bombeo.

Edificios y otras estructuras clasificadas como instalaciones esenciales cuyo uso es de especial importancia en caso de catástrofe, incluyendo, pero no exclusivamente:

- Hospitales
- Postas de primeros auxilios
- Cuarteles de bomberos
- Garajes para vehículos de emergencia
- Estaciones terminales
- Refugios de emergencia

Estructuras auxiliares (incluyendo, pero no exclusivamente a, torres de comunicación, estanques de almacenamiento de combustible, estructuras de subestaciones eléctricas, estructuras de soporte de estanques de agua para incendios o para consumo doméstico o para otro material o equipo contra incendios) requeridas para la operación de estructuras con Categoría IV durante una emergencia.

Torres de control de aviación, centros de control de tráfico aéreo, y hangares para aviones de emergencia.

Edificios y otras estructuras que tengan funciones críticas para la defensa nacional.

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.

Edificios y otras estructuras que contengan sustancias peligrosas deben ser clasificadas como estructuras de la Categoría de Ocupación II si se puede demostrar satisfactoriamente a la Autoridad Competente mediante una estimación de riesgo, como se describe en NCh 3.171 que una fuga de estas sustancias no representa una amenaza

para el público. No se permite esta clasificación reducida si los edificios u otras estructuras también funcionan como instalaciones esenciales o utilidad pública.

El capítulo 5 de Disposiciones Generales y Métodos de Análisis señala en el artículo 5.1.1 cual es la orientación que tiene esta norma técnica en cuanto a las estructuras y señala en primer lugar, que el objetivo de la presente norma es que las edificaciones resistan sin daño sismos de intensidad moderada. En aquellos casos de sismos de mediana intensidad, que los daños se limiten a elementos no estructurales. En el caso de sismos de intensidad particularmente severa, su objetivo es que el edificio evite el colapso, aún cuando se presente daños, que no permitan volver a utilizar el edificio.

El mismo artículo aclara en su inciso segundo que no es esta ley, ni ninguna otra, la encargada de señalar cual sismo corresponde a las respectivas intensidades, por lo que se desprende que deja esa interpretación a la *lex praxis* de los profesionales que estudien dichos fenómenos, el determinar que categoría se le pudiese dar a tal o cual movimiento telúrico.

La base general que toma esta norma es la del comportamiento lineal y elástico⁶⁶ de las estructuras ante la acción sísmica, aún cuando existen determinadas normas referidas a la fatiga y resistencia de cada material y que deben ser revisados en conjunto con esta, para realizar un correcto estudio de proyecto de cálculo estructural para construir (por ejemplo la norma técnica de hormigón armado). El artículo 5.3 señala que en caso de que existan incompatibilidades entre esta norma técnica y alguna de diseño de materiales, debe prevalecer la NCh 433.

Esta norma hace una clasificación de tres tipos de sistemas estructurales, estos son en primer lugar, el sistema de muros (acciones gravitacionales y sísmica son resistidas por muros); segundo el sistema de pórticos (acciones gravitacionales y sísmicas son resistidas por pórticos); y finalmente un sistema mixto⁶⁷.

El subcapítulo 5.5 se refiere a los modelos estructurales y señala en primera instancia los pesos que debe resistir la construcción y es así como se debe considerar en el cálculo de

⁶⁶ Comportamiento elástico: cuando un sólido se deforma adquiriendo mayor energía potencial elástica, aumentando su energía interna pero sin transformaciones termodinámicas irreversibles. De hecho el comportamiento elástico es reversible, si se suprimen las fuerzas que producen la deformación, el sólido vuelve al estado inicial anterior a la aplicación de cargas.

⁶⁷ CHILE. Instituto Nacional de Normalización. 2009. NCh 433 Of. 96 modificada en 2009: Diseño Sísmico de Edificios. Artículo 5.4.

masas de las cargas permanente, un porcentaje de sobrecarga de uso, el que será de un 25% en edificaciones destinadas a habitación privada, o de uso público, siempre que estas últimas no tengan aglomeraciones de personas o cosas como característica usual. En aquellos edificios de uso público en los que estas aglomeraciones sean usuales se deberá considerar una sobrecarga de uso de un 50%.

Luego el subcapítulo 5.5 regula los diafragmas⁶⁸ de piso, en cuanto a que se debe verificar que las fuerza axiales se deben redistribuir entre los planos o subestructuras verticales resistentes. Para ello se debe verificar la rigidez y resistencia que tengan los diafragmas. Si se trata de edificios que tiene plantas irregulares (una U o una T, por ejemplo) pueden proyectarse como una sola estructura, siempre y cuando los diafragmas de pisos que les correspondan se calculen y construyan como un solo conjunto, sino se entenderán y construirán como estructuras separadas.

Luego trata la compatibilidad de deformaciones horizontales, en que los edificios que tengan diafragmas horizontales⁶⁹, deben hacer los análisis compatibles con los desplazamientos horizontales de las estructuras verticales con los diafragmas horizontales del edificio.

El subcapítulo 5.7 señala el factor de modificación de la respuesta, el que refleja las características de absorción y disipación de energía de la estructura resistente, como la experiencia del comportamiento sísmico en determinados materiales y tipos de estructuraciones.

Luego el capítulo 5 señala dos temas divididos en los subcapítulos 5.8 y 5.9, las acciones sísmicas sobre las estructuras y las deformaciones sísmicas. Indicando para ello que se debe hacer una análisis de la construcción como mínimo para acciones sísmicas independientes según cada una de las direcciones horizontales que tiene el edificio y sobre los elementos que son vulnerables a la acción vertical del sismo (entendiéndose por estos, las marquesinas, balcones, aleros, etc.) se deben diseñar para fuerzas verticales

⁶⁸ **Diafragmas:** Pieza estructural rígida que puede soportar el esfuerzo cortante al estar cargado en una dirección paralela a un plano.

Diccionario de Arquitectura y Construcción. Argentina. Definición de Diafragma [s.a.]

<<http://www.parro.com.ar/definicion-de-zapata>>

[Consulta Febrero 2011]

⁶⁹ **Diafragmas Horizontales:** Forjado rígido horizontal que transmite y distribuye las fuerzas laterales a paredes verticales de arriostamiento, etc.

Diccionario de Arquitectura y Construcción. Argentina. Definición de Diafragmas Horizontales [s.a.]

<<http://www.parro.com.ar/definicion-de-zapata>>

[Consulta Febrero 2011]

iguales a las cargas permanente, más las sobrecargas de uso y a ambas se les debe sumar un 30%.

En cuanto a las deformaciones sísmicas, básicamente establece factores máximos de desplazamiento entre los pisos y las partes de la estructura, para mantener el edificio con un nivel de seguridad mínimo que le permita resistir el colapso ante una fuerza sísmica de alta intensidad.

En el 5.10 se refiere a las separaciones mínimas que deben existir entre edificios y entre los edificios y los cuerpos de este, ello para permitir su movimiento relativo debido a fuerzas laterales.

El subcapítulo 5.11 se refiere a los Planos y Memoria de Cálculo. Así es como señala que los planos de estructuras deben contener como información básica, la calidad de los materiales considerados para el proyecto, también la zona sísmica en donde se construirá la obra y además el tipo de suelo donde pretenda realizarse la fundación.

En cuanto a la Memoria de Cálculo, debe informar además de lo que la obliga la ordenanza general (capítulo 2.2), de una descripción del sistema sismorresistente y también debe hacer una descripción del método de análisis sísmico, identificando las parámetros usados para determinar la sollicitación sísmica. También debe señalar cuales fueron los resultados principales del análisis y finalmente la forma en que se utilizaron los tabiques divisorios en dicho análisis y en el diseño.

En el capítulo 6 de esta norma técnica se señala los dos tipos de métodos de análisis sísmicos que se deben usar en las edificaciones nacionales para determinar las fuerzas de diseño en estructuras, pudiendo usarse por un lado el método de análisis estático, y por el otro, el método de análisis modal espectral (método dinámico).

El primer método, el de análisis estático solo puede usarse para cierto tipo de edificaciones, es así como la NCh 433 indica en su artículo 6.2.1, que se usará este modelo exclusivamente para estas 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 pisos y de altura no mayor que 20 m;
- c) las estructuras de 6 a 15 pisos cuando se satisfagan las siguientes condiciones para cada dirección de análisis:

- los cocientes entre la altura total h del edificio, y los períodos de los modos con mayor masa traslacional equivalente en las direcciones "x" e "y", T_x y T_y , respectivamente, deben ser iguales o superiores a 40 *m/s*;
- el sistema de fuerzas sísmicas horizontales del método estático debe ser tal que los esfuerzos 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 esfuerzo de corte basal.

En el resto de las edificaciones corresponderá el uso del método de análisis modal espectral.

La norma señala cual es el procedimiento de uso de uno y otro modelo, señalando de tal manera como deben realizarse y el estudio correspondiente que implica uno y otro, pero dada su dificultad técnica, no nos involucraremos mayormente, solo dando este atisbo referente a cuando se utiliza uno y cuando el otro.

El capítulo 7 se refiere al Diseño y Construcción de Fundaciones, para ello regula el diseño y construcción de fundaciones superficiales y también lo hace en el caso de los pilotes. Dicha clasificación se realiza de acuerdo a la profundidad de contacto entre estructura y suelo. En el primer caso como su nombre lo indica, son menos profundas que en el caso del uso de pilotes.

Finalmente este capítulo también estudia aquellos casos en que existan estructuras contiguas, de tal manera que la elaboración de fundaciones de una edificación no afecte las de otras construcciones colindantes o próximas a la obra que se desarrolla. Es así como el artículo 7.4.3 indica que antes de iniciar la construcción de una obra se debe efectuar un catastro detallado de las estructuras colindantes o cercanas comprometidas.

El capítulo 8 trata de los Elementos Secundarios. Establece las condiciones y las solicitaciones para el diseño y anclaje de elementos secundarios y la interacción de estos con la estructura resistente, tomando en cuenta el uso del edificio y la necesidad de continuidad de la operación⁷⁰.

Para cumplir con lo anterior este capítulo regula distintas temáticas, pasando por los criterios sobre el nivel de desempeño y las fuerzas para el diseño de elementos

⁷⁰ CHILE. Instituto Nacional de Normalización. 2009. NCh 433 Of. 96 modificada en 2009: Diseño Sísmico de Edificios. Artículo 8.1.1.

secundarios y sus anclajes. También regula los tabiques divisorios y la relación que estos tiene con la estructura del edificio, clasificando para ello a los tabiques divisorios como solidarios (siguen la deformación de la estructura) y los flotantes (los que se pueden deformar de forma independiente a la estructura). El capítulo finaliza haciendo regulaciones particulares, lo que el subcapítulo 8.5 denomina aspectos complementarios.

Con este capítulo, se termina el articulado de la NCh 433. La norma es acompañada también de 3 anexos.

El anexo A se refiere al Diseño Sísmico y la Recuperación Estructural, por lo que se tratan los efectos de los sismos y a diferencia de lo señalado en la norma técnica, no tiene un afán preventivo.

El anexo A tiene como finalidad evaluar los daños producidos por un sismo en la estructura resistente de los edificios y orientar la recuperación estructural de un edificio que se encuentre ya dañado por un sismo o de los potencialmente inseguros ante la ocurrencia de uno futuro.

La recuperación estructural puede ser de dos tipos, dependiendo cual sea la finalidad de dicha recuperación, es así como se denominará “Reparación” cuando a una estructura que se encuentra dañada, se le restituye a lo menos su capacidad resistente y su rigidez original. Se le denominará por el contrario, “*Refuerzo*” cuando a la estructura, dañada o sin daño, se le modifiquen sus características para alcanzar un nivel de seguridad predeterminado mayor que el original.

En cuanto al grado de daño sísmico que puede sufrir una estructura, esta se clasificará como daño severo, moderado o leve. El encargado de hacer la estimación del daño, será un profesional especialista que analizará y cuantificará el comportamiento de los parámetros que definen el daño. Si el daño del edificio es severo y presenta la posibilidad de un colapso ante réplicas u otro sismo, la DOM puede solicitar el desalojo del edificio.

La recuperación estructural que corresponda dependerá del grado de daño y de la intensidad que haya tenido el movimiento sísmico que lo produjo.

El proyecto de recuperación estructural debe ser diseñado por un profesional especialista y debe contar con la aprobación de la DOM respectiva, salvo los edificios de categoría IV que requerirán además la revisión de otro profesional especialista, dada la importancia de

estas construcciones⁷¹. De hecho este tipo de edificaciones deben someterse cada 10 años a una revisión que tiene como fin velar que se cumpla lo solicitado por esta norma técnica.

El artículo A.3.2 de este anexo señala los antecedentes que debe incluir el proyecto de recuperación estructural, y son los siguientes:

- a) catastro detallado de daños en los elementos componentes de la estructura resistente
- b) estimación del grado de daño
- c) determinación de las causas y justificación de los daños
- d) nivel de seguridad sísmica de la recuperación estructural
- e) criterios básicos de diseño
- f) soluciones de reparación y de refuerzos
- g) planos generales y de detalles
- h) especificaciones técnicas constructivas
- i) nivel de inspección de obras
- j) aprobación del revisor del proyecto de acuerdo con lo establecido en A.3.1

En cuanto a los requisitos que debe cumplir el proceso constructivo de la reparación estructural, este anexo señala que debe realizarse por una empresa con experiencia en este tipo de trabajos, sumado a una inspección especializada (independiente de la empresa que lo lleve a cabo) durante todo el desarrollo de la obra y la supervigilancia del profesional especialista que efectuó el proyecto de recuperación (este también podrá ser el que haga la inspección especializada durante todo el desarrollo de la obra).

La DOM respectiva puede eximir de los requisitos del proceso constructivo de la reparación estructural a determinadas obras, bastando la supervigilancia del autor del proyecto, siempre que:

- Sean viviendas aisladas individuales
- Tengan una superficie menor a 200 m²
- No tengan más de dos pisos

El anexo B señala las Referencias Transitoria que deben utilizarse mientras no se oficialice la norma técnica Chilena para el dimensionamiento y construcción de estructuras

⁷¹ CHILE. Instituto Nacional de Normalización. 2009. NCh 433 Of. 96 modificada en 2009: Diseño Sísmico de Edificios. Anexo A Diseño Sísmico y Recuperación Estructural. Artículo A.3.1.

de acero, la NCh 3171 de Diseño Estructural (esta última fue oficializada el año 2010, por lo que ya debe utilizarse y no se le aplican a las nuevas construcciones lo dispuesto en este anexo).

El anexo C trata sobre los empujes en muros subterráneos y tampoco resulta atingente para nuestro estudio.

2.3.2 NCh 2369 Diseño Sísmico de Estructuras e Instalaciones Industriales

Aún cuando la NCh 433 fue concebida en primera instancia como una norma de diseño sísmico para todos los edificios, dadas las características de nuestro país y la frecuencia con la que solemos ser afectados por movimientos telúricos de mediana y gran magnitud, se hizo necesaria una norma de la misma naturaleza pero referida exclusivamente para las edificaciones industriales, principalmente por los costos que implican eventuales daños en este tipo de construcciones, desde el punto de vista económico. Ello porque el país se mueve en función de su industria, lo que significa que una ruina industrial puede detener la producción del país y consecuentemente deteriorar gravemente las tasas de empleo, en circunstancias posteriores a una catástrofe natural, que es cuando más se necesitan.

Sumado a lo anterior es que desde una perspectiva técnica, el desarrollo de mejores tecnologías de construcción antisísmica, ingenieril y arquitectónica, es mucho más viable en instalaciones industriales, puesto que los costos a la protección de material industrial son adyacentes para una empresa, que por lo tanto estará dispuesta a realizar una mayor inversión en esta área.

Estas dos características de este diseño sísmico dan una muestra de que la normativa que regula a las instalaciones industriales o NCh 2369, da una mayor seguridad sísmica que la NCh 433.

La NCh 2369 se compone de 11 capítulos y de tres anexos los cuales se clasifican en subcapítulos y subanexos.

El primer capítulo es de **Alcance y Campo de Aplicación**, mientras que el segundo trata de **Referencias Normativas**.

El tercer capítulo es de **Términos, Definiciones y Simbología** y se subclasifica en 2 apartados, el primero de términos y definiciones y el segundo de simbología.

El capítulo cuatro trata de las **Disposiciones de General Aplicación** y se compone de siete subcapítulos. Primero, los principios e Hipótesis básicos; luego las formas de especificar la acción sísmica; tercero la clasificación de estructuras y equipos según su importancia; cuarto la coordinación con otras normas; quinto la combinación de cargas; sexto, proyecto y revisión del diseño sísmico y; finalmente, disposición general sobre la aplicación de esta norma.

El capítulo 5 del **Análisis Sísmico**, dividido en 10 puntos. El 5.1 de Disposiciones generales; el 5.2, Métodos de análisis; 5.3 de Análisis elástico estático; 5.4, Análisis elástico dinámico; el 5.5 de Acción sísmica vertical; 5.6 de Equipos robustos y rígidos apoyadas en el suelo; 5.7 Diseño por desplazamientos diferenciales horizontales; 5.8 Análisis especiales; 5.9 estructuras con aislación sísmica o disipadores de energía y; 5.10 de otras estructuras no específicamente referidas en esta norma.

El sexto capítulo se refiere a las **Deformaciones Sísmicas** y son estudiadas en 4 focos, los cálculos de deformaciones, separaciones entre estructuras, deformaciones sísmicas máximas y efecto P-delta.

El capítulo 7 es de los **Elementos Secundarios y Equipos montados sobre estructuras**, se subclasifica en alcance, fuerzas para el diseño sísmico, fuerzas para el diseño de anclajes y sistemas de corte automático.

El capítulo ocho de **Disposiciones Especiales para Estructuras de Acero** se clasifica en 7 subcapítulos. El primero de las Normas aplicables; luego de los Materiales; tercero de los Marcos Arriostrados; cuarto de Marcos Rígidos; quinto de Conexiones; sexto, anclajes y; finalmente Sistemas de Arriostramiento Horizontales.

El noveno capítulo de la **Disposiciones Especiales para Hormigón Armado** se subclasifica en estructura de hormigón armado, luego en estructuras prefabricadas de hormigón y finalmente en naves industriales compuestas por columnas en voladizo.

El capítulo 10 es sobre las **Disposiciones sobre fundaciones** y se divide en especificaciones generales para el diseño y en fundaciones superficiales.

El último capítulo, el 11 sobre **Estructuras Específicas** se clasifica en 13 subcapítulos. El subcapítulo 11.1 trata de los Galpones industriales; el 11.2 de las Naves de acero livianas; el 11.3, Edificios industriales de varios pisos; 11.4 de Grandes equipos suspendidos; 11.5 de Cañerías y ductos; el 11.6, Grandes equipos móviles; 11.7 de Estanques, elevados, recipientes de proceso y chimeneas de acero; 11.8 de Estanques verticales apoyados en el suelo; 11.9, Hornos y secadores rotatorios; 11.10 de Estructuras de albañilería refractaria; 11.11, Equipos eléctricos; 11.12 de Estructuras y equipos menores y; el 11.13 de Estructuras maderas.

El anexo A trata de los Detalles Típicos.

El anexo B de Diseño de las uniones viga a columna en Marcos rígidos de acero, y lo abarca en 8 temas.

El anexo C, Comentarios, que precisamente resuelve posibles dificultades que se produzcan de la lectura e interpretación de cada uno de los capítulos de esta norma técnica y del anexo B.

En el capítulo 1 del Alcance y Campo de Aplicación, señala que tipo de estructuras son las que quedan sujetas al diseño sísmico regulado por esta norma técnica, es así como se aplica tanto a las estructuras propiamente tales, como a los sistemas de ductos y cañerías y a los equipos de proceso, mecánicos y eléctricos y a sus anclajes, estructuras de bodega o recintos de vocación industrial, y a las construcciones estructuradas con columnas en voladizo.

En cuanto a los edificios de oficina, casinos y los demás que puedan asimilarse a los de uso habitacional, serán regulados por la NCh 433. De hecho la NCH 2369 es complementaria a la NCh 433, a tal punto que todas las indicaciones que no sean modificadas expresamente por la Norma Técnica de Diseño Sísmico de Estructuras e Instalaciones Industriales, son aplicables a este tipo de edificaciones.

Expresamente en el artículo 1.2 esta norma técnica indica ciertas tipo de obras que quedan fuera del ámbito de aplicación de esta norma, es así como las centrales nucleares, centrales de energía eléctrica y líneas de transmisión, presas, tanques de relaves, puentes, túneles, muelles gravitacionales, muros de contención, líneas de ductos enterradas, sumado a otro tipo de obras, no requieren el seguimiento de esta norma en su diseño.

El objetivo de esta norma esta señalado en el capítulo 4 de este texto, señalando que las disposiciones indicadas en ella, sumado a las normas de diseño específicas de cada material, tienen por finalidad en primer lugar la protección de la vida en la industria y luego la continuidad de operación de la industria.

La protección de la vida en la industria se traduce en evitar el colapso de las estructuras para sismos más severos que el sismo de diseño; evitar incendios, explosiones o emanaciones de gas y líquidos tóxicos; la protección del medio ambiente y; asegurar la operatividad de las vías de escape durante la emergencia sísmica.

La continuidad de operación de la industria, implica para esta norma que se mantengan los procesos y servicios esenciales; evitar o reducir a un tiempo mínimo la paralización de la operación de la industria y; por último facilitar la inspección y reparación de los elementos dañados.

Para cumplir estos objetivos de evitar el colapso de las estructuras y además de mantener la continuidad de operación de la industria, el artículo 4.1.3 hace indicaciones de carácter técnico en el tipo de diseño sísmico y cuales son las condiciones básicas que debe cumplir la obra para poder entender que ha cumplido con lo mínimo de acuerdo al diseño sísmico que le corresponde a una fabrica o instalación industrial.

El diseño sísmico está en manos de los ingenieros de procesos⁷² y de los profesionales especialistas⁷³. La aprobación del diseño sísmico siempre debe quedar en manos del profesional especialista, distinto de los diseñadores.

En cuanto a la ubicación de la instalación industrial, el artículo 4.1.6 de esta norma técnica señala que se deben considerar otros fenómenos, como lo son la amplificación topográfica (que produce que las aceleraciones hacia las crestas de las laderas aumenten), maremotos, desplazamiento por fallas y deslizamiento de tierras, licuación o densificación del suelo.

La norma también señala 4 modelos o formas que se entregan para especificar la acción sísmica:⁷⁴

- a) Mediante coeficientes sísmicos horizontales y verticales
- b) Mediante espectros de respuesta de sistemas lineales de un grado de libertad para los movimientos de traslación horizontal y vertical del suelo de fundación
- c) Dando valores descriptivos del movimiento del suelo como máximos de la aceleración, velocidad y desplazamiento de suelo
- d) Mediante acelerogramas reales o sintéticos debidamente formulados para los movimientos horizontal y vertical del suelo de fundación

⁷² CHILE. Instituto Nacional de Normalización. 2003. NCh 2369. Of. 2003: Diseño Sísmico de Estructuras e Instalaciones Industriales. Artículo 3.1.6. de Términos y Definiciones.

Ingenieros de Procesos: Ingeniero responsable de los procesos de producción, disposición general de los equipos y estructuras y procesos de operación de la industria.

⁷³ CHILE. Instituto Nacional de Normalización. 2003. NCh 2369. Of. 2003: Diseño Sísmico de Estructuras e Instalaciones Industriales. Artículo 3.1.6. de Términos y Definiciones.

Profesional Especialista: Profesional con especialización reconocida en estructuras, legalmente autorizado para ejercer en Chile, con experiencia probada en diseño sismorresistente de 5 años como mínimo.

⁷⁴ **Acciones Sísmicas:** son movimientos oscilatorios complejos de la corteza terrestre que pueden analizarse desde distintos puntos de vista según el objetivo del estudio, desde la naturaleza del mecanismo de generación o foco, las características del medio de transmisión de las ondas desde el foco hasta el punto de observación, de la distribución espacial y temporal de las componentes de desplazamientos, hasta aspectos estadísticos e históricos.

CARLOS A. PRATO y FERNANDO G. FLORES. 2007. Acciones Sísmicas para Diseño Estructural [En línea].

<www.efn.uncor.edu/departamentos/estruct/ae/apuntes/Acciones_Sismicas.pdf>

[Consulta Febrero 2011]

Si se utilizan una de las dos primeras alternativas, se debe respetar lo dispuesto en el artículo 4.1 de la NCh 433 sobre zonificación sísmica, o sea tanto los mapas indicados en las figuras 4.1 a); 4.1 b) y; 4.1 c); sumado a la tabla 4.2 de dicha norma y que aparecen previamente en este capítulo. También se regirá según lo que indica el artículo 4.2 de la NCh 433 sobre los efectos del suelo de fundación y de la topografía en las características del movimiento sísmico.

En cambio si las que se utilizan son las 2 últimas formas, estas se basan en los resultados de estudios de peligro sísmico, los que consideran la sismicidad regional y local, condiciones geológicas, geotécnicas y topográficas y las consecuencias directas e indirectas de las fallas de las estructuras y equipos. Si se le suma la sospecha de existencia de efectos de campo cercano, se debe hacer un análisis especial que los considere.⁷⁵

Al igual que en la NCh 433, la NCh 2369 también hace una clasificación del tipo de construcciones que regula, según su importancia, es así como clasifica las estructuras y equipos industriales en⁷⁶:

a) Categoría C1: Obras críticas por cualquiera de las siguientes razones:

- Vitales, que se deben mantener en funcionamiento para controlar incendios o explosiones y daño ecológico, y atender las necesidades de salud y primeros auxilios de los afectados.
- Peligrosas, cuya falla implique riesgo de incendio, explosión o envenenamiento de aguas o aire.
- Esenciales, cuyas fallas pueden provocar detenciones prolongadas y pérdidas serias de producción.

b) Categoría C2: Obras normales, que pueden tener fallas menores susceptibles de reparación rápida, que no causen detenciones prolongadas ni pérdidas importantes de producción y que tampoco puedan poner en peligro otras obras de la categoría C1.

⁷⁵ CHILE. Instituto Nacional de Normalización. 2003. NCh 2369. Of. 2003: Diseño Sísmico de Estructuras e Instalaciones Industriales. Artículo 4.2.

⁷⁶ CHILE. Instituto Nacional de Normalización. 2003. NCh 2369. Of. 2003: Diseño Sísmico de Estructuras e Instalaciones Industriales. Artículo 4.3.

c) Categoría C3: Obras y equipos menores, o provisionales, cuya falla sísmica no ocasiona detenciones prolongadas, ni tampoco puede poner en peligro otras obras de las categorías C1 y C2.

En cuanto a la combinación con otras normas, esta norma técnica señala que se debe aplicar en conjunto con las normas de carga o diseño de cada material según lo reseñado en el NCh 433 y en los casos de cargas y materiales que no son tratados por la NCh 433 ni por las demás normas técnicas a las cuales esta hace referencia, se deberán usar normas y criterio internacionalmente reconocidos por el profesional especialista que aprueba el proyecto, siempre que estos cumplan los objetivos mínimos señalados por la norma técnica de diseño sísmico industrial, en su artículo 4.1.

Sobre el proyecto de Diseño Sísmico, este debe ser hecho por el profesional especialista (salvo los casos en que los equipos son diseñados por sus proveedores en el extranjero) y el diseño sísmico de todas las estructuras, de sus equipos y anclajes, cualquiera sea su origen debe ser aprobado por profesionales especialistas distinto al o los diseñadores. Los planos y memorias de cálculo deben ser diseñados con los mismos requisitos mínimos indicados en la NCh 433 y deben ser firmados por el profesional especialista que hizo el diseño original y por el que aprobó el diseño sísmico de las estructuras, equipos y anclajes. En el caso de las estructuras y equipos que se encuentren en la categoría C3, los planos solo requieren la firma del profesional especialista que hizo el diseño original, indicando las dimensiones y materiales de los elementos resistentes, pesos, centros de gravedad y detalles del anclaje.

El artículo 4.6.4 indica que pese a la revisión que requiera el proyecto de diseño, ello no liberará de responsabilidad al profesional especialista que hizo el diseño original, de cumplir con las normas y especificaciones que se le señalan en la normativa técnica de diseño sísmico.

Puede variar la aplicación de la norma, de acuerdo a si el tipo de estructuras está expresamente tratada en ella. Si es así, es obligatoria esa disposición de diseño, pero en aquellos casos en que la estructura puede asociarse a varias clasificaciones que a su vez impliquen disposiciones de diseño diferentes, se deberá optar por la más exigente.

El capítulo 5 de la norma técnica está titulado como Análisis Sísmico y otorga las herramientas que se deben considerar a la hora de hacer el diseño sísmico de la obra.

Sobre la dirección de la sollicitación sísmica, el análisis de la estructura debe ser como mínimo para acciones sísmicas en dos direcciones horizontales aproximadamente perpendiculares y sobre el efecto de las aceleraciones sísmicas verticales, se deben considerar ciertos casos señalados en el artículo 5.1.1 de la norma técnica, estos son:

- Barras de suspensión de equipos colgantes y sus elementos soportantes y vigas de acero de construcción soldada, laminada o plegada, con o sin losa colaborante, ubicada en la zona sísmica 3, en la que las cargas permanentes representan más del 75% de la carga total
- Estructuras y elemento de hormigón precomprimido (pretensado y postensado)
- Fundaciones de elementos y anclajes, y apoyo de estructuras y equipos
- Cualquier otra estructura o elemento en que la variación de la acción sísmica vertical afecte en forma significativa su dimensionamiento, como por ejemplo, las estructuras o elementos en voladizo
- Estructuras con aislación sísmica sensitivas a los efectos verticales

En cuanto al diseño de una estructura resistente al sismo no requiere combinar los efectos de los dos componentes horizontales, a la norma le basta el diseño para un sismo actuando en cada una de las direcciones, en forma separada. Excepcionalmente en aquellos casos en que la estructura presente notorias irregularidades torsionales o tengan en ambas direcciones marcos rígidos con columnas comunes a dos líneas resistentes que se intersectan. En estos casos se deberá considerar al 100% de la sollicitación sísmica que actúa en una dirección, un 30% de sollicitación sísmica en la dirección ortogonal anterior (la otra dirección horizontal debe ser de 90° o cercana, por ejemplo dirección norte y dirección este). Y se deben considerar los máximos esfuerzos resultantes de dicha combinación.

Sumado a lo anterior en cuanto a la masa sísmica del modelo estructural para el cálculo de fuerzas horizontales provenientes de un movimiento sísmico, las sobrecargas de operación pueden reducirse dependiendo de la probabilidad de ocurrencia simultánea con el sismo de diseño⁷⁷. En cuanto a una eventual reducción de cargas para las fuerzas

⁷⁷ **Sismo de Diseño:** es el resultado del análisis de los diferentes terremotos registrados en el país y en otros lugares del mundo con características sísmicas similares a las nuestras. En general, se adopta el movimiento más destructivo que puede ocurrir en una determinada zona, con una recurrencia de 500 años (es decir, que ocurre, en promedio, una vez cada 500 años).

Instituto Nacional de Prevención Sísmica. San Juan, Argentina. Reglamento para Construcciones Sismorresistentes [s.a.].

<<http://www.inpres.gov.ar/Reglamentos.htm>>

verticales, para los efectos del diseño sísmico de una edificación industrial en los casos del artículo 5.1.1, no se consideraran dichas reducciones, salvo las indicadas en la NCh 1537 para las sobrecargas de uso.

El subcapítulo 5.2 indica cuales son los métodos de análisis sísmicos que se deben usar para el diseño sísmico de las obras reguladas por la NCh 2369, estos pueden ser métodos lineales o no lineales, dependiendo la forma para especificar la acción sísmica que señala el artículo 4.2 de la presente norma, es así como para una acción sísmica especificada según la forma 4.2 a); b) y; c), el análisis sísmico se hará usando normalmente métodos lineales y si se especifica de acuerdo a la forma del 4.2 d), el análisis puede basarse en una respuesta no lineal. A grandes rasgos, los métodos lineales suponen que los materiales son “lineales”, o sea, al quitar las cargas la estructura retorna a su estado original, al considerarlos no lineal, se atiende la degradación de la rigidez de los miembros por efecto de las cargas a través del tiempo.

Para los métodos lineales se pueden usar tres procedimientos:

- Análisis estático o de fuerzas equivalentes, para estructuras de no más de 20 metros de altura, siempre que su respuesta sísmica se pueda asimilar a la de un sistema de un grado de libertad⁷⁸
- Análisis modal espectral, para cualquier tipo de estructuras
- Métodos especiales para estructuras de comportamiento elástico, de acuerdo a lo estipulado en el artículo 5.8 de esta norma.

Los métodos de análisis no lineal corresponden a uno de los métodos de análisis especiales indicados en el artículo 5.8 que cumplan las condiciones de análisis tiempo-historia del artículo 5.8.2. El modelo no lineal debe modelar adecuadamente la capacidad resistente y el comportamiento de los electos estructurales, respaldados por ensayos de laboratorio (con este propósito) o estudios experimentales normalmente aceptados.

[Consulta Febrero 2011]

⁷⁸ Sistema de un grado de libertad: es aquel en que toda la masa del sistema se mueve como un punto vibrando en una única dirección con una amplitud $\gamma(t)$, debido a una fuerza variable $F(t)$. el movimiento del sistema viene condicionado además de por la fuerza achunte, por sus tres características básicas, *masa* (elemento sólido indeformable en el que se almacena la energía cinética del sistema); *resorte* (electo elástico sin masa ni amortiguamiento que representa la rigidez del sistema y en el que se almacena la energía potencial elástica de deformación) y; *amortiguador* (elemento sin masa ni rigidez en el que se disipa energía del sistema vibrante como consecuencia del movimiento relativo entre sus partes o de la deformación, convirtiéndose en calor o en sonido).

Los subcapítulos 5.3; 5.4 y 5.5 desarrollan el estudio de estos modelos.

El subcapítulo 5.8 trata de los análisis especiales que no solo se refieren al diseño sísmico de estructuras según estudios de ingeniería mecánica, sino que también toman otras variables que señalan que su tratamiento debe ser especial, así es como se analizan las características e importancia de las obras a construir, condiciones geotécnicas del sitio, distancia a las fuentes sismogénicas, factores locales de amplificación o reducción de la intensidad del movimiento del suelo en función de la topografía del lugar y configuración y constitución del subsuelo.

De hecho la misma norma en su artículo 5.8.1.2 indica que se debe tener en consideración de acuerdo a lo anterior, los valores probabilísticos de los análisis de riesgo sísmico desarrollados para sismos con un período de retorno de 100 años.

El subcapítulo 5.9 trata de las estructuras con aislación sísmica o disipadores de energía, se refiere a aquellas obras que cuentan con dispositivos que pueden ser incorporados al esquema resistente de una estructura para modificar sus propiedades dinámicas, alterando su período fundamental de vibración, aumentando su capacidad de disipación de energía o modificando la distribución de fuerzas, para mejorar su respuesta sísmica.

Básicamente este subcapítulo hace indicación a cuales son los criterios y normas que deben regir la utilización de cualquier método de aislación sísmica, reconociendo ciertas normas que pueden ser aplicables y en otros casos otorgando los requisitos que se deben cumplir en el estudio del diseño para que estos elementos sean bien utilizados.

El capítulo 8 de la NCh 2369 se refiere a las disposiciones especiales para las estructuras de acero y que a falta de una nueva versión de la norma chilena para el dimensionamiento y construcción de estructuras de acero, se deben usar las disposiciones de la NCh 2369 complementadas con normas extranjeras, debidamente señaladas. Estas son las siguientes:

- *Load and Resistance Factor Design Specifications for Estrcutural Steel Buildings*, 1999, de *American Institute of Steel Construction (AISC)*; o alternativamente la *Specifications for Steel Buildings, Allowable Stress Design*, 1989, de AISC
- *Specifications for the Design of Cold Formed Steel Structural Members*, 1996, de la *American Iron and Steel Institute (AISI)*, para diseño de elementos formados en frío no incluidos en las normas AISC

- En lo relacionado con diseño sísmico las normas de la AISC se deben complementar con las disposiciones de *Seismic Provisions for Structural Steel Buildings, Part 1: Structural Steel Buildings*, 1999, de la AISC. Alternativamente se pueden usar las normas de cláusula 8 y del anexo B de la NCh 2369.

La norma de diseño sísmico de Estructuras e Instalaciones Industriales, una vez reseñadas las normas internacionales que la complementan, se refiere en específico cuales son los marcos regulatorios que impone para el diseño sísmico en estructuras de acero. Ello incluye la regulación en los marcos arriostrados y rígidos, las conexiones, los anclajes y los sistemas de arriostramiento horizontales.

En el capítulo 9 sobre disposiciones especiales para estructuras de hormigón se debe usar la reglamentación indicada en este capítulo, complementada con la NCh 430 de Hormigón Armado, la que a su vez se estudia conjuntamente con la ACI 318-99 (*American Concrete Institute*, norma extranjera). Después del 25 de Febrero del año 2011, se inició la gran modificación de la NCh 430, entró en vigencia el Decreto MINVU 118 del Reglamento que fija los Requisitos de Diseño y Cálculo para el Hormigón Armado, que para las obras nuevas debe ser aplicado preponderantemente.

En los casos en que la planificación del cálculo estructural se haya hecho bajo la regencia de la norma estadounidense, se considera el territorio nacional, con sus tres zonas sísmicas en la totalidad, una región de elevado riesgo sísmico.

El subcapítulo 9.2 trata del diseño en los casos en que sean utilizadas estructuras prefabricadas de hormigón y los cuatro sistemas de diseño para resistir acciones sísmicas:

Sistemas gravitacionales, sistemas prefabricados con conexiones húmedas, sistemas prefabricados con conexiones dúctiles y sistemas prefabricados con conexiones secas.

Finalmente el capítulo tiene un apartado específico para la regulación del diseño de naves industriales compuestas por columnas en voladizo⁷⁹.

⁷⁹ **Método del voladizo:** Método empleado para analizar la estructura de varias plantas entendidas como un voladizo sometido a flexión, partiendo de la base de que se crea un punto de inflexión en el centro de todas las barras, y que la fuerza axial de los pilares de cada planta es proporcional a su distancia horizontal al centroide de todos los pilares del mismo nivel; se dispone de rótulas imaginarias en cada punto de inflexión, convirtiendo de esta manera dicho armazón en una estructura estáticamente determinada. Diccionario de Arquitectura y Construcción. Argentina. Definición de Método en voladizo [s.a.] <<http://www.parro.com.ar/definicion-de-zapata>> [Consulta Febrero 2011]

El capítulo 10 trata sobre la Fundaciones y las disposiciones que esta norma les señala para un correcto diseño sísmico de la obra. Lo hace a través de dos apartados, por un lado las especificaciones generales para el diseño y por el otro hace una regulación específica para aquellos casos en que se utilicen fundaciones superficiales y no de pilotes.

En el capítulo final del articulado de la NCh 2369 se refiere a las Estructuras específicas. Este capítulo es de gran importancia dado que se regulan distintos tipos de estructuras que son usualmente utilizadas en la manufactura e industria y por lo tanto la norma opta por regularlas en lo específico y de esta manera darle un grado mayor de seguridad constructiva.

En primer lugar este capítulo se refiere al diseño sísmico de los galpones industriales, luego el subcapítulo 11.2 regula las naves de acero livianas. El término nave se entiende arquitectónicamente como al espacio comprendido entre dos muros o filas de columnas. En este caso particular la propia norma señala que este subcapítulo se aplicará cuando se cumplan ciertas condiciones técnicas para que pueda considerarse una nave como nave liviana. Ello se entenderá así considerando desde la altura que ella pueda tener, sumando a las combinaciones de cargas que le son aplicables y también que estas deben pertenecer a la clasificación C2 y C3 según el artículo 4.3.1 de esta norma técnica.

En el caso del subcapítulo 11.3 de los edificios industriales de varios pisos, la norma es cauta tomando en consideración de que en la medida de lo posible, los pisos deben ser diafragmas sísmicos rígidos (de hormigón, o metálicos con arrostamientos horizontales o planchas de piso sólidas). En los diafragmas se deben contemplar dispositivos de unión con la estructura capaces de transmitir la fuerza sísmica.

El 11.4 regula el diseño de los grandes equipos suspendidos y el 11.5 de las cañerías y ductos.

En el caso de los grandes equipos móviles, estos se deben analizar dinámicamente considerando las magnitudes y posiciones más desfavorables de las cargas.

El subcapítulo 11.7 regula el diseño en caso de existir estanques elevados, recipientes de proceso y chimeneas de acero y el 11.8, los estanques verticales apoyados en el suelo (estos pueden ser fabricados de acero u hormigón armado, pero en lo referido en particular a estas cisternas, este subcapítulo prefiere las normas técnicas específicas de cada uno de estos materiales).

El 11.9 regula los casos en que hallan hornos y secadores rotatorios y el 11.10 las estructuras de albañilería refractaria (resistente a altas temperaturas) en que en su diseño se deben considerar los utensilios, tanto en frío como en su operación normal.

El subcapítulo 11.11 regula el diseño para los aparatos eléctricos, en que esta norma se aplica en exclusiva a los equipos eléctricos que se encuentran al interior de las plantas industriales, excluyendo expresamente los equipos de generación y transmisión, como también las subestaciones principales, las que deben regirse por especificaciones especiales.

Finalmente el capítulo trata en sus dos últimos apartados sobre las estructuras y equipos menores y las estructuras de madera.

El anexo A y el B son de referencia excesivamente técnicas por lo que no vale la pena tratarlos en este trabajo, puesto que están fuera de nuestro ámbito de estudio.

En cuanto al anexo C, este tiene un afán explicativo sobre todo el articulado de la norma, pero será tratado en el capítulo IV sobre legislación antisísmica en materia de construcción en el derecho comparado.

CAPITULO 3

APLICACIÓN Y FISCALIZACIÓN DE LA LEY, EN MATERIA DE CONSTRUCCIÓN.

3.1 DIRECCIÓN DE OBRAS

La dirección de obras municipales es la unidad encargada de las obras de urbanismo, construcción y edificación (el legislador utiliza indistintamente la expresión edificación y construcción, las entiende como sinónimos) que se realicen en la comuna. Para ser más precisos, esta institución municipal es la encargada de otorgar los permisos que la ley exige para la realización de dichas obras.

La Ley General de Urbanismo y Construcción se refiere a ellos, indicando en su artículo 8, que todas la Municipalidades deben consultar dicho cargo y para postular a él se debe tener título universitario. Pero en los casos en que la Municipalidad tiene una población superior a los 40.000 habitantes, el profesional deberá ser un arquitecto o un ingeniero civil, mientras que en el resto de ellas también podrá ser un constructor civil. En todos los casos se requerirá adicionalmente ser miembro activo e inscrito del colegio profesional respectivo. En los casos en que no sea posible costear a este profesional o nadie se ofrezca para el cargo, la Municipalidad deberá contratar a un profesional por tiempo determinado o utilizar a uno que ejerza funciones dentro de la Municipalidad.

El artículo 24 de la Ley Orgánica Constitucional de Municipalidades señala las funciones que se encargan a la unidad municipal encargada de las obras, entiéndase la DOM. Estas son 7 funciones claramente delimitadas, pero para algunos autores estas funciones se dividen en 2 grupos, aquellas funciones que son principales y las demás que serán las accesorias⁸⁰.

En el primer grupo se restringiría a la primera función señalada en la LOCMUNI que implica velar por el cumplimiento de las disposiciones de la LGUC, del plano regulador comunal y de las ordenanzas correspondiente y para ello, le otorga determinadas facultades, como lo son:

⁸⁰ JOSE FERNANDEZ RICHARD y FELIPE HOLMES SALVO. 2009. Derecho Urbanístico Chileno. Segunda edición actualizada. Editorial Jurídica De Chile. P 68-73.

- 1) Dar aprobación a las subdivisiones de predios urbanos y urbano-rurales;
- 2) Dar aprobación a los proyectos de obras de urbanización y de construcción;
- 3) Otorgar los permisos de edificación de las obras señaladas en el número anterior;
- 4) Fiscalizar la ejecución de dichas obras hasta el momento de su recepción, y
- 5) Recibirse de las obras ya citadas y autorizar su uso.

Las funciones accesorias son todas las demás que indica la LOCMUNI, como la fiscalización de las obras en uso, la aplicación de normas ambientales relacionadas con construcción y urbanización, confección y mantención de un catastro de las obras realizadas en la comuna, ejecutar medidas de vialidad urbana y rural, dirigir construcciones de responsabilidad municipal y aplicar las normas legales de construcción y urbanización en la comuna.

La LGUC, también indica las funciones que le son otorgadas a este organismo, pero en este caso particularmente al Director de Obras. El artículo 9 de este texto legal las reduce en dos funciones, la primera y más relevante, es aquella que lo conmina a estudiar los antecedentes, dar los permisos de ejecución de obras, conocer de los reclamos durante las faenas y dar recepción final de las obras, de acuerdo a las disposiciones sobre construcción establecidas en la LGUC, la OGUC, planes reguladores, ordenanzas locales y normas y reglamentos respectivos aprobados por el MINVU.

En cuanto al estudio de los permisos y la facultad para otorgarlos si cumplen con la normativa urbanística, esto es relativo, puesto que la LGUC señala que si los proyectos cumplen con la normativa urbanística, no es una facultad discrecional del Director de Obras otorgarlo o no, este deberá hacerlo. Señala con bastante claridad que tanto la facultad como la responsabilidad de dicho funcionario, es bastante más acotada de lo que uno pudiese deducir, puesto que en general sus obligaciones están destinadas al estudio y seguimiento de las obras en lo referido al cumplimiento con la ley urbanística, lo que implica que aún cuando su criterio profesional le pudiese señalar algo distinto (tomando en consideración que para ser Director de Obras, se debe tener una profesión con conocimiento técnico en el área de la construcción, siendo solo posible ejercerla por un arquitecto, ingeniero en construcción o constructor), su labor le exige atenerse con exclusividad a la norma urbanística, entendiéndose por tal la LGUC, la OGUC y los instrumentos de planificación territorial, de acuerdo a lo señalado en el artículo 116 de la

LGUC. Situación análoga se produce en el otorgamiento de permisos para los anteproyectos, también señalados en el artículo 116.

La segunda función que estipula este artículo de la ley general, es dirigir las construcciones municipales cuando sean realizadas por el propio municipio y en aquellos casos en los que se realicen a través de un tercero, supervigilar dicha construcción.

En la LGUC, se señalan en otros apartados otras funciones que le corresponden al Director de Obras y se presentarán aquellas que por su mérito se entiendan relacionadas con este proyecto. Es así como en el artículo 146 de este cuerpo legal, se señala que es una facultad del Director de Obras, ordenar la paralización de cualquier obra, cuando hubiere lugar a ello, mediante resolución fundada. El mismo artículo da a entender que habrá lugar a ello cuando la obra se ejecute sin el permiso correspondiente o en disconformidad a él, o con ausencia de supervisión técnica o que exista un riesgo no cubierto. Ante esto podrá solicitar su paralización y deberá señalar un plazo prudente para que se puedan subsanar las observaciones realizadas.

En el artículo 123 de la ley general se le otorga a la DOM la facultad de permitir trabajos de emergencia en propiedades que hayan sido parcialmente afectadas por un siniestro y que no cumplan con las disposiciones que ha dispuesto el plan regulador, con el fin de mantener dichas obras, dentro de un plazo delimitado de 6 meses para regularizar la situación.

La ley general también lo otorga a la DOM, en su artículo 142, la facultad de fiscalizar las obras de edificación y urbanización dentro de la comuna, sumado a la observación del destino que se da a dichas obras. La ley indica que para esta labor los funcionarios municipales tendrán libre acceso a las obras, para ejercer todas las inspecciones que sean necesarias.

El artículo 144 indica que es labor de la DOM otorgar la recepción definitiva de una obra, cuando se les solicite y se haya cumplido con los requisitos determinados en la legislación urbanística para poder acceder a dicho certificado. Al igual que en el caso del otorgamiento de permisos de edificación y urbanización, la ley exige a la Dirección de Obras Municipales, la fiscalización del cumplimiento de la normativa urbanística para otorgarlos, por ende tampoco es una facultad discrecional de la DOM y demuestra cual es la clara postura del legislador en torno a la real ingerencia de la Dirección de Obras Municipales en las obras que se ejecuten en la comuna.

La habitación o uso de una obra que aún no ha recibido la recepción definitiva por parte de la DOM, está prohibida por la LGUC en su artículo 145 y no solo se sanciona con

multas, sino también con la inhabilidad de la obra, hasta que se obtenga su recepción, y el desalojo de los ocupantes, con el auxilio de la fuerza pública, que decretará el Alcalde, a petición del Director de Obras Municipales, siendo esta otra facultad que la ley le otorga, en particular al Director de Obras.

El artículo 148 del cuerpo legal le permite al Alcalde, ordenar la demolición de determinadas obras señaladas en este mismo artículo, siempre que sea a solicitud del Director de Obras. De hecho aún cuando la ley permite que se denuncie la situación de que un edificio amenace ruina o que pueda caer algún material causando algún daño, será responsabilidad del Director de Obras, el reconocimiento de dicha obra para acreditar si efectivamente se está dando la situación denunciada y si ello se produce ir directamente a solicitar la demolición parcial o total de dicha edificación.

El artículo 158 señala que el Director de Obras podrá exigir la terminación de obras de edificación, cuando estas estén paralizadas y tengan un mal aspecto o impliquen un riesgo para terceros. Incluso podrá exigir la reparación de aquellos edificios que por su aspecto afecten la apariencia del espacio público del cual sean colindantes o sugieran un riesgo de daño a terceros.

En cuanto a la responsabilidad que les pudiese acarrear a las DOM el incumplimiento de sus funciones, habiendo denuncias indicando que no han actuado de la manera que señala la LGUC, OGUC o instrumento de planificación territoriales vigentes en la comuna, tanto la División de Desarrollo Urbano del MINVU o las Seremi del mismo, deberán solicitar la instrucción de un sumario a la Contraloría General de la República, informándose al Alcalde y al Consejo Municipal⁸¹.

El artículo 22 de la LGUC señala que “los funcionarios fiscales y municipales serán civil, criminal y administrativamente responsables de los actos, resoluciones u omisiones ilegales que cometan en la aplicación de esta ley”. Ello indica hasta donde puede llegar la responsabilidad de la Dirección de Obras, en cuanto al incumplimiento de lo señalado en este cuerpo legal.

Pese a lo anterior la ley es bastante clara y por momento reiterativa en torno a la limitación que tiene la DOM respectiva en torno al estudio, fiscalización y certificaciones que les corresponda otorgar, indicando en todo momento que deben velar por el cumplimiento de la normativa urbanística vigente, entendiéndose esta la LGUC, la OGUC

⁸¹ CHILE. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. 2003. DFL. 458: Ley General de Urbanismo y Construcción. Artículo 15.

y los instrumentos de planificación urbana que se encuentren vigentes para dicha comuna. Esto implica que la fiscalización que le llama a hacer la ley, es bastante limitada en torno a la verificación de que se haya seguido lo ordenado por la ley urbanística y no requiere una revisión más exhaustiva, por lo que en la eventualidad de que hubiese algún desastre que produzca daños o colapsos de edificaciones, la responsabilidad que le pusiese acarrear a la Dirección de Obras Municipales, como organismo público encargado de permitir la ejecución de obras de edificación y urbanización, es extremadamente acotada.

A tal punto la legislación inhibe la capacidad de la DOM de decidir sobre el futuro de los las solicitudes de permisos, recepciones o anteproyectos que estos sólo podrán ser rechazados cuando falten antecedentes exigidos para cada tipo de permiso en la ordenanza general, en cuyo caso se debe emitir un comprobante de rechazo timbrado y fechado en el que se precise la causal en que se funda el rechazo.

3.2 Revisores Independientes

Los Revisores Independientes son profesionales cuya función es la de revisar o verificar que los proyectos de edificación y las obras en ejecución, cumplan con las disposiciones legales y reglamentarias y para ello emite informes que sirven como base para la solicitud de permisos de construcción o edificación.

La creación de esta categoría de profesionales se dio como una solución al congestionado sistema de solicitud de permisos que existe entre los constructores y las DOM respectivas, puesto que existiendo los Revisores Independiente, el examen que les correspondía hacer a las DOM es realizado por estos y al emitir su informe, se hacen responsables de lo indicado en este, en cuanto al cumplimiento por parte del solicitante en torno a la normativa legal aplicable.

La OGUC los define en su artículo 1.1.2 como “profesional competente, con inscripción vigente en el correspondiente Registro del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, que verifica e informa al respectivo Director de Obras Municipales que los anteproyectos, proyectos y obras cumplen con todas las disposiciones legales y reglamentarias pertinentes. Se entenderá también como tal, la persona jurídica en cuyo objetivo social esté comprendido dicho servicio y que para estos efectos actúe a través de un profesional competente”.

No son órganos del Estado ni trabajan para este, sino, como bien puede deducirse de su nombre, son profesionales independientes que realizan una labor a contrata para los propietarios que desean solicitar un permiso de edificación.

Estos profesionales son apuntados en la LGUC en su artículo 116 Bis, en el que se señala que los propietarios tiene la facultad de contratar a un Revisor Independiente, que es una persona natural o jurídica que debe estar inscrita en el Registro Nacional de Revisores Independientes y además señala que en determinados casos señalados por la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción, la contratación del Revisor Independiente será obligatoria. Este mismo artículo señala que no les corresponderá a estos profesionales hacer la revisión del cálculo de estructuras. También indica que el acompañamiento de un informe favorable de un Revisor Independiente disminuye en un 30% los derechos municipales que deben cancelarse según el artículo 130 de este mismo cuerpo legal.

El Revisor Independiente, acreditará su calidad mediante copia del Certificado de Inscripción Vigente en el Registro Nacional de Revisores Independientes de Obras de

Construcción, al momento de ingresar los anteproyectos, proyectos y recepciones de obras en que hayan sido contratados.

La ley 20.071 que “Crea y regula el Registro Nacional de Revisores Independientes de Obras de Edificación” indica que las personas naturales que deseen inscribirse en el Registro (requisito básico para poder ejercer funciones de revisor independiente), deben contar con un título universitario de Arquitecto, Ingeniero Civil, Ingeniero Constructor o Constructor Civil. Además deben contar con la experiencia y calificación exigida en el artículo 4 de esta ley y no pueden estar afectos a alguna inhabilidad para inscribirse o permanecer en el registro.

Las inhabilidades a las cuales se refiere el artículo 3 de la ley 20.071 son ser funcionario de una Municipalidad, del MINVU o de alguna Seremi de este mismo Ministerio. Tampoco podrán inscribirse aquellos que ya se encuentren inscritos en alguna categoría del registro. Son inhábiles para inscribirse o mantenerse en el registro aquellos que fueran condenados por crimen o simple delito que merezca pena aflictiva ni aquellos que sean sancionados con la eliminación o suspensión de su inscripción en este registro o en otro registro del MINVU. En estos dos últimos casos, la inhabilidad prescribe pasado 5 años desde el término del cumplimiento de la pena o la sanción administrativa. Igualmente cumplida la mitad de este plazo puede solicitarse el levantamiento de la inhabilidad al Subsecretario de Vivienda y Urbanismo con consulta al Director del Registro.

Tampoco podrán revisar proyectos u obras en los cuales tengan conflicto de interés, situación que se dará cuando el proyecto u obra se encuentre emplazado en predios que le pertenezcan en dominio al revisor o a sus parientes (4° grado de consanguinidad y 2° de afinidad), o si el predio pertenece en dominio a una sociedad de personas en que el revisor sea socio o a una persona jurídica en que el revisor sea socio, director, administrador o tenga un vínculo laboral con esa persona jurídica. Finalmente también se considerará que hay conflicto de interés cuando el revisor o alguno de los parientes indicados más arriba, intervenga como proyectista o constructor.

De acuerdo a la experiencia y calificación de los revisores, la ley 20.071 en su artículo 4, los clasifica en tres tipos de categorías:

a) Tercera categoría: Revisores Independientes que pueden revisar proyectos y obras cuya superficie total construida no supere los 2.500 m². En esta categoría pueden inscribirse personas que cumplan uno de estos tres requisitos:

- 1) Participación como profesional competente, en al menos, 10 obras que, en su conjunto, sumen un mínimo de 10.000 m², o
- 2) Dos años de desempeño como funcionario en la División de Desarrollo Urbano del Ministerio de Vivienda y Urbanismo o en alguna Unidad de Desarrollo Urbano e Infraestructura de una Secretaría Regional del mismo Ministerio, realizando, en cualquiera de los dos casos, labores de supervigilancia en el cumplimiento, por parte de las Direcciones de Obras Municipales, de la Ley General de Urbanismo y Construcciones y toda otra norma legal o reglamentaria referida a la misma materia, o
- 3) Dos años de desempeño como revisor de proyectos de obras de edificación en Direcciones de Obras Municipales o en alguna institución fiscal, o como inspector de obras de edificación en estas últimas, con tal que en dicho periodo hayan informado, revisado, o inspeccionado, al menos, 10 obras que, en su conjunto, sumen un mínimo de 10.000 m².

b) Segunda Categoría: Revisores Independientes que pueden revisar proyectos y obras cuya superficie total construida no supere los 5.000 m². En esta categoría pueden inscribirse personas que cumplan uno de estos cuatro requisitos:

- 1) Dos años de desempeño como revisor independiente, con tal que en dicho periodo haya informado, al menos, 30 obras que, en su conjunto, sumen un mínimo de 30.000 m²; o
- 2) Cinco años de ejercicio profesional, con participación como profesional competente en al menos 30 obras que, en su conjunto, sumen un mínimo de 30.000 m²;
- 3) Cuatro años de desempeño como funcionario en los organismos y bajo las condiciones señaladas en el N° 2 de la letra a) precedente; o
- 4) Cuatro años de desempeño en los organismos y bajo las condiciones señaladas en el N° 3 de la letra a) precedente, con tal que en dicho periodo hayan informado,

revisado o inspeccionado al menos 30 obras que, en su conjunto, sumen un mínimo de 30.000 m².

c) Primer Categoría: Revisores Independientes que pueden revisar todo tipo de proyectos y obras. En esta categoría pueden inscribirse personas que cumplan uno de estos cinco requisitos:

- 1) Dos años de desempeño como revisor independiente de segunda categoría, con tal que acumulando su desempeño en esta categoría y la tercera haya informado, al menos, 50 obras que, en su conjunto, sumen un mínimo de 50.000 m²; o
- 2) Diez años de ejercicio profesional, con participación como profesional responsable en, al menos, 50 obras que, en su conjunto, sumen un mínimo de 50.000 m²; o
- 3) Ocho años de desempeño como funcionario en los organismos y bajo las condiciones señaladas en el N° 2 de la letra a) precedente; o
- 4) Ocho años de desempeño en los organismos y bajo las condiciones señaladas en el N° 3 de la letra a) precedente, con tal que en dicho periodo hayan informado, revisado o inspeccionado al menos 50 obras que, en su conjunto, sumen un mínimo de 50.000 m², o
- 5) Haber ejercido como Director de Obras Municipales durante dos años en municipalidades con más de 40.000 habitantes o durante cuatro en comunas con una población inferior, con tal que hayan revisado, al menos, 50 obras que, en su conjunto, sumen un mínimo de 50.000 m².

En cuanto a las infracciones que puede cometer un revisor independiente, esta ley se refiere en su gran mayoría a errores o actuaciones que afectan la propia inscripción del revisor en este registro, pero dentro de las actuaciones que implican infracciones gravísimas, una de ellas resulta bastante atinente con este proyecto, es así como en el artículo 9 letra e, se indica como infracción gravísima que se sancionará con la suspensión entre 1 y 3 años o con la eliminación del registro, la emisión de un informe en contravención a las normas legales o reglamentarias sobre construcción y/o las disposiciones de los instrumentos de planificación territorial aplicables al proyecto, comprometiendo la habitabilidad, la seguridad o la salubridad de las edificaciones.

Las inscripciones tendrán un carácter indefinido, según lo indica el artículo 3 del DS 223 del Reglamento del Registro Nacional de Revisores Independientes de Obras de Edificación.

La OGUC se refiere a la responsabilidad que tiene el Revisor independiente cuando realiza informes de un determinado proyecto, es así como el artículo 1.2.5 señala que el revisor independiente será subsidiariamente responsable con los proyectistas en lo referido a la aplicación de normas pertinentes al proyecto de arquitectura, cuando la solicitud de permiso y recepción definitivas son acompañados por un informe favorable de los revisores.

Además cuando el propietario contrate a un Revisor Independiente, en proyectos que consulten edificaciones de uso público conjuntamente con las de uso privado, puede hacerlo en exclusiva para que emita informes relacionados al primer tipo de edificaciones, pero para ello deberá consignarse en el informe. Si no se informa lo anterior o la edificación constituye una sola unidad estructural y funcional, se entenderá que fue contratado para informar sobre la totalidad del proyecto.

3.3 Revisores de Proyecto de Cálculo Estructural

El artículo 1.1.2 de la OGUC define a los revisores de proyecto de cálculo estructural, como: “ingeniero civil o arquitecto, con inscripción vigente en el correspondiente Registro del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, que efectúa la revisión del proyecto de cálculo estructural. Se entenderá también como tal, la persona jurídica en cuyo objetivo social esté comprendido dicho servicio y que para estos efectos actúe a través de uno de dichos profesionales”.

En más de alguna norma urbanística se hace indicación que pese a la responsabilidad que otorga nuestra legislación a las DOM y a los revisores independientes, en general estos tiene como función principal el estudio de los proyectos y verificar si cumplen con la normativa urbanística (entendiéndose por tal la LGUC, la OGUC y los instrumentos de planificación territorial, que correspondan), indicando que no se considerará dentro de ello la verificación de los cálculos estructurales. Esta es la razón de que exista como un órgano fiscalizador independiente a los anteriores, los Revisores de Proyecto de Cálculo Estructural.

La calidad de Revisor de Proyecto de Cálculo Estructural se acreditará mediante copia del Certificado de Inscripción Vigente en el Registro respectivo, al momento de solicitar el permiso de edificación.

El proyecto de cálculo estructural está en manos del Proyectista que es el “profesional competente que tiene a su cargo la confección del proyecto de una obra sometida a las disposiciones de la Ley General de Urbanismo y Construcciones”⁸². El artículo 5.1.7 de la ordenanza general señala que el encargado de elaborar y suscribir el proyecto de cálculo estructural debe ser un Arquitecto o un Ingeniero Civil.

La ordenanza general señala en el mismo artículo, que las edificaciones deben ejecutarse conforme a un proyecto de cálculo estructural. Excepcionalmente no requieren presentar dicho cálculo, las edificaciones de superficie menor a 100 metros cuadrados y las de clases C, D, E y F (Capítulo 2.2), que tengan una carga de ocupación inferior a las 20 personas, cuando el propietario en la solicitud de permiso de edificación deje constancia que la obra se ejecutará conforme al capítulo 6 de este título (de la Construcción) de las Condiciones Mínimas de Elementos de Construcción no sometidos a Cálculo de Estabilidad.

⁸² CHILE. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. 1992. DS. 47: Ordenanza General de Urbanismo y Construcción. Artículo 1.1.2.

Este proyecto de cálculo estructural debe presentarse a la Dirección de Obras Municipales, junto a la solicitud de permiso de edificación, acompañando la memoria de cálculo y los planos de estructura y deberá contener 4 indicaciones, la primera, las cargas y sobrecargas verticales por metro cuadrado (fija o móvil); la segunda, indicación de las fuerzas horizontales (como las sollicitaciones sísmicas, vientos, empujes laterales y sus totales por piso); la tercera de las tensiones admitidas en los materiales y en el terreno y la justificación de estas últimas; y finalmente la cuarta, indicación las condiciones de medianería y las previsiones para reguardar la seguridad de terrenos y edificaciones vecinas.

Los planos de estructuras requieren contar con ciertos dibujos:⁸³

1. Plantas de fundaciones y de cada piso o grupo de pisos iguales, a escala entre 1:100 y 1:10. En estos planos se indicará la ubicación de los distintos conductos colectivos, tales como de ventilación ambiental, de evacuación de gases de la combustión y de basura, cuando fuere necesario.
2. Secciones generales indispensables para definir las diversas partes de la estructura a escala entre 1:100 y 1:10.
3. Detalles de construcción de fundaciones, losas, vigas, ensambles, perfiles y otros que sean necesarios para la buena ejecución de la obra, a escala entre 1:100 y 1:10.
4. Especificaciones Técnicas de diseño que incluyan las características de los materiales considerados en el proyecto, zona sísmica donde se construirá el proyecto y el tipo de suelo de fundación, de acuerdo a la clasificación de la tabla 4.2 de la NCh.433.
5. Detalles de juntas de dilatación o separación entre cuerpos.

Los proyectos de cálculo estructural no serán revisados ni por los Directores de Obras ni por los Revisores Independientes, sino exclusivamente por los revisores de proyectos de cálculo estructural.

El artículo 5.1.25 ordena al propietario la contratación de un Revisor de proyecto de cálculo estructural para determinadas construcciones:

- 1) Edificios de uso público.

⁸³ CHILE. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. 1992. DS. 47: Ordenanza General de Urbanismo y Construcción. Artículo 5.1.7.

- 2) Conjuntos de viviendas cuya construcción hubiere sido contratada por los Servicios de Vivienda y Urbanización.
- 3) Conjuntos de viviendas sociales de 3 o más pisos.
- 4) Conjuntos de viviendas de 3 o más pisos que no sean sociales.
- 5) Edificios de 3 o más pisos cuyo destino sea uso exclusivo oficinas privadas.
- 6) Edificios que deban mantenerse en operación ante situaciones de emergencia, tales como hospitales, cuarteles de bomberos, cuarteles policiales, edificaciones destinadas a centros de control de empresas de servicios energéticos y sanitarios, emisoras de telecomunicaciones.
- 7) Edificios cuyo cálculo estructural esté basado en normas extranjeras, las cuales deberán ser declaradas al momento de solicitar el permiso.

En los casos en que la obra sea contratada por algún órgano de la Administración del Estado, la revisión del proyecto de cálculo estructural puede ser realizada por un profesional de la dependencia de dicho órgano (arquitecto o ingeniero) siempre que cumpla con el requisito de estar inscrito en el registro nacional de revisores de cálculo estructural.

El informe favorable del revisor del proyecto de cálculo estructural debe presentarse a la DOM respectiva junto con la solicitud del permiso de edificación, pero la ordenanza general permite que la revisión sea presentada con posterioridad hasta el momento del otorgamiento del permiso de edificación. Si no se presenta dentro de dicho período, la sanción a dicha infracción será la paralización de la obra, dispuesta por el Director de Obras.

El artículo 5.1.27 de la ordenanza general indica que el revisor de proyecto de cálculo estructural debe hacer su revisión de acuerdo con las normas técnicas señaladas en el propio artículo y verificar su cumplimiento en lo que sea aplicable. Dichas normas técnicas son⁸⁴:

NCh 169 Ladrillos cerámicos – Clasificación y requisitos.

NCh 181 Bloques huecos de hormigón de cemento.

NCh 203 Acero para uso estructural – Requisitos.

NCh 204 Acero – Barras laminadas en caliente para hormigón armado.

⁸⁴ CHILE. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. 1992. DS. 47: Ordenanza General de Urbanismo y Construcción. Artículo 5.1.27.

NCh 205 Acero – Barras reviradas para hormigón armado.

NCh 211 Barras con resaltes en obras de hormigón armado.

NCh 218 Acero – Mallas de acero de alta resistencia para hormigón armado – Especificaciones.

NCh 219 Mallas de acero de alta resistencia - Condiciones de uso en el hormigón armado.

NCh 427 Construcción – Especificaciones para el cálculo, fabricación y construcción de estructuras de acero.

NCh 428 Ejecución de construcciones en acero.

NCh 429 Hormigón Armado – Primera parte.

NCh 430 Hormigón Armado – Segunda parte.

NCh 431 Construcción - Sobrecargas de nieve.

NCh 432 Cálculo de la acción del viento sobre las construcciones.

NCh 433 Diseño sísmico de edificios.

NCh 434 Barras de acero de alta resistencia en obras de hormigón armado.

NCh 1159 Acero estructural de alta resistencia y baja aleación para construcción.

NCh 1173 Acero – Alambre liso o con entalladuras de grado AT56 – 50H, para uso en hormigón armado – Especificaciones.

NCh 1174 Construcción – Alambre de acero liso o con entalladuras, de grado AT56 – 50H en forma de barras rectas – Condiciones de uso en el hormigón armado.

NCh 1198 Madera - Construcciones en madera – Cálculo.

NCh 1537 Diseño estructural de edificios – Cargas permanentes y sobrecargas de uso.

NCh 1928 Albañilería armada – Requisitos para el diseño y cálculo.

NCh 1990 Madera – Tensiones admisibles para madera estructural.

NCh 2123 Albañilería confinada – Requisitos de diseño y cálculo.

NCh 2151 Madera laminada encolada estructural – Vocabulario.

NCh 2165 Tensiones admisibles para la madera laminada encolada estructural de pino radiata.

NCh 2369 Diseño Sísmico de Estructuras e Instalaciones Industriales.

NCh 2577 Construcción – Barras de plástico reforzado con fibras de vidrio, fibras de carbono y fibras arámidas – Requisitos.

En aquellos casos en que el revisor de proyecto de cálculo estructural observa que no se cumple con alguna disposición de las normas técnicas que le sean aplicables a la obra determinada, formulará observaciones que se las dará a conocer al proyectista, por

escrito y en un solo acto indicando las observaciones que deben ser aclaradas o subsanadas para cursar un informe favorable, remitiéndole una copia al propietario.

En aquellos casos en que se verifique la inexistencia de normas técnicas para determinado proyecto, se deberán utilizar las normas técnicas extranjera que mejor se adecuen a la obra, siempre a criterio del revisor del proyecto de cálculo estructural.

En cuanto a las responsabilidades que la ley señala para los proyectistas y para los revisores, el artículo 1.2.4 de la ley general, señala que los Proyectistas serán responsables en sus respectivos ámbitos de competencia, por los errores en que hayan incurrido, si de éstos se han derivado daños o perjuicios.

El proyectista será responsable respecto de los cálculos de superficie edificada, de los coeficientes de constructibilidad y de ocupación del suelo, porcentajes, superficies de sombra y demás antecedentes declarados, cuyo cálculo no corresponderá verificar a las Direcciones de Obras Municipales.

En aquellos casos en que existan personas jurídicas que estén constituidas como proyectistas (también como empresas constructoras), estas serán solidariamente responsables con el profesional competente que actúe por ellas como proyectista (o constructor), respecto de los daños y perjuicios que ocasionaren.

El artículo 1.2.14 se refiere a la exclusiva responsabilidad que tienen los profesionales que lo hayan diseñado, sobre planos de estructura y memoria de cálculo, que incluyan en los casos que corresponda, el estudio de mecánica de suelos.

Corresponderá asimismo a dichos profesionales asistir al constructor para que las estructuras se ejecuten de acuerdo a los respectivos planos y especificaciones técnicas del permiso de edificación otorgado, dejando constancia en el Libro de Obras de su recepción conforme de las distintas etapas de ejecución de la estructura.

No corresponderá al Director de Obras Municipales, ni al Revisor Independiente revisar la memoria de cálculo, los planos de estructura y el estudio de mecánica de suelos.

Este artículo está claramente trazado para constituir parte importante de la responsabilidad del proyectista de cálculo estructural y en su inciso final, sumado lo establecido en el artículo 5.1.27, se desprendería que dicha revisión es labor del Revisor de Proyecto de Cálculo Estructural.

En cuanto a la responsabilidad que pueda caberle a los Revisores de Proyecto de Cálculo Estructural, el artículo 1.2.17 señala que responderán de su labor en la forma que establecen las normas generales sobre prestación de servicios profesionales. De lo cual

se puede desprender que el legislador no fue muy preciso en determinar la real responsabilidad de dichos sujetos, pero al mismo tiempo y a diferencia del caso de las DOM y de los Revisores Independientes, permitiría abarcar una responsabilidad mayor y que además no está delimitada a lo señalado en la norma urbanística, sino a las normas técnicas propiamente tales y a la “*Lex Arti*”

El mismo artículo hace una aclaración en torno a la labor de los Revisores de Proyecto de Cálculo Estructural, e indica que estos no podrán actuar en tal calidad respecto del mismo proyecto en que les corresponda intervenir profesionalmente en cualquier otra calidad.

El Decreto Supremo N° 134 que Aprueba el Reglamento del Registro Nacional de Revisores de Proyecto de Cálculo Estructural, señala que la administración del Registro corresponde al MINVU, pero este puede encomendarla a una institución llamada “Instituto de la Construcción”.

En cuanto a los requisitos que se debe tener para poder inscribirse en este Registro, el artículo 6 del DS 134, señala que en el caso de las personas naturales estas deben contar con título de Arquitecto o Ingeniero Civil con especialidad en Obras Civiles, acreditando un mínimo de experiencia para poder ingresar a cada categoría. Si los profesionales que deseen inscribirse tienen especialidades distintas, también podrán ingresar, siempre que estas estén relacionadas con la construcción.

Además deben tener un tiempo mínimo de preparación académica, que no será menor a 1.000 horas docentes (estas incluyen asistencia a clases teóricas, ejercicios y talleres de proyecto estructural). En los casos de especialidad en Geotecnia o Mecánica de Suelos, la preparación mínima exige 300 horas docentes (incluyen asistencia a clases teóricas, ejercicios de laboratorio y especializaciones de postgrado en materias relacionadas con la especialidad).

En el caso de las personas jurídicas, los requisitos que le exige este DS son que en su objeto social se incluya la revisión de proyectos de cálculo estructural. Además si es una sociedad de personas se exige que a lo menos 1 socio cumpla con los requisitos profesionales señalados para las personas naturales. Lo mismo en caso de Sociedades Anónimas, pero el que debe cumplir con los requisitos para las personas naturales, será uno de sus directores y en el resto de las Instituciones, deberá cumplirlo a lo menos 1 director o 1 administrador.

Las Universidades quedan exoneradas de cumplir con los requisitos que se le exigen al resto de las personas jurídicas.

El título III de este DS se refiere a las inhabilidades e incompatibilidades para inscribirse en este Registro. Por ejemplo está estrictamente prohibido inscribirse en más de una categoría del registro (en los caso en que el Revisor sea una persona jurídica, se aplica también a sus socios, o sea, si la persona jurídica esta inscrita en una categoría, sus socios no podrán inscribirse en forma particular en otra).

Tampoco podrán inscribirse las personas que hayan sido condenadas por crimen o simple delito merecedores de pena aflictiva (en caso de personas jurídicas, se extiende esta inhabilidad para sus miembros), lo mismo si los Revisores están sancionados por algún otro Registro del MINVU (por ejemplo, Registro Nacional de Revisores Independientes). Para aquellos casos en que fue sancionado por uno de los registros, la inhabilidad prescribirá una vez pasado 2 años desde el término de la sanción y el mismo período una vez transcurrido el cumplimiento de la pena, si el origen de la inhabilidad es por una causa penal.

En los casos en que existieran condenas por delitos de menor gravedad que aquellos que merecen pena aflictiva, podrán quedar sujetos a la inhabilidad anterior, cuando se estime que la naturaleza del bien jurídico protegido afecte la idoneidad profesional del Revisor o la aptitud y responsabilidad de la persona jurídica⁸⁵.

En cuanto a las incompatibilidades, que no les permiten actuar como tales, el artículo 8 de este DS, indica 6 causales para los Revisores, que son las siguientes:

- a) Respecto de proyectos en que les corresponda intervenir profesionalmente en cualquier otra calidad.
- b) Respecto de proyectos de cálculo estructural referidos a permisos de edificación de obras en los que le cabe alguna participación a la persona jurídica de la cual forman parte o a otro de los socios, directores o administradores de dicha persona jurídica, en calidad relevante, tales como: propietario, proyectista, constructor, supervisor, inspector técnico o revisor independiente.
- c) Respecto de proyectos de cálculo estructural referidos a permisos de edificación de obras emplazadas en predios que pertenezcan en dominio al Revisor o a sus parientes hasta el 4° grado de consanguinidad o 2° de afinidad.
- d) Respecto de proyectos de cálculo estructural referidos a permisos de edificación de obras emplazadas en predios que pertenezcan en dominio a una sociedad de personas

⁸⁵ CHILE. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. 2002. DS. 134: Aprueba el Reglamento del Registro de Revisores de Proyectos de Cálculo Estructural. Artículo 7.

de la cual el revisor sea socio o a una sociedad anónima o a otra persona jurídica en que sea director o administrador, según corresponda.

e) Respecto de proyectos que se relacionen con Municipalidades, o con el MINVU, el MOP o el SERVIU respectivo, cuando cumplan funciones de Revisor de Proyectos o de Calculistas de dichos servicios.

f) Respecto de proyectos en que sean socios del revisado o exista alguna relación contractual y/o dependencia económica de algún tipo entre el proyectista y el Revisor o tenga intereses comerciales en el proyecto específico o participación, de cualquier naturaleza, en alguna sociedad relativa al proyecto en cuestión.

El título IV del DS se refiere a las categorías de Revisores que reconoce esta norma, son 3:

a) Tercera categoría: Pueden revisar e informar proyectos de obra de edificación que no excedan los 10.000 m² y en el caso de unidades repetidas, que estas no superen los 6.000 m².

Podrán inscribirse en esta categoría las personas naturales o jurídicas que cumplan con los requisitos profesionales exigidos previamente y que acrediten proyectos de cálculo o revisión de estos no inferiores a los 50.000 m², en los últimos 5 años y no menos de 3 edificios sobre 5.000 m² en los últimos 3 años.

Sumado a lo anterior deberán acreditar la posesión de un grado académico de Magíster o Doctor en el área de estructuras y una experiencia no menor a los 5 años en el campo de la Ingeniería Estructural, en consultorías, asesorías, peritajes, revisiones sísmicas, análisis estructurales especial, proyectos de cálculo estructural u otras actividades afines.

b) Segunda categoría: Pueden revisar e informar proyectos de obra de edificación que no excedan los 15.000 m² y en el caso de unidades repetidas, que estas no superen los 8.000 m².

Podrán inscribirse en esta categoría las personas naturales o jurídicas que cumplan con los requisitos profesionales exigidos previamente y que acrediten proyectos de cálculo o revisión de estos no inferiores a los 100.000 m², en los últimos 8 años y no menos de 3 edificios sobre 8.000 m² en los últimos 5 años.

Sumado a lo anterior deberán acreditar la posesión de un grado académico de Magíster o Doctor en el área de estructuras y una experiencia no menor a los 8 años en el campo de

la Ingeniería Estructural, en consultorías, asesorías, peritajes, revisiones sísmicas, análisis estructurales especial, proyectos de cálculo estructural u otras actividades afines.

c) Primera categoría: Pueden revisar e informar todo tipo proyectos de obra de edificación, cualquiera sea la cantidad de metros cuadrados calculados.

Podrán inscribirse en esta categoría las personas naturales o jurídicas que cumplan con los requisitos profesionales exigidos previamente y que hayan ejercido un mínimo de 12 años como Proyectista de cálculo estructural o como Revisor de Proyectos de cálculo estructural y acrediten una cantidad que no resulte inferior a los 150.000 m² en proyectos de cálculo o revisión de los mismos, en los últimos 10 años y no menos de 5 edificios sobre 10.000 m² en los últimos 8 años.

Sumado a lo anterior deberán acreditar la posesión de un grado académico de Doctor en el área de estructuras y una experiencia no menor a los 10 años en el campo de la Ingeniería Estructural, en consultorías, asesorías, peritajes, revisiones sísmicas, análisis estructurales especial, proyectos de cálculo estructural u otras actividades afines.

En estas categorías podrán inscribirse exclusivamente los Arquitectos con especialidad en estructuras o cálculo de estabilidad de las edificaciones y los Ingenieros Civiles, legalmente autorizados para ejercer en el país de acuerdo con los requisitos establecidos por el Colegio de Ingenieros de Chile, para la especialidad de Obras Civiles, aún cuando no se encuentren inscritos en dicha asociación gremial.

La experiencia que solicita la ley se podrá acreditar a través de la presentación de copias de él o los permisos de edificación, que acrediten dicha experiencia, o a través de certificados del Director de Obras Municipales respectivo o de las Instituciones en que el interesado se desempeñó profesionalmente.

En aquellos casos en que el Revisor de Cálculo requiera la asesoría en materia de Geotecnia o Mecánica de Suelos, deberá recurrir a los Ingenieros especialistas en la materia que están inscritos para ello en este Registro.

Esta especialidad se encuentra en una única categoría que exige que los inscritos en ella cumplan con los requisitos profesionales exigidos en el artículo 9 de este DS y que acrediten como experiencia su participación en estudios de Geotecnia o Mecánica de Suelos y un mínimo de 12 años desde la obtención del título profesional. Sumado a lo anterior se deberá acreditar la posesión de grado académico de Magíster o Doctor en

Geotecnia o Mecánica de Suelos y un mínimo de 5 años de experiencia en estudios sobre la especialidad o directamente relacionados con ella.

La vigencia de estas inscripciones en el Registro durará 6 años y son renovables, a petición del interesado.

Derivado de todo lo anterior y realizando un análisis comparativo con los otros órganos fiscalizadores, entiéndase las Direcciones de Obras Municipales y los Revisores Independientes, nuestra legislación indica que es el Revisor de Proyecto de Cálculo Estructural quien mayor inferencia tiene en la fiscalización de la correcta aplicación de la normativa técnica antisísmica, puesto que los anteriores reducen su revisión a la normativa urbanística, entendiéndola como la LGUC, la OGUC y los Instrumentos de Planificación que correspondan a la obra, pero no se involucran con las normas técnicas nacionales, dentro de las cuales se encuentran nuestra normativa técnica de construcción antisísmica.

Por ende sería este fiscalizador el encargado de resguardar su aplicación y el responsable no solo de la normativa urbanística que le corresponda revisar sino también de la normativa técnica que de acuerdo a su experiencia profesional y académica, debiese conocer y fiscalizar.

CAPITULO 4

REGULACIÓN ANTISÍSMICA COMPARADA. FUENTES NACIONALES Y MODELOS EXTRANJEROS

Así como Chile, existen otros países que dada sus características geográficas, también han sido asolados en su historia por grandes movimientos sísmicos y sus catastróficos efectos.

En particular hay dos de ellos que han sido los pioneros en el desarrollo de la ingeniería estructural y la sismología, y han sido los líderes en estas materia aportando con su conocimiento y técnicas ha los demás, como el caso de Chile, que sufren con frecuencia de este flagelo de la naturaleza.

Uno de estos es Japón, país que también se encuentra en el círculo de fuego del Pacífico y ha sido uno de los vanguardistas en la creación y desarrollo de la construcción antisísmica y de instrumentos de planificación ante grandes movimientos telúricos.

El desarrollo del diseño estructural de edificaciones empezó a revisarse en el país del oriente, con posterioridad a la segunda guerra mundial, previamente el estilo de las casas bajas japonesas se caracterizaba por ser construcciones de madera, material bastante dúctil y en general de buena calidad para afrontar sismos, pero también tenían que protegerse de otro fenómeno natural bastante frecuente en la isla, los tifones⁸⁶ y para ello estas casas se construían con pesados techos de tejas ornamentales (son muy identificables como las casas de arquitectura japonesa). Este tipo de construcciones eran nefastas para el resguardo ante sismos, ello porque su pesado techo ejercía tal fuerza sobre las frágiles paredes de madera, que al producirse un movimiento violento, existía la seria probabilidad de que al resquebrajarse alguna pared, el techo inevitablemente cayera sobre la casas, produciéndose un colapso total de la vivienda.

En cuanto a los edificios de altura, antes de la segunda guerra mundial el modelo más utilizado era el modelo rígido en edificios que no superaban los seis pisos. Este sistema se entendió por los especialistas de la época como el más seguro, después del terremoto de Kwanto en 1923, el que terminó con la vida de casi doscientos mil japoneses.

⁸⁶ Tifón: sistema de tormentas caracterizado por una circulación cerrada alrededor de un centro de baja presión y que produce fuertes vientos y abundante lluvia.

En 1919 se dictó el primer código de construcción, pero no incluía referencias de diseño estructural sísmico para edificaciones y además era solo aplicable a las construcciones de las grandes ciudades, como Tokio y Kioto⁸⁷.

El terremoto de Kwantó introdujo una de las principales modificaciones en este código y se implantó un reglamento que estableció el diseño sísmico con esfuerzos permisibles.

El reglamento de construcción urbana dictado en 1919 no permitió al país frenar el descalabro que se producía después de los grandes terremotos que asolaban la isla, fue gracias al gran terremoto del año 23, que en 1950 se promulgó la ley de normas de construcción que a diferencia de su predecesor era aplicable a todo el territorio japonés y no solo a las grandes ciudades, además señaló que todas las construcciones debían ser diseñadas por ingenieros de la construcción que tuvieran licencia. De esta manera se profesionalizó la construcción en Japón y el consecuente desarrollo del diseño sísmico de los edificios.

En 1981 luego de los grandes sismos que asolaron Japón en la década de los 70, se organizó un diseño más estricto sumado a una fiscalización más drástica, modificando de manera importante la ley de normas de construcción del 50. Quizá la mayor dificultad empírica con la que se encontraron estos ingenieros era la comprobación del comportamiento sísmico plástico de las edificaciones, por lo que los actuales reglamentos de diseño sísmico adoptan un método aproximado de estimación. Para ello se consideran en Japón la ocurrencia de dos tipos de sismos, los movimientos de nivel 1 (menos fuertes) que requieren que el armazón estructural de los edificios resista elásticamente y los elementos no estructurales no deben desprenderse. En el caso de los sismo de nivel 2, los edificios deben estar diseñados para no colapsar ni poner en peligro vidas humanas.

La última gran modificación que se introdujo a la ley de construcciones fue en 1995 que se produjo con posterioridad al gran terremoto de Kobe y que exigió a los ingenieros y arquitectos encontrarse ante otra situación, puesto que aún cuando las normas de diseño estaban preparadas para terremoto de mayor fuerza energética (el terremoto de Kobe fue de 7,2 grados Richter), no así para la violencia y velocidad de la sacudida que se produjo en dicho terremoto, la que se produjo principalmente por lo cercano de la superficie que fue el epicentro.

Desde el año 2000 que en Japón existe una graduación de 1 a 3 de los edificios en cuanto su capacidad de resistencia ante sismos de gran magnitud. Además desde el año

⁸⁷ TATSUO MUROTA. 1995. Concepto de la Regulación del diseño sísmico de construcciones en Japón. Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). Méjico. Parte A. P 2.
<<http://www.eird.org/cd/building-codes/pdf/spa/doc6526/doc6526.htm>>

2007, los científicos japoneses han logrado diseñar un sistema de alarmas que permiten advertir con un pequeño tiempo de anticipación la ocurrencia de un gran sismo, el que es avisado a la población a través de sirenas que suenan en las calles y en los medios de comunicación que estén funcionando (televisión, radio, etc.). El plan de alerta es capaz de activarse inmediatamente después de surgir los movimientos preliminares. Estos viajan velozmente y son detectados antes de los movimientos secundarios que son los que generan el terremoto propiamente tal⁸⁸.

Otro país que ha sido el líder en investigación y desarrollo de cálculo estructural y construcciones antisísmicas, son los Estados Unidos, que con su gran desarrollo en el siglo XX, fue uno de los principales íconos de las construcciones modernas en especial las construcciones en altura. Ello se vio reflejado, en especial en las grandes ciudades de la costa este y el centro, pero los expertos de la época encontraron dificultades para poder implementar este tipo de construcciones en altura en la costa oeste, en especial en el estado de California, puesto que su gran actividad sísmica hizo de ese lugar un riesgo en el plano constructivo.

Quizá el terremoto que inició el estudio de estos fenómenos de forma más categórica en el mundo y que además introdujo la disyuntiva de mejorar el diseño sísmico de las edificaciones en este país fue el que asoló la ciudad de San Francisco el año de 1906, que según las cifras preliminares fue de 8.3 grados Richter y desoló la ciudad de la costa del Pacífico, matando a casi 3.000 estadounidenses.

Esta es una de las razones que hicieron que en la década de los 50 se empezará a elaborar en dicha zona los estudios que hoy se consideran la fuente de la sismología y de la ingeniería mecánica especializada en estructuras. Se desarrolló la técnica de marcos rígidos y estructuras flexibles, lo que permitía una mayor ductilidad del edificio y de esa manera resistir un movimiento sísmico.

Tanto en el desarrollo interno de estos países, en los cuales se empezó a estudiar distintos modelos de diseño estructural para soportar acciones sísmicas, como en otros en los cuales las construcciones antisísmicas también tenían gran importancia, como el caso de Nueva Zelanda y Chile, se utilizaban a grandes rasgos dos esquemas, el primero

⁸⁸ BIBLIOTECA DEL CONGRESO NACIONAL [En línea]. 2007. Japón puede anticipar sus terremotos. BCN Asia Pacífico. Chile.
<<http://asiapacifico.bcn.cl/noticias/japon-puede-anticipar-sus-terremotos>>
[Consulta Marzo 2011]

se denomina sistema rígido (cuya mayor propiedad es la resistencia de los muros), el otro es el sistema flexible (que le suma a la resistencia, la ductilidad de los marcos rígidos en la construcción). Los primeros edificios de hormigón armado, aún cuando permitían construcciones de altura, estas no podían ser muy audaces puesto que la tecnología existente, los obligaba a utilizar un alto número de muros de apoyo para resistirlo.

Frente a este tipo de situaciones, los ingenieros estructurales japoneses investigaron sobre el tema y utilizaron un nuevo modelo que le otorgaba mayor ductilidad a materiales que de por sí eran pesados y resistentes como el hormigón y así fue como idearon el sistema mixto denominado ferro-concreto (construcciones de hormigón armado con inclusiones de perfiles metálicos). En general las modificaciones se han ido realizando en la *lex artis* de los constructores y posteriormente derivan en la norma, ya que al igual que en el caso de nuestro país, requieren de pruebas empíricas y por lo tanto de grandes sismos que permitan observar el comportamiento de las construcciones ante grandes fuerzas de quiebre. No basta con los cálculos que pueden ofrecer los ingenieros y arquitectos, que aún cuando han demostrado gran nivel de desarrollo y buenos resultados, no pueden prever todas las situaciones que ofrece un gran sismo.

Un gran número de normativa técnica extranjera es utilizada en el diseño estructural de nuestros edificios, en su mayoría son normas estadounidenses. Es así como normas derivadas de las grandes organizaciones de construcción norteamericana tiene plena vigencia en nuestro ordenamiento, que en las normas técnicas de construcción son señaladas como anexo de nuestra propia legislación y más aún, indicando que en aquellos casos en que no esté expresamente normada algún área, los arquitectos o ingenieros encargados del diseño estructural de determinado edificio deberán usar las normas técnicas internacionales que sean de pleno uso en la materia. Es así como muchas de las normas que utilizan en algunas obras nacionales son las que fueron diseñadas por la *American Institute for Steel Constructions (AISC)* o la *American Concrete Institute (ACI)*.

De hecho en el anexo C de la NCh 2369 de Diseño Sísmico Industrial, se indica que esta norma técnica se basa principalmente en la práctica chilena, en la norma de diseño asísmico de edificios (NCh 433) y en las normas norteamericanas *Uniform Building Code (UBC)* y la *Estructural Engineers Association of California (SEAOC)*, sumado a normas Neozelandesas para la industria petroquímica.

En el mismo anexo en lo referente a la coordinación con otras normas, que debe tener la NCh 2369, se señala que en el diseño de industrias muchas veces es necesaria una

cantidad importante de materiales y cargas que no están normalizadas en el país y por esa razón se permite el uso de de normas internacionales reconocidas y da como ejemplo:

- *American Assosation of State Highway and Transportation Officials (AASHTO)* para puentes
- *American Society for Mechanical Engineers (ASME)* para calderas y recipientes a presión
- *American National Standards Institute (ANSI/ASME)* para cañerías
- *American Petroleum Institute (API)* para estanques de petróleo
- *American Society Testing Materials (ASTM)* para materiales
- *American Welding Society para soldaduras*
- Normas Alemanas DIN, Británicas BS, Francesas NF, Japonesas JIS o Euronormas de la Comunidad Europea.

Esto demuestra cuan relevante es para nuestro propio ordenamiento de diseño sísmico, el derecho comparado, en especial las normas técnicas que dada la dificultad en su elaboración y lo prolijo de gran parte del derecho comparado, en muchos casos son utilizadas en nuestra realidad constructiva y tienen plena vigencia en nuestro ordenamiento, siendo reconocida expresamente por nuestro derecho, a través de nuestras normas técnicas.

Chile no solo un observador del desarrollo normativo mundial del campo del diseño sísmico de construcciones, también ha servido en como una especie de “centro de control de calidad” de construcciones con diseño antisísmico, dada la continuidad de terremotos que ha sufrido desde siempre. Esto ha permitido medir cual es el resultado que tiene las políticas de diseño sísmico que se han desarrollado, *en la praxis*. Quizá esta es una de las razones más importantes para el impulso de esta área en el país y la razón del porque ha servido como antecedente en parte de la legislación comparada. Aún cuando no tenemos los medios como para realizar altas inversiones en infraestructura, si lo comparamos con países del primer mundo, en general los sistemas que históricamente se han usado en el país para prevenir grandes catástrofes asociadas a fenómenos sísmicos, han sido satisfactorios y continúa siendo un fenómeno en permanente avance.

Por un lado, los grandes terremotos que hemos sufrido no solo nos entregan una visión del comportamiento en terreno de las normas, por otro, le permiten a otros países que han diseñado sus normas de diseño sísmico teniendo en consideración el modelo chileno, revisar su propia legislación en la materia. Es el caso de Colombia que después del terremoto de San Antonio de 1985, investigó la importancia de los muros estructurales en el comportamiento de las estructuras, para darle mayor rigidez a estas ante movimientos horizontales (precisamente tipos de movimientos que se producen por los sismos)⁸⁹.

En el trabajo “ANÁLISIS COMPARATIVO DE PORTICOS DISEÑADOS CON VARIOS CODIGOS SISMORESISTENTES”, los profesores ecuatorianos Valarezo Aguilar, Suárez Chacón, Zapata y Morocho, hacen un análisis comparativo entre diversos códigos latinoamericanos en materia de diseño estructural y tomaron en consideración la NCh 2369 como una de las principales normas de diseño sísmico del continente, teniendo muy favorables conclusiones comparativas, siendo junto a la norma Venezolana COVENIN 1756 de Edificaciones Sismorresistentes del año 2001, los que mejor predicen el comportamiento que tendrá la fuerza sobre las obras. A ello se le debe sumar que comparativamente con el código colombiano y el peruano, el diseño de pórticos que se realiza en Chile es bastante menos costoso que el que se exige en estos países, con resultados semejantes⁹⁰.

El portal de construcción español “EnLlave” a hecho bastantes referencias al modelo chileno de diseño sísmico calificándolo como la legislación más avanzada de Latinoamérica en materia de riesgo antisísmico y toma como referencia las normas técnicas referidas a la materia y las modificaciones que han sufrido con posterioridad al terremoto de Febrero del 2010⁹¹.

Un ejemplo de la importancia que ha tenido Chile en materia antisísmica es la del ingeniero Arturo Arias Suárez. Este sismólogo creó la Intensidad Sísmica Instrumental,

⁸⁹ ASOCIACION COLOMBIANA DE INGENIERIA SIMICA. Normas colombianas de diseño y construcción sismo resistente: Ley 400 de 1997 - Decreto 33 de 1998 [s.a.]. Parte C, p 9.
<<http://www.eird.org/cd/building-codes/pdf/spa/doc13281/doc13281.htm>>

⁹⁰ MARLON F. VALERAZO AGUILAR, VINICIO A. SUAREZ CHACON, YORKY P. ZAPATA, JOSE L. MOROCHO. Ecuador. Análisis comparativo de Pórticos diseñados con varios códigos sismorresistentes [En línea] [s.a.]. Universidad Técnica Particular de Loja.
< <http://www.utpl.edu.ec/ucg/images/stories/Investigaciones/valarezo-suarez-zapata-morocho.pdf>>
[Consulta Marzo 2011]

⁹¹ ENLLAVE CONSTRUCTORA DIGITAL [En línea]. 2010. El aporte chileno a la sismología. 2 de Marzo del 2010.
<http://www.enllave.es/actualidad/noticias/2010/03/02/el-aporte-chileno-a-la-sismologia/>
[Consulta Marzo 2011]

considerada la medida instrumental de mayor confiabilidad para determinar el riesgo sísmico de un área, dado su carácter más objetivo que otras medidas como puede ser la de Mercalli. También se le conoce como la Intensidad de Arias o IA y esta medida sirve para determinar los daños que un terremoto provoca en las estructuras y edificaciones⁹².

También se debe tener en consideración de que Chile fue uno de los primeros países en el mundo en el que se proyectó una norma de diseño sísmico específica para edificaciones e instalaciones industriales, ello no solo indica que nuestros técnicos son precursores en la materia, sino que en el futuro, nuestras normas técnicas pueden servir como fuentes para otras normativas cuya elaboración de diseño sísmico es más joven o al ser los sismos un fenómeno más esporádico, no exige tanta dedicación como para nuestra realidad.

Es muy probable que la calidad de la norma nacional quedara en buen pie después del terremoto del 2010, en especial si a ello se le suma las modificaciones que están desarrollando para mejorar las imperfecciones que pudiesen haber influido en los edificios que se dañaron seriamente o que colapsaron. Podemos desprender de este capítulo que en parte importante se ha debido al uso de las tecnologías que se ha ido desarrollando en países del primer mundo que viven este tipo de catástrofes (léase USA y Japón) y si a ello se le suma que dado ha que la ubicación del país lo hace ser de alta frecuencia sísmica, se entiende que los edificios están en permanente ensayo para probar su calidad de diseño sísmico, lamentablemente para poder corroborar la idoneidad de la ley, se deben sufrir grandes tragedias que siempre seguirán siendo un enorme riesgo para la población.

⁹² BBC MUNDO [En línea]. 2009. El aporte chileno a la sismología. 10 de Noviembre del 2009. <http://www.bbc.co.uk/mundo/ciencia_tecnologia/2009/11/091102_especial_aportes_al_arias_mr.shtml> [Consulta Marzo 2011]

CAPITULO 5

PROYECCIONES DE LA NORMA ANTISÍSMICA EN CHILE

La opinión generalizada que existe con posterioridad al gran evento sísmico que sufrió nuestro país el 27 de Febrero de 2010, es que las construcciones, en general, tuvieron un comportamiento más que satisfactorio tomando en consideración tamaño catástrofe, aún cuando algunos casos particulares no pasaron la prueba, como fue el incidente del edificio “Alto Río” de Concepción, la mayoría de las edificaciones que se han construido cumpliendo con la normativa sísmica vigente se mantuvieron en pie, con diversos grados de daños. Algunos de profundo daños estructurales y otros no, pero aún así las construcciones no colapsaron y permitieron salvar una importante cantidad de vidas.

La norma está diseñada para proteger la integridad de la edificación dentro de lo posible, pero su fin ulterior y más relevante, es protección de la vida humana y para ello las normas de diseño sísmico están encaminadas a evitar el colapso inmediato de las edificaciones ante sismos de gran magnitud, aunque ello implique que después queden inadaptados para su uso corriente, e incluso deban ser demolidos.

Esto señala que la normativa vigente en materia de construcción antisísmica es bastante robusta, pudiendo afirmarse que pasó la prueba ante un gran terremoto, el sexto más fuerte de la historia desde que el hombre es capaz de medir la fuerza de estas catástrofes.

Pese a la anterior, se han hecho estudios que buscan soluciones a las problemáticas que se desarrollaron con posterioridad ha dicho sismo y que pasado el tiempo se pueden observar con más detenimiento. Muchísimos cambio se han producido en materia de seguridad, modernizando entidades públicas que son los ejes principales de acción ante este tipo de tragedias, tanto el SHOA (Servicio Hidrográfico y Oceánico) y la ONEMI (Oficina Nacional de Emergencias) han sido sujetos a modificaciones con el fin de que no se produzcan más errores, en especial en lo relativo a la precisión y la prontitud para transmitir la comunicación. Incluso a tomado relieve la idea de informar a la población la proximidad de tsunamis u otras emergencias de previsión relativamente mediata, a través de señales digitales de televisión, aprovechando la incorporación de esta nueva tecnología al país.

En cuanto a la normativa de diseño antisísmico, se puede advertir que a grandes rasgos se comportó dentro de lo esperado y que la calidad de nuestras edificaciones es más que

aceptable. En su gran mayoría soportaron en buena medida este movimiento de 8,8° Richter, de hecho la mayor cantidad de edificaciones que sucumbieron ante el terremoto fueron bajas y antiguas construcciones de adobe que fueron erigidas mucho antes de que se desarrollara en nuestro país la legislación de construcción antisísmica que hemos estudiado en este proyecto.

Aún así este evento ha permitido el desarrollo de un renovado estudio de la normativa antisísmica nacional, con el fin de perfeccionarla y aprender de los eventuales errores del pasado. Es así como el MINVU está elaborando a través del Instituto de la Construcción, la modificación a la norma NCh 433 y de la NCh 430 sobre Hormigón Armado, siendo las principales modificaciones referentes a cálculo estructural, post terremoto y tsunami de Febrero del 2010.

Previamente este ministerio elaboró el proyecto de 7 normas técnicas ideadas a efecto de dicha catástrofe. Estas son:

NTM 01: Elementos no estructurales utilizados en la construcción.

NTM 02: Intervención estructural en edificios patrimoniales de tierra.

NTM 03: Edificaciones estratégicas de servicio comunitario.

NTM 04: Proyectos de Ingeniería estructural.

NTM 05: Empujes de Suelos sobre Subterráneos.

NTM 06: Norma para Ascensores.

NTM 07: Diseño estructural para edificios en zonas inundables por Tsunami.

El 25 de Febrero del año 2011 entraron en vigencia los Decretos del MINVU N° 117 que creó el Reglamento que establece el Diseño Sísmico de Edificios, sumado al Decreto N° 118 que creó el Reglamento que fija los Requisitos de Diseño y Cálculo para el Hormigón Armado. Estas son claras señales de que se seguirá trabajando en busca de la modernización del esta área.

El decreto N° 117 que crea el reglamento que establece el Diseño Sísmico de Edificios, ha sido trazado para utilizarse en conjunto con la NCh 433. Esta modificación a la norma busca subsanar problemáticas que se hicieron visibles con posterioridad al gran terremoto del 27 de Febrero del año 2010, en primer lugar se determinó una nueva clasificación de tipos de suelo de fundación, ello debido a que de acuerdo a la velocidad de onda del corte de suelo, se interiorizó que la incorporación de una quinta clasificación pudiese dar más

precisión en torno a que diseño sísmico es más apropiado. También agrega algunas condiciones para el diseño de las modelaciones de las estructuras.

En primer lugar este decreto N° 117 señala que en lo que disponga este decreto, este se preferirá a la NCh 433, la que se aplicará en todo lo que no lo contravenga. Además de especificar al igual que la NCh 433 que no le es aplicable a otras obras civiles como puentes, túneles y otras, señala que no modifica lo referido a industrias, por lo que no altera lo dispuesto en la NCh 2369.

En su artículo final, este decreto señala que en todo requerimiento que haga la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción a la NCh 433, se entenderá que también se refiere al Decreto N° 117

En su artículo quinto advierte que existen determinados tipos de suelo de fundación que requerirán un estudio especial para establecer un espectro de diseño local. Estos son:

- Los que son potencialmente licuables (entendiéndose por tales arenas, limos, arenas limosas, saturados, con Índice de Penetración Estándar N menor que 20)
- Los susceptibles de densificación por vibración

Estos dos tipos de suelo ya habían sido excluidos de la tabla 4.3 de la NCh 433, indicando que requerirían de un estudio especial, pero el Decreto suma una excepción más:

- Los suelos clasificados como tipos IV y V, o que no sean clasificables de acuerdo a la tabla que entrega el artículo 7 del presente decreto.

El artículo 7 del decreto presenta una tabla con una nueva clasificación de tipos de suelo de fundación, que se suma a la que entrega la norma técnica de diseño sísmico de edificios, incluyendo un quinto tipo de suelo⁹³:

⁹³ CHILE. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. 2011. DL. 117: Aprueba el Reglamento que fija el Diseño Sísmico de Edificios. Artículo 7.

Definición de los tipos de suelos de fundación.

Suelo Tipo		V _s (m/s)	RQD	q _u (MPa)	N ₁	S _u (MPa)
I	Roca y suelo cementado (*1)	≥ 900	≥ 50%	≥ 10 (ε _{qu} ≤ 2%)		
II	Roca blanda o suelo muy denso o muy firme	≥ 500		≥ 0,40 (ε _{qu} ≤ 2%)	≥ 50	
III	Suelo medianamente denso o firme	≥ 180			≥ 30	≥ 0,05
IV	Suelo suelto o blando	< 180			≥ 20	
V	Suelos Especiales	*	*	*	*	*

(*1): No soluble en agua

N₁: Nspt normalizado a una presión de confinamiento de 0,1 MPa. Aplicable sólo a suelos que clasifican como arenas.

ε_{qu}: Deformación unitaria dada por el ensayo de compresión no confinada.

RQD: "Rock Quality Designation" de acuerdo con norma ASTM D 6032 " Standard Test Method for Determining Rock Quality Designation of Rock Core"

En las observaciones de esta tabla, se señala que el suelo tipo V o suelos especiales, serán todos aquellos que no clasifican dentro de los tipos de suelo I, II, III y IV, como el caso de los suelos licuables, suelos colapsables, suelos orgánicos, suelos sensitivos, turba, entre otros.

En cuanto a los conjuntos de vivienda en terrenos de más de 8.000 m² o estructuras de 5 o más pisos sobre la superficie del terreno natural o edificios de categoría III o IV, las propiedades que permiten clasificar el suelo de fundación deben ser evaluadas en los primeros 30 metros bajo la superficie de apoyo de las fundaciones o hasta la roca. Si hay pilotes, este nivel corresponde al más bajo entre la cabeza del pilote y el nivel de terreno. Si el terreno es de topografía irregular, se señala que pueden existir fenómenos de amplificación local, los que no son cubiertos por esta clasificación.

Sobre la velocidad de propagación de onda de corte en el suelo (v_s) de metros por segundo, se refiere a las ondas secundarias de un sismo, en el cual su desplazamiento

es transversal a la dirección de la propagación (podríamos entenderlo en forma más coloquial como un “punto de quiebre”). Son estas las ondas que generan las oscilaciones en el movimiento sísmico. Este tipo de ondas solo se trasladan a través de elementos sólidos. Previamente señalado lo anterior, el decreto aclara que durante los dos primeros años de vigencia del decreto (hasta el 25 de Febrero de 2013), la v_s se deberá determinar mediante una medición directa o del análisis de los datos o ensayos obtenidos de la exploración geotécnica. Pero a partir del tercer año de vigencia de este decreto, la medición directa de la v_s será obligatoria. Pero el decreto hace una excepción para el caso de loteo de viviendas sociales con superficie construida menor que 2.500 m² o privadas con superficie construida menor que 5.000 m² o edificaciones aisladas de menos de 1.000 m², con excepción de categorías de uso III y IV, ya que estas no tendrán como obligación justificar la v_s con mediciones directas.

En cuanto a los diafragmas de piso se debe verificar que tenga la rigidez y la resistencia suficientes para lograr la distribución de fuerzas entre los planos o subestructuras verticales resistentes.

El artículo 9 establece nuevos antecedentes a considerar en las deformaciones sísmicas para obras en que se incorpore como elemento estructural el hormigón armado.

Las modificaciones que incorpora el artículo 10 hacen referencia a las separaciones entre edificios y cuerpos de estos, estableciendo que la distancia que debe haber entre un edificio y el plano mediero en cualquier nivel, no puede ser inferior al desplazamiento a ese nivel calculado según lo indica el artículo 9 para el cálculo del espectro elástico de desplazamientos.

En cuanto a los métodos de análisis a los cuales se refiere la NCh 433, este decreto señala lo mismo, ya que cualquiera sea el que se use, se debe considerar un modelo de la estructura con un mínimo de tres grados de libertad por piso: dos desplazamientos horizontales y la rotación del piso en torno a la vertical. En los casos de planos o subestructuras verticales resistentes concurrentes a aristas comunes, se debe considerar el monolitismo estructural⁹⁴, mediante la inclusión de grados de libertad que compatibilicen los desplazamientos verticales de las aristas correspondientes.

⁹⁴ “Cuando la construcción recibe los embates de los vientos o se ve sometida a movimientos telúricos, se producen acciones horizontales; y por las interacciones del arriostramiento, se realizan los forjados monolíticos, para que posean la rigidez suficiente en su plano a fin de contrarrestar estos efectos.

Finaliza el decreto, señalando en cuanto al espectro de diseño que determina la resistencia sísmica, el reglamento modifica la ecuación de la NCh 433 para resolverlo y quedando la nueva como⁹⁵:

$$S_a = \frac{S_{ae}}{\left(\frac{R^*}{I}\right)} \quad (9)$$

En que el valor de I se determina en la forma estipulada en la cláusula 6.2.3, de la NCh 433, Of. 1996, mod. 2009.

Sumado a la modificación anterior, se construye una definición genérica del espectro de pseudo aceleración a través de un gráfico y le suma nuevas tablas que permiten determinar el valor de la aceleración efectiva y de la zonificación sísmica, de los parámetros que dependen del tipo de suelo y de parámetros que definen el espectro de pseudo aclaraciones elásticas.

En cuanto a los anteproyectos previamente mencionados en este capítulo y que están en plena confección para sumarlos a la normativa sobre construcción y diseño, se presentará un pequeño resumen para saber de que tratan:

NTM 01: Diseño sísmico de componentes y sistemas no estructurales: esta norma busca establecer los criterios mínimos de diseño sísmico para componentes no estructurales que se encuentran fijos de manera permanente en los edificios y para sus soportes y fijaciones. Aplicada en conjunto con la norma de diseño sísmico estructural, esta norma tiene por finalidad crear componentes no estructurales que tengan un desempeño sísmico compatible con la estructura que los contiene.

Además, la función primera es soportar las cargas que se apoyan sobre ellos, así sean pavimentos, muebles, personas, muros, tabiques; transmitiendo estas cargas la resto de la estructura, ya sea a los muros de carga o de entramados.

Para que un forjado tenga monolitismo, es necesario que todos los elementos resistentes que lo integran, trabajen juntos."

PORTAL CONSTRUMATICA [En línea]. Forjados [s.a.].

<http://www.construmatica.com/construpedia/Forjados#Condici.C3.B3n_de_Monolitismo>

[Consulta Abril 2011]

⁹⁵ CHILE. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. 2011. DL. 117: Aprueba el Reglamento que fija el Diseño Sísmico de Edificios. Artículo 12.

Una vez que entre en vigencia este anteproyecto, reemplazará al capítulo 8 de la NCh 433, de los Elemento Secundarios.

NTM 03: Edificaciones estratégicas y de servicio comunitario: Esta norma es aplicables a edificaciones nuevas, modificaciones, ampliaciones, recocciones y/o remodelaciones, que se incluyan en el listado del numeral 5 de este proyecto de norma técnica. Solo es obligatoria para las obras nuevas y aquellas que requieran algún permiso nuevo de la DOM correspondiente, pero se recomienda su aplicación a cualquier edificación que se considere como estratégica y de servicio comunitario, como también para los edificios de las fuerzas armadas.

Listado de Edificaciones estratégicas y de servicio comunitario del numerando 5 de la NTM 003 2010:

5.1 Red hospitalaria pública

5.1.1 Hospitales de alta complejidad – Atención Terciaria

5.1.2 Hospitales de mediana complejidad – Atención Secundaria

5.1.3 Hospitales de baja complejidad – Atención Primaria

5.1.4 Centros de diagnóstico ambulatorios – Atención Terciaria

5.1.5 CRS Consultorios de especialidades – Atención Secundaria

5.1.6 Centros de salud, postas, SAPUS y consultorios – Atención Primaria

5.1.7 Establecimientos SAMU

Requisitos:

Para las edificaciones identificadas en 5.1.1, 5.1.2, 5.1.3, 5.1.4, 5.1.5, y 5.1.6 se exige:

- Autonomía de Agua Potable
- Autonomía energética total
- Sistema integral de protección contra incendios

Para las edificaciones incluidas en 5.1.7 se exige:

- Autonomía energética parcial

Adicionalmente para las edificaciones incluidas en 5.1.1 y 5.1.2 se exigirá disponer de:

- helipuerto operativo, en el predio o en un radio no mayor que 500m.
- dos vías independientes de acceso y salida al predio.

5.2 Edificaciones en el área de la conectividad y las comunicaciones

5.2.1 Aeropuertos de carga y pasajeros

Requisitos:

- Autonomía de Agua Potable
- Autonomía energética parcial
- Sistema integral de protección contra incendios

5.2.2 Aeródromos de carga y pasajeros

Requisitos:

- Autonomía energética parcial

5.2.3 Complejos aduaneros

Requisitos:

- Autonomía de Agua Potable
- Autonomía energética total
- Sistema integral de protección contra incendios

5.2.4 Centros de control de tráfico aéreo y marítimo

Requisitos:

- Autonomía energética parcial
- Sistema integral de protección contra incendios

5.2.5 Edificios que albergan centros de telecomunicaciones estratégicas

Requisitos:

- Autonomía energética total
- Sistema integral de protección contra incendios

5.3 Cuarteles y recintos de control y seguridad

5.3.1 Cuerpo de Bomberos

Requisitos:

- Autonomía energética parcial
- Sistema integral de protección contra incendios

5.3.2 Comisarías y subcomisarías de Carabineros

Requisitos:

- Autonomía de Agua Potable
- Autonomía energética parcial
- Sistema integral de protección contra incendios

5.3.3 Tenencias y retenes de Carabineros

Requisitos:

- Autonomía energética parcial

5.3.4 Centros de Detención y Cárceles

Requisitos:

- Autonomía de Agua Potable
- Autonomía energética parcial
- Sistema integral de protección contra incendios

5.4 Edificios con capacidad de reconversión en albergues

5.4.1 Establecimientos educacionales de enseñanza básica y media municipalizados

5.4.2 Gimnasios Municipales

Requisitos: Sin requisitos particulares

5.5 Edificios y/o recintos que procesan, manipulan o almacenan sustancias peligrosas tales como químicos, residuos tóxicos, explosivos, combustibles.

Requisitos:

- Autonomía energética parcial
- Sistema integral de protección contra incendios

5.6 Centros de Información y operación estratégicos

5.6.1 SHOA – Servicio Hidrográfico y Oceneográfico de la Armada

5.6.2 ONEMI – Oficina Nacional de Emergencia – Ministerio del Interior

5.6.3 Centros Vulcanológicos

5.6.4 Servicios Sismológicos

Requisitos:

- Autonomía energética parcial

NTM 04: Proyecto de Ingeniería estructural: esta norma lo que busca es establecer los requisitos que debe cumplir en su desempeño un ingeniero estructural responsable de un proyecto o estudio de ingeniería estructural.

NTM 05: Empujes de Suelos sobre Subterráneos: esta norma valida el anexo C de la NCh 433, ya que esta no había sido puesta en uso para cuando ocurrió el terremoto del año 2010.

Lo que esta norma persigue es establecer la magnitud y distribución de los distintos tipos de empujes de suelo sobre los muros perimetrales de subterráneos de edificios que deben considerarse, tanto para solicitaciones estáticas como para solicitaciones sísmicas.

NTM 06: Requisitos mínimos de diseño, instalación y operación para ascensores electromecánicos frente a sismos: La norma se refiere a las características y condiciones que de diseño, instalación y operación que deben tener

los ascensores electromecánicos para no ser un elemento riesgoso para las personas durante la ocurrencia de un sismo. Se regulan por esta norma los ascensores con o sin sala de maquinas, no así los ascensores hidráulicos y los demás señalados por la NCh 440/1 Of. 2010 en su artículo 1.4.

Esta norma prevalece por sobre la NCh 440/1 Of. 2010. Tiene aplicación en edificios nuevos y para los que requieran nuevo permiso de la DOM respectiva.

Se otorga un plazo de transición de dos años para que los ascensores existentes y que no cumplan con las disposiciones establecidas en la presente norma, cumplan como mínimo con los requisitos específicos de sensor sísmico, protección de caída de elementos del contrapeso, guardacabos, intercomunicador, señalados en la presente norma.

Apartadamente veremos con mayor detenimiento lo señalado en los anteproyectos para la regulación de las casas patrimoniales de tierra y el diseño estructural para edificaciones en zonas de peligro de tsunami, por ser ambos los más afectados en el terremoto del año 2010 y tuvieron mayor exposición mediática.

NTM 02: Proyecto de intervención estructural de construcciones

patrimoniales de tierra: La finalidad de esta norma se reduce a tres propósitos. El primero es estandarizar los métodos de evaluación de los daños y deterioros en la estructura resistente de las construcciones; segundo orientar las intervenciones a las construcciones de valor patrimonial anteriores a las normas y ordenanzas vigentes y finalmente; tercero, mejorar las condiciones de seguridad estructural de las construcciones con valor patrimonial.

Muchas han sido las opiniones sobre cual es el proceder que se debe tener con respecto a este tipo de viviendas, mientras algunos arquitectos e ingenieros son partidarios de la demolición de estas, dada las características de materiales como el adobe, que al ser tan pesado y rígido, fácilmente puede ser fracturado ante cualquier acción que implique una fuerza contra su estructura y por lo tanto, colapsar. Por otro lado su condición de aislante térmico, permite fabricar viviendas confortables y más económicas. Sumado al riquísimo valor arquitectónico de muchas de estas edificaciones, que tiene el carácter de edificios patrimoniales.

Las edificaciones que caben en la regulación de esta norma son la albañilería de adobe, tapial⁹⁶, quincha⁹⁷ y mampostería de piedra asentada en barro.

Para que una de estas construcciones se considere de valor patrimonial debe cumplir lo determinado en la normativa respectiva vigente, pero este anteproyecto suma a estas, todas las construcciones que cumplan las características de topología estructural y del tipo de material de construcción, exigidos en esta norma y que hayan sido construidas con anterioridad al 31 de Julio de 1959, siempre que su propietaria declare que esta construcción tiene efectivamente valor patrimonial.

En cuanto a los criterios que tiene esta norma en torno a la restructuración de este tipo de edificaciones, en su artículo 6.1 señala que los criterios estructurales para intervenir una obra son:

- Criterios basados en mantener, restituir o aumentar la resistencia, cuyo objetivo es resistir las fuerzas de diseño sísmico
- Criterios basados en el desempeño estructural durante los sismos, cuyo objetivo es controlar los desplazamientos de la estructura agrietada por ellos, en base a refuerzos de mínima intervención, compatibles y reversibles
- Criterios mixtos, donde se complementan los dos criterios anteriores.

La misma norma señala que aún cuando las obras hayan sido construidas con una correcto diseño estructural, tomando en consideración los criterios que se tenían en la época de la edificación, es necesario utilizar todos los medios que se tengan a mano para asegurar su resistencia y para ello se debe proceder garantizando el control de desplazamiento y evitar el colapso mediante la aplicación de refuerzos adicionales.

El capítulo 6, siguiendo con el establecimiento de los criterios de intervención, sumado a los criterios estructurales, indica que se deben considerar los criterios patrimoniales. Estos son:

- Evaluación caso a caso: las construcciones de valor patrimonial, tiene en su materialidad y sistema constructivo, información relevante sobre la sociedad que lo

⁹⁶ Técnica consistente en construir muros con tierra arcillosa, compactada a golpes mediante un "pisón", empleando un encofrado deslizante para contenerla.

⁹⁷ Entramado de caña o bambú recubierto con barro.

construyó, que constituye un valor que debe ser preservado en la medida de lo posible y ser evaluado caso a caso

- Levantamiento y diagnóstico crítico: previo a una intervención se deberá hacer un diagnóstico del estado de la construcción y de su entorno con el objetivo de identificar las patologías que permitan establecer, tanto la estrategia de restauración como las hipótesis de prevención futuras, por medio de un análisis inverso hasta establecer el origen y causa de las lesiones
- Historial constructivo: se debe estudiar los registros históricos y/o arqueológicos que permitan comprender los diversos cambios y transformaciones de la construcción desde su origen, estableciendo de manera certera el grado de intervención, sus etapas y características
- Compatibilidad material: las intervenciones deben proponer sistemas constructivos materialmente compatibles con el construcción original; y
- Reversibilidad: las intervenciones deben ser reversibles y reemplazables con un daño mínimo en los elementos originales, para permitir la aplicación de nuevas técnicas.

El capítulo 7 trata sobre el Proyecto estructural de las construcciones patrimoniales de tierra, señalando en primer lugar que el proyecto de intervención debe tener como objetivo garantizar la seguridad estructural, su valor patrimonial y la seguridad de sus ocupantes. Para ello se debe lograr que estas estructuras resistan con daños menores los movimientos sísmicos calificados de intensidad leve. Los de mediana intensidad, con daños en elementos no estructurales. En los casos de ocurrencia de movimientos sísmicos de intensidad severa, aún cuando presenten daños, este tipo de construcciones deben evitar el colapso.

Para cumplir estos objetivos, el proyecto estructural de este tipo de construcciones requieren la elaboración de un Informe de Diagnostico, para determinar las líneas de acción que se deben seguir para cada proyecto para que sean acordes a las características patrimoniales del inmueble y sus condiciones estructurales.

Este informe debe contar a lo menos con la siguiente información:

- a) información histórica relacionada con el inmueble, como su data de construcción, modificaciones realizadas y evolución en el tiempo, materiales, destinos de uso, cambios de uso, etc., que permitan una profunda comprensión de la construcción

- b) levantamiento de la construcción patrimonial, según el punto 8 de la presente norma
- c) origen y causa de las patologías observadas, considerando los antecedentes recopilados previamente, el efecto de intervenciones anteriores y su impacto en el estado de conservación de la construcción
- d) conclusiones establecidas a partir de (a), (b) y (c), mediante los cuales se establece la condición estructural de la construcción antes de la intervención, sus riesgos de estabilidad y durabilidad.

El capítulo 8 consiste en el diseño de un catastro de la estructura del inmueble el que debe contener una descripción de la condición estructural de la obra, previa a su intervención. El catastro debe incluir a lo menos dos registros, el primero, una descripción de la construcción y segundo un informe de levantamiento, el que se realizará utilizando la información proporcionada en la descripción de la construcción de acuerdo a lo solicitado en el punto b) del artículo 7.2, previamente señalado.

La descripción de la construcción debe contener:

- levantamiento geométrico: este levantamiento debe reflejar en detalle el estado de situación de la construcción. Los datos obtenidos se deben representar en planos a escala adecuada mediante plantas, elevaciones, cortes y detalles;
- levantamiento de materiales existentes: este levantamiento debe contener la identificación y caracterización de los materiales relevantes de la estructura del inmueble;
- levantamiento de daños y agentes de deterioro: este levantamiento debe contener una exhaustiva descripción de los principales daños y patologías de la construcción, el estado de conservación de la estructura y sus materiales constituyentes; y
- pruebas de campo o laboratorio que permitan conocer las características mecánicas de los materiales para realizar el análisis indicado en el capítulo 9.

El capítulo 9 se refiere al análisis del estado de la construcción, en cuanto a su contenido:

- análisis estructural: este análisis debe incluir una modelación de la estructura con la finalidad de evaluar su comportamiento y cuantificar los esfuerzos a los cuales

están sometidas las secciones de los elementos que conforman la construcción. El análisis puede estar basado en un método elástico o cinemático;

- verificación de diseño: se debe llevar a cabo una verificación del diseño de los elementos estructurales, considerando los resultados de 8.1;
- verificación de la geometría: se debe llevar a cabo una verificación de las relaciones geométricas de los muros, entre las cuales se deben considerar a lo menos las siguientes:
 - ✓ esbeltez: los muros no deben sobrepasar una esbeltez de 8. Se debe considerar el uso de elementos de refuerzo adicionales. El espesor mínimo de muros está determinado implícitamente por la esbeltez máxima.
 - ✓ En el caso de ser necesario, se podrá reducir la altura de los muros, retirando hiladas de adobes a fin de cumplir con la limitación de esbeltez;
 - ✓ tamaño máximo de vanos⁹⁸: los vanos no deben tener un ancho superior a 2,5 veces el espesor del muro;
 - ✓ ubicación de vano: los vanos para ventanas y puertas deben ubicarse a una distancia no menor a 3 veces el espesor del muro desde el borde libre más próximo;
 - ✓ arriostramientos verticales: su longitud libre en la base debe ser mayor o igual a 3 veces el espesor del muro a arriostar. Pueden usarse como arriostramiento vertical los muros transversales interiores o contrafuertes especialmente diseñados, todos los cuales deben estar correctamente trabados en su estructura. El espesor de los contrafuertes debe ser igual o mayor que el del muro a arriostar.

Luego esta norma señala la determinación de las propiedades mecánicas de los materiales que se usan en estas obras, las que se adquieren a través de ensayos específicos de laboratorio desarrollados in situ. A falta de estas pruebas en este mismo capítulo se otorgan algunos datos para utilizarlos en los posteriores cálculos.

⁹⁸ **Vano de puerta:** Hueco practicado en una pared al que se le acopla un elemento de cierre, que puede ser abisagrado, corredero o plegable, de madera, metal o vidrio, que permite abrir o cerrar la entrada a un edificio, estancia, o similares.

Diccionario de Arquitectura y Construcción. Argentina. Definición de Vano [s.a.]
<<http://www.parro.com.ar/definicion-de-zapata>>
[Consulta Abril 2011]

El capítulo 11 indica que las bases de diseño que toman en cuenta el destino, cargas de uso, materiales de construcción y otras condiciones especiales de la edificación, deben contener cierta información específica:

- descripción de la estructura: incluyendo una breve identificación y caracterización de la tipología constructiva de la edificación existente, detallando sus singularidades
- descripción de materiales: identificación y caracterización de los materiales existentes y propuestos en la intervención, de acuerdo a las prospecciones realizadas en el construcción y a la información disponible
- normas y documentos de referencia: listado de las normas, guías de diseño y otros documentos usados en el análisis, diseño y especificaciones para la intervención
- solicitudes: identificación, descripción y cuantificación de los pesos, cargas de uso y cargas especiales que debe resistir la construcción patrimonial
- combinaciones de carga: descripción de las combinaciones de cargas incluidas en las solicitudes consignadas en el punto (c) de acuerdo a las normas aplicables al diseño
- antecedentes del análisis sísmico: descripción de los parámetros del diseño sísmico, los cuales deben contener, al menos, la zona sísmica, el coeficiente de importancia de la edificación y el factor de modificación de respuesta, según la normativa vigente
- parámetros del suelo de fundación: descripción de los parámetros básicos del suelo, de acuerdo a la normativa vigente.

En cuanto a la intervención estructural de la construcción, esta se considera como la modificación de la construcción destinada a reparar o reforzar tanto las estructuras principales como secundarias del mismo. Para ello el diseño de las reparaciones y refuerzos deben garantizar que se mejore o se restituya el monolitismo de la estructura, además de restringir los desplazamientos de ésta.

El capítulo 13 regula la reparación estructural, entendiéndose esta como la restitución de la capacidad resistente y rigidez a la estructura original dañada, mediante un conjunto de operaciones destinadas a restituir la condición monolítica de la estructura. Para ello se requieren ciertos trabajos, como los siguientes:

- reparación de grietas: tratamiento de las grietas de manera de restituir la continuidad estructural de un muro para asegurar un comportamiento apropiado en el tiempo evitando las refacciones consistentes en trabajos locales que no restablezcan su continuidad íntegramente
- inyección de grietas: tratamiento cuya metodología aplicada debe considerar rellenos fluidos y continuos que aseguren la restitución del monolitismo de la estructura
- trabado de esquinas y encuentros de muros: tratamiento cuya metodología está destinada a restablecer el monolitismo en uniones verticales de muros que hayan perdido su vinculación estructural
- restitución de la verticalidad de los paramentos: en los casos en que los muros hayan perdido sensiblemente su verticalidad, ésta debe ser restituida evitando que dicha acción altere el comportamiento estructural del muro, introduciendo esfuerzos adicionales indeseados en alguna de sus secciones. La tolerancia de verticalidad de un muro no debe superar un 10% de su espesor y se entenderá como valor límite admisible de estabilidad el 25% del espesor del muro
- reposición de estructura de cubierta: el coronamiento de los muros debe proveer una rigidez horizontal adecuada a la construcción mediante una cadena horizontal superior conectada a los muros de manera que se asegure el trabajo conjunto de los muros y la transmisión de las carga desde la cubierta a los mismos. Para ello es necesario:
 - ✓ diseñar una nueva estructura, en los casos en que la estructura de techumbre no exista o no sea posible la reposición a partir de los elementos existentes;
 - ✓ diseñar una nueva estructura o reforzar la existente, para restituir la capacidad de transmitir las cargas verticales a los muros, en los casos en que ella no cumpla con los requerimientos estructurales; o
 - ✓ diseñar una viga horizontal o solera superior para garantizar el trabajo conjunto y flexible de los muros de soporte. El anclaje de esta solera debe ser capaz de transmitir los esfuerzos de corte originados por la estructura de techumbre hacia los muros e incrementar la estabilidad de éstos impidiendo su volcamiento.

- reestructuración de tabiques: procedimiento de recomposición de la estructura soportante de madera de los tabiques cuyos rellenos estén ejecutados con adobe, impidiendo mediante refuerzos el vaciamiento de los rellenos
- intervención en fundaciones de muros y tabiques, se debe considerar:
 - ✓ diseñar nuevas fundaciones, en los casos que ésta sea inexistente;
 - ✓ diseñar nuevas fundaciones o reforzar las existentes, cuando esté subdimensionada respecto las solicitaciones; y
 - ✓ reforzar las fundaciones existentes, cuando ellas hayan perdido su monolitismo y capacidad resistente
- restitución de estucos de barro: procedimiento mediante el cual se restituyen los estucos existentes y otros nuevos de similares características, lo cual protege los paramentos de los muros y los refuerzos estructurales
- reparación de dinteles: se debe remover adobes sobre los dinteles y llevar a cabo su reemplazo, reponiendo la albañilería de adobe para restituir las condiciones estructurales. Es posible reemplazar la zona de la albañilería sobre el dintel con una estructura doble de quincha
- reparación de erosión en muros: procedimiento cuya metodología busca reconstituir las características estructurales y geométricas de muros, ya sea mediante reemplazo de piezas u otros
- reemplazo de terminación inadecuada: se debe asegurar una adecuada terminación de los paramentos verticales eliminando revestimientos cerámicos o cementicios que impidan la eliminación de la humedad del muro. La terminación debe ejecutarse con productos de poro abierto que permitan la transmisión de aire entre el ambiente y el alma del elemento
- otros que debe definir el proyecto.

Finalmente en su capítulo 14, esta norma se refiere a los sistemas de refuerzos, entendiendo el refuerzo estructural como un elemento destinado a incrementar la capacidad estructural de una construcción, mediante la modificación de algunas de sus características. La norma señala algunos de ellos:

- refuerzos continuos: corresponden a elementos que abarcan gran superficie o la totalidad de los paramentos verticales de los muros, los cuales confinan la estructura disminuyendo sus deformaciones y desplazamientos relativos entre

cimiento y muro, entre muros y entre muro y techo. Un ejemplo de esto puede ser la aplicación de una malla compatible con el material original. Estas mallas también deben impedir el derrumbe de unidades de adobe o trozos agrietados de muro;

- refuerzos discretos: elementos puntuales que tienen un efecto localizado para mejorar el comportamiento en una zona específica de la estructura de un inmueble o el comportamiento global. Un ejemplo de estos puede ser la aplicación de un tensor de apoyo a una cercha⁹⁹ existente, un cable de acero o cuerda sintética que confine los muros para evitar su volcamiento;
- refuerzo de conexiones: corresponden a elementos que se pueden colocar en forma puntual o masiva y tienen la finalidad de colaborar a la correcta transmisión de los esfuerzos entre los elementos componentes de la estructura del inmueble. Un ejemplo de esto pueden ser conectores metálicos en las uniones de las piezas de las cerchas;
- refuerzos que incluyan restitución o inclusión de nuevos elementos estructurales: corresponde al sistema que, mediante la reparación o incorporación de nuevos elementos estructurales como muros, contrafuertes, tabiques u otros, están destinados a minimizar las deformaciones de la estructura del inmueble;
- refuerzos de fundaciones: corresponde a los trabajos de intervención en la fundación de un inmueble, ya sean ellos locales o generalizados para asegurar la transmisión de las fuerzas al terreno; y
- otros: debidamente especificados y justificados por el proyectista.

Una vez desarrollados todos los elementos previamente descritos, la norma finaliza indicando que se debe desarrollar un plan de mantenimiento de dicha construcción, para de esta manera asegurar las hipótesis de cálculo y las características patrimoniales del inmueble. El plan de mantenimiento debe considerar a lo menos:

- actividades preventivas a realizar: corresponden a las revisiones y acciones que deben realizarse periódicamente para asegurar el estado de conservación de la estructura del inmueble antes que éste presente algún daño

⁹⁹ **Cercha:** Estructura de madera que sirve para soportar otras cargas. Estructura metálica que sirve de apoyo a las teleras en un encofrado, esta construida por celosías metálicas de acero redondo y ángulos, viene en longitudes de 3 metros.

- actividades correctivas a realizar: corresponden a las revisiones y acciones que deben realizarse periódicamente para asegurar el estado de conservación de la estructura del inmueble, luego que ésta presente algún daño leve
- periodicidad de las actividades: corresponde a la frecuencia con que deben realizarse las acciones solicitadas
- otros que defina el proyectista.

La norma se acompaña de dos anexos, el anexo A se refiere a la calidad incompatible de ciertos materiales, para este tipo de obras y señala 1 lista de materiales que son compatibles para utilizarse.

El anexo B es complementario al sistema de refuerzos del capítulo 14, indicando algunos sistemas compatibles para este tipo de construcciones.

NTM 07: Diseño estructural para edificaciones en zonas inundables por tsunami:

Aún cuando esta norma no apunta al tema propuesto por este trabajo propiamente tal, igual resulta interesante cual ha sido la nueva normativa que se ha desarrollado en particular sobre estas construcciones, dado que a juicio del autor, resultan materias afines y por tanto de validez para ser revisada. La norma indica en su preámbulo que su carácter es de emergencia y que por lo tanto tiene validez hasta que exista una norma de fondo y definitiva que regule la materia.

Se aplica al diseño estructural de las edificaciones y estructuras nuevas, reubicación y modificaciones, ampliaciones, reconstrucción, remodelación estructural importante o cambio de destino de edificaciones existentes en las zonas de riesgo de inundación, definidas en los mapas o cartas de inundación por maremoto o tsunami emitidos por la autoridad competente.

El objetivo principal de esta norma es la protección de la vida de los usuarios de las edificaciones que se encuentren en zonas con riesgo de tsunamis o seiches¹⁰⁰, evitando el colapso de estas, aún cuando se produzcan daños.

¹⁰⁰ CHILE. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. 2010. NTM 007 2010: Anteproyecto de norma de Diseño estructural para edificaciones en zonas inundables por Tsunami. Artículo 3.1. de Terminología.

Seiche: Onda estacionaria en un cuerpo de agua encerrado o parcialmente encerrado. Los seiches y los fenómenos relacionados a seiche se observan en lagos, embalses, piletas, bahías, mares. La clave de requerimiento para formar un seiche es que tal cuerpo de agua esté al menos parcialmente delimitado, lo que permite la formación de ondas estacionarias.

Existe una primer diferencia con las normas de diseño sísmico, que regula el tipo de sismo que se puede producir, teniendo distintas finalidades dependiendo si el movimiento es más o menos brusco.

Como primer requisito para las construcciones ubicadas en zonas de riesgo total o parcial, la norma señala que estas deben ser diseñadas por un ingeniero civil o arquitecto con conocimiento en este tipo de estructuras, además de cumplir con las disposiciones y requerimientos de esta norma técnica. Estos conocimientos deben demostrarse al solicitar el permiso de edificación ante la DOM respectiva. Para estos efectos la norma distingue varias situaciones:

- Edificaciones emplazadas en zonas de riesgo de inundación y destinadas a la habitación: Se deben proteger construyéndolas elevadas sobre estructuras de soporte o sobre un relleno protegido (a menos que esté específicamente prohibido por la autoridad competente) o construyéndolas en terreno natural no perturbado, de modo que la zona destinada a la habitación se ubique sobre la cota de inundación.
- Edificaciones emplazadas en zonas de riesgo de inundación y no destinadas a la habitación: Cualquier edificación o parte de la misma, con destino no habitacional y sin prohibición para ubicarse por debajo de la cota de inundación, deberá construirse considerando algunas de las siguientes opciones:
 - ✓ Paso del agua sin mayores obstáculos.
 - ✓ Estructura hermética con paredes impermeables al paso del agua y con componentes estructurales que tengan la capacidad de resistir cargas hidrostáticas e hidrodinámicas y los efectos de flotabilidad debido a la inundación.
 - ✓ Tabiques colapsables bajo carga de tsunami que no pongan en riesgo la estructura principal de la edificación.
- Las edificaciones emplazadas en zonas de riesgo de inundación, diseñadas de acuerdo a esta norma técnica y construidas bajo la cota de inundación, que dispongan de vías de evacuación a zonas seguras por maremoto o tsunami y/o medidas de mitigación diseñadas por un profesional especialista y aprobadas por la autoridad competente, podrán ser habitables.
- Edificaciones estratégicas: No se permite emplazar edificaciones estratégicas en zonas de riesgo de inundación según NTM 003 - 2010.

- Obras de urbanización: El diseño de las obras de urbanización ubicadas en las zonas de riesgo de inundación debe considerar el efecto del tsunami.
- Estructuras de evacuación vertical a zonas seguras: Deben ser diseñadas de acuerdo a “*Guidelines for Design of Structures for Vertical Evacuation from Tsunamis*” FEMA P646 / June 2008”.

El capítulo 5 de esta norma técnica trata de los métodos de protección contra inundación por tsunami y señala una serie de criterios, que se deben tener en cuenta para las edificaciones en este tipo de zonas:

5.2.1 Terreno natural:

- El diseño de la fundación tendrá en cuenta los efectos de la saturación del suelo y/o socavación en el comportamiento de la fundación.
- Debe estudiarse los efectos de las inundaciones y de la socavación en la estabilidad de taludes.

5.2.2 Edificaciones elevadas sobre estructuras:

Cuando una edificación se proyecta de modo que el piso o nivel habitable más bajo se diseñe elevado sobre la cota de inundación, ésta puede estar apoyada en elementos tipo columna, tales como pilares y en algunos casos muros.

- El espacio libre entre los elementos de soporte, medido en dirección perpendicular a la dirección general del flujo de inundación, no podrá ser inferior a 2,40 m entre los puntos más cercanos.
- Los pilares deben ser compactos y libres de apéndices innecesarios, que actúan como trampa o restringen el libre paso de los escombros durante una inundación. Se permiten muros orientados con el lado más largo paralelo al sentido general del flujo de inundación. Las columnas y sus fundaciones deben resistir todas las cargas establecidas en esta norma técnica.
- Los arriostramientos utilizados para proporcionar estabilidad lateral deben causar la menor obstrucción al flujo de inundación y reducir la posibilidad de atrapar los escombros que flotan.
- En todos los casos se considerará el efecto de la inmersión del suelo y las cargas adicionales relacionadas con agua de la inundación.

- Se considerará el potencial de socavación alrededor de los pilares y se establecerá las medidas de protección necesarias.

5.2.3 Edificaciones sobre relleno:

- Las edificaciones pueden ser construidas sobre material de relleno, excepto en las zonas donde el relleno esté específicamente prohibido por la autoridad competente, como soporte estructural de las construcciones.
- El diseño del relleno debe demostrar que no altera sustancialmente las características del escurrimiento consideradas en los planos de inundación. Asimismo el relleno tampoco debe afectar a otras construcciones existentes ni a otras instalaciones o sistema de drenaje.

El capítulo 6 es el último capítulo de este anteproyecto y se refiere a los requisitos estructurales que deben cumplir las edificaciones que se encuentren en zonas de riesgo de tsunami, tanto para sismos como para tsunamis, siendo capaces de resistir las cargas que prevé esta norma y las demás de diseño estructural que le sean aplicables. Para ello este anteproyecto se refiere a las cargas, las combinaciones de estas y las presiones admisibles al suelo, que deben cumplir como estándares mínimos en la construcción de edificaciones. Luego en el capítulo se señala los criterios de diseño que deben cumplir las obras ubicadas total o parcialmente en las zonas de riesgo de inundación. Los criterios señalados en el artículo 6.2 son:

- 6.2.1 Estas edificaciones deben ser diseñadas para resistir los efectos de las inundaciones costeras debido a tsunamis. La cota de inundación será aquella que fije la autoridad en los planos de inundación respectivos.
- 6.2.2 Debe considerarse en el diseño la totalidad de las fuerzas y los efectos de la inundación en la edificación.
- 6.2.3 Los materiales utilizados deben considerar las mismas tensiones admisibles (o factores de carga en el caso de diseño por resistencia) que las normas de diseño estructural establecen para viento o sismo, combinadas con las cargas gravitacionales; es decir, tratar las cargas y tensiones producto de tsunamis en la misma forma que las cargas de sismo.
- 6.2.4 Para tsunami de campo cercano, además de las consideraciones del punto anterior, no se permite variaciones de las tensiones admisibles o factores de carga

por eventualidad de carga y además debe considerarse una degradación de rigidez en la estructura por el sismo tsunamigénico, justificada por el profesional responsable del diseño estructural, pero no menor a un 25%.

- 6.2.5 La estructura principal del edificio deberá estar debidamente anclada y conectada a la subestructura que la eleva para resistir todas las fuerzas laterales, verticales positivas o negativas.
- 6.2.6 Los niveles de socavación a considerar en el diseño alrededor de pilas individuales y pilotes deben ser los especificados en la tabla 6.1 a menos que se realice un estudio detallado de la profundidad de socavación. No se permite las fundaciones superficiales a menos que el suelo natural de soporte esté protegido en todos sus lados contra la socavación por una protección adecuada. Se permite fundaciones superficiales en zonas ubicadas a una cota más allá de un 50% de la cota de inundación, siempre y cuando se apoye en suelo natural y por lo menos medio metro por debajo de la profundidad especificada de socavación y la profundidad de socavación no supere un metro. La tabla 6.1 da una estimación de las profundidades mínimas de socavación del suelo por debajo del nivel de terreno, expresado como un porcentaje de la profundidad de inundación en el lugar (h).

Tabla 6.1

Socavación Mínima Estimada

expresado como un porcentaje de la profundidad de inundación en el lugar (h)

	Hasta un 50% de h	Mayor al 50% de h
Arena Suelta	80% h	60% h
Arena densa	50% h	35% h
Limo esponjado	50% h	25% h
Limo Rígido	25% h	15% h
Arcilla suelta	25% h	15% h
Arcilla Rígida 1	0% h	5% h

1 Los valores pueden reducirse en un 40% si una duna sustancial o berma más alta que la cota de inundación protege la obra de construcción.

2 Los valores pueden ser reducidos a un 50% si toda la región es esencialmente plana.

Finalmente el capítulo 6 hace una clasificación de las fuerzas de diseño, que son aquellas que deben ser consideradas en el diseño de estructuras elevadas para que estas sean capaces de resistir las inundaciones. Estas fuerzas son:

- fuerza boyante: levantamiento causado por inmersión parcial o total de una estructura.
- fuerza del frente de ola: causada por un frente de agua que choca contra una estructura.
- fuerza de arrastre: causada por la velocidad del flujo alrededor de un objeto.
- fuerza de impacto: causados por los escombros tales como madera flotante, pequeñas embarcaciones, partes de las casas, etc., al chocar con una estructura.
- fuerza hidrostática: causado por un desequilibrio de presión debido a una profundidad de agua diferencial en los lados opuestos de una estructura o elemento estructural.
- fuerza de suelos: Se considerarán los empujes o presiones resultantes de los suelos inundados contra o sobre la estructura. El cálculo se hará de conformidad con la práctica aceptada por la ingeniería, con la debida consideración del efecto del agua en el suelo. Cuando exista presencia de suelos expansivos u otras situaciones especiales, esto se debe considerar en el diseño de la estructura.

CAPITULO 6

CONCLUSIONES

Este trabajo nació con posterioridad al terremoto del 27 de Febrero del año 2010 y sus nefastas consecuencias. Después de leer y escuchar diversas opiniones sobre la responsabilidad que le acarrea a diversos estamentos sobre los daños que produjo esta catástrofe, pareció necesario hacer un estudio concienzudo sobre cual es nuestra realidad normativa y técnica en la materia.

El estudio de este proyecto se centró principalmente en la normativa vigente que regula esta área. El desarrollo de este trabajo principió con la Ley General de Urbanismo y Construcción, sumado a la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción, que en conjunto son el núcleo del Derecho Urbanístico Nacional y las principales normas legales y reglamentarias constructivas que tenemos en nuestro ordenamiento jurídico.

Una vez analizadas ambas normas generales, el trabajo ahondó en las normas técnicas que regulan el diseño sísmico de las construcciones (o edificaciones, que para la norma urbanísticas nacional, son sinónimos), la Norma Técnica Chilena NCh 433 oficializada el año 1996 y actualizada el año 2009 de Diseño Sísmico de Edificios y la NCh 2369 de Diseño Sísmico de Estructuras e Instalaciones Industriales del 2003.

Estos cuatro instrumentos han sido el centro de este estudio, puesto que en ellos está el desarrollo de la normativa antisísmica chilena.

La ley general, en lo referido al tema antisísmico, nos entrega la base de las responsabilidades que la ley les adjudica a los actores que participan en los procesos constructivos. Es así como se señala que el principal responsable ante daños que sufran las obras, ante compradores y terceros, es el propietario primer vendedor, señalando que este será el responsable por los daños ocasionados por una obra, durante la construcción de la misma, como una vez terminada. Pese a lo anterior, se señalan cuales son las responsabilidades que le corresponden a los constructores y proyectistas, otorgándole al propietario primer vendedor el derecho a repetir contra ellos en aquellos casos en que no hayan cumplido debidamente con la norma urbanística, pero igualmente seguirá siendo el principal responsable y depositario de las acciones que en él se traduzcan los daños causados en y por las construcciones.

La ley general también nos presenta conjuntamente a la Ley Orgánica Constitucional de Municipalidades, a la Dirección de Obras Municipales, quizá la institución más importante en el área urbanística, puesto que es la encargada de otorgar los permisos de construcción y urbanización, sumada a su facultad de fiscalizar el correcto cumplimiento de la normativa urbanística. Es esto último lo que a entendimiento del autor, anula de gran manera su actuar fiscalizador, ello porque aún cuando la ley exige que quienes opten al cargo de Director de Obras, sean especialistas en la materia, entendiéndose por tales, a los arquitectos, ingenieros o constructores, finalmente a la hora de fiscalizar, se les exige como parámetro la correcta aplicación de la ley urbanística y no necesariamente su correcto criterio técnico, sumado a la normativa general, normativa de planificación territorial segmentada y normativa técnica sobre diseño, tipo de construcción, materiales y otros conocimientos.

Si el criterio fiscalizador se basará exclusivamente en la observación a la normativa existente, parece razonable abrir el abanico de especialidades que pudiese ocupar este cargo a profesionales de otras de características menos técnicas.

La Ordenanza General de Urbanismo y Construcción funciona como el cuerpo reglamentario de la LGUC. Esta norma desarrolla en forma extendida los requisitos que deben cumplir las obras, indicando el tipo de construcciones que pretenden edificarse y las características que deben cumplir para que se les otorgue el permiso de edificación y la posterior recepción de obras y autorizaciones de uso. Especial importancia tiene para este trabajo las condiciones generales de seguridad que desarrolla el título IV de la OGUC, puesto que aún cuando no se refiere directamente a la construcción en su diseño estructural, sí indica con bastante claridad cuales son las obligaciones que exige nuestra normativa a las obras en construcción para poder asegurar la seguridad de quienes habitan o usan los determinados tipos de edificios.

Los siguientes títulos también presentaron las exigencias de seguridad que se llaman a observar para determinados tipos de edificaciones, como son los centros de estudio y los recintos que reciben una cantidad importante de personas para su uso, como los recintos deportivos y de espectáculos.

En el título V, la ordenanza general trata sobre los permisos de edificación y los demás que otorgan las DOM, apartado que permitió al autor señalar las exigencias que exige nuestra normativa para poder construir edificaciones en nuestro país.

Las normas técnicas que se estudiaron tratan del diseño sísmico que se exigen para las construcciones en nuestro país, siendo así como la NCh 433 regula el diseño sísmico de las edificaciones en general y la NCh 2369 de las estructuras e instalaciones industriales. Ambas norma técnicas se refieren a la zonificación sísmica que se hace en nuestro territorio y para ello acompaña un mapa de zonas sísmicas que sumado a la tabla para las regiones cuarta, quinta, metropolitana, sexta, séptima, octava y novena, dividen al país en 3 zonas, las que ha groso modo podemos clasificar en zona costera, zona de valles o de depresión intermedia y zona cordillerana o montañosa. Las normas técnicas señalan también los suelos de fundación en los cuales se realizar las construcciones para poder determinar el diseño sísmico que les corresponda.

Con esta información previa, las normas técnicas señalan el diseño estructural que deben tener las edificaciones, haciendo diferenciaciones referentes al uso final que tendrá la obra.

Evidentemente mientras la NCh 433 esta referida a todo tipo de edificaciones, la NCh 2369 lo limita a las de tipo industrial, la que por lo demás es más exigente que la primera, puesto que los especialistas en la materia han entendido que en el diseño de construcciones para la industria hay factores sociales, que hacen más gravosos los daños que pudiesen ocasionarles los eventos sísmicos.

En ambas normas también se hacen clasificaciones sobre el tipo de edificación que se construye, dependiendo de la utilidad social en caso de emergencias en la NCh 433 y de la peligrosidad de sus efectos en la NCh 2369.

El estudio de toda esta normativa, sumado a un análisis comparativo con realidades y derecho comparado, el estudio pormenorizado de las instituciones fiscalizadoras de las construcciones en nuestro derecho y los últimos avances normativos que se han producido en nuestro ordenamiento con posterioridad al gran evento sísmico del año 2010, han permitido obtener ciertas conclusiones sobre la materia.

Los primero que se puede desprender es que la normativa existente, por muy acuciosa que sea, no puede asegurarnos la completa resistencia estructural de nuestras edificaciones, ello principalmente por la dificultad técnica de comprobar empíricamente el resultado de sus indicaciones. La única forma de comprobar en terreno el correcto desempeño del diseño sísmico de las construcciones, es la ocurrencia de un sismo y aún cuando estos tienden a ser frecuentes en nuestra tierra, sus características son

especiales y únicas, lo que hace muy problemático un estudio cierto y eficaz de sus efectos y alcances.

Básicamente, después de cada gran movimiento se aprenden nuevas características de estos y de su comportamiento, por lo tanto la sensación es que aún cuando la ciencia ha avanzado muchísimo al respecto, siempre va un paso atrás de la naturaleza.

Pese a lo negativo de esta primera impresión, no puede dejarse de lado el hecho de que aún cuando las dificultades son muchas y que el éxito no puede estar asegurado, la realidad en materia de construcción, nos señala que nuestras edificaciones han soportado con bastante entereza estos impactos y que en general, dentro de sus vida útil, tiene una resistencia satisfactoria. Esto nos señala que nuestra normativa asísmica esta en un muy bien pie y sus permanente desarrollo nos invita a creer en un futuro de mayor seguridad y solidez en esta materia. El mejor ejemplo es que aún cuando se produjeron una enorme cantidad de daños en el último terremoto, la mayoría de las edificaciones que fueron construidas con las normas de diseño antisísmico resistieron y se mantuvieron en pie y la gran mayoría con absoluta capacidad de uso para el futuro. La mayoría de las edificaciones que colapsaron ante el gran terremoto del 2010 fueron edificaciones antiguas, un alto porcentaje edificaciones de adobe y materiales que hoy por hoy están casi en desuso, además uno de los proyectos de norma técnica que se encuentra en pleno desarrollo, la NTM 02: Intervención estructural en edificios patrimoniales de tierra, vendría a regular la materia.

Tomado en consideración lo anterior, se puede señalar otra conclusión a la cual se puede llegar con este trabajo. Esta se refiere a la fiscalización del cumplimiento de la normativa de diseño sísmico. La ley nos señala que el primer fiscalizador de las construcciones en nuestro país es la Dirección de Obras Municipal, pero como se ha reiterado en este trabajo, su examen se remite exclusivamente al cumplimiento de la normativa urbanística, lo que implica la observación de la LGUC, de la OGUC y de los instrumentos de planificación territorial que corresponda.

Situación análoga es el caso de los Revisores Independiente, institución que se originó precisamente para descongestionar la labor de las DOM y dado su carácter privado, permite adelantarse a las revisiones que la Ordenanza manda a hacer a la DOM y asumir las responsabilidades por dar fe del cumplimiento de la normativa urbanística. Pero ello nos indicaría que sus limites son igual de claros que en el caso de las Direcciones de Obras.

En el caso de los revisores de proyecto estructural, la ordenanza general les ordena revisar el proyecto de acuerdo a las normas técnicas señaladas en el artículo 5.1.27 de dicha disposición reglamentaria y verificar su cumplimiento en lo que sea aplicable. Este artículo señala dentro de esa lista la NCh 433 y la NCh 2369. Esta norma es la única en nuestro ordenamiento urbanístico que indica la sujeción a las normas técnicas en estudio y la fiscalización de su correcta aplicación en nuestras construcciones. Ahora se debe señalar que la misma ordenanza en su artículo 5.1.25 señala el tipo de edificaciones en que el propietario estará obligado a la contratación de un revisor de proyecto de cálculo estructural. Esto pese a que el artículo 5.1.7 de la ordenanza general., señala que las edificaciones deberán ejecutarse conforme a un proyecto de cálculo estructural, salvo excepciones específicas señaladas en el mismo artículo y antes señaladas.

Lo anterior nos demuestra en primer lugar, que no todas las edificaciones en nuestro país están obligadas a ejecutarse conforme a un proyecto de cálculo estructural, lo que pudiese parecer razonable tomando en consideración, el elevado costo que ello podría acarrear a quienes hacen construcciones menores. Pero lo que resulta más interesante es que no todas las edificaciones que se construyan en Chile y requieran el diseño de un proyecto de cálculo estructural, están sujetas a lo dicho sobre el proyecto por parte del revisor, señalado previamente en la ordenanza. Esto implica que en por un lado es el propio Estado, que por razones económicas y administrativas, le entrega la fiscalización de la aplicación (o la correcta aplicación) de la norma de diseño sísmico a un privado, sino que además, no todas las edificaciones están sujetas a esta revisión, de hecho la gran mayoría de las construcciones bajas unitarias que se construyen no estarían obligadas a la contratación del revisor de proyecto de cálculo estructural.

Entendemos que las razones por las cuales el Estado no toma la fiscalización de estas normas como una función pública, pueden ser absolutamente válidas, partiendo del elevado costo que ello implicaría para el erario público y para los privados que construyan edificaciones propias o con fines comerciales y todas las consecuencias que ello pudiese implicar desde un mayor desempleo hasta la imposibilidad de un gran porcentaje de la población de acceder a una vivienda, pero a opinión de autor, parece necesario tomar en consideración estos antecedentes.

Finalmente, cuando la opinión técnica presentada en este trabajo señala la buena calidad de la normativa nacional que se ha creado en torno al diseño sísmico de nuestras edificaciones y la prueba del terremoto del año 2010, que indicaría la aprobación en

terreno de dichas normas técnicas, llama la atención que no existen normas afines que se hayan desarrollado para obras públicas, como es el caso de puentes o túneles.

Sabemos que este tipo de construcciones son elaboradas con altos niveles técnicos de diseño estructural. Es el caso de los puentes cuyo diseño está regulado por normas de la AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Officials*), en lo que atañe a nuestro estudio, la AASHTO 1-A de Especificación para puentes de carretera - Diseño Sísmico.

Pese a la calidad técnica que estas normas tienen, no deja de ser curioso el hecho de que en el caso de las edificaciones, a nuestros expertos les pareció importante la creación de una norma propia, que toma en consideración características que son distintivas a nuestra geografía, como es el caso de la zonificación que hacen nuestras normas técnicas de diseño sísmico en edificaciones en general y estructuras e instalaciones industriales.

Aún cuando las normas técnicas extranjeras en materia de construcción son plenamente vigentes y han ayudado a cimentar nuestro propio ordenamiento y la calidad de nuestras construcciones, no deja de ser llamativo, que la misma NCh 433, señale que no es aplicable para este tipo de obras en su artículo 1.4 y estipule que estas se deberán regir por la norma chilena correspondiente.

Sin intención de caer en “chovinismos”, parece claro que es una labor a futuro, desarrollar nuestra propia normativa técnica de diseño para este tipo de construcciones, básicamente para diseñarlas y aplicarlas de acuerdo a nuestra realidad sísmica, como es el caso de las edificaciones. Si la opinión técnica general es que estas normas técnicas han sido una contribución a nuestra realidad constructiva, porque no emular dicho aporte en las obras públicas.

Finalmente se puede señalar que este trabajo ha tenido un fin estrictamente pedagógico, ello debido a que aún cuando en nuestro país se ha desarrollado en forma muy importante el estudio de la sismología y la ingeniería estructural, y nuestro ordenamiento jurídico reconoce y le da plena vida a la materia, no ha sucedido lo mismo con nuestra disciplina, quizá por entenderse que no es del todo afín a la naturaleza de nuestra profesión. Espero sinceramente que el proyecto pueda generar una pequeña ventana que acredite que ello no es así y ratificar lo relevante que es para nuestros profesionales, en un país con nuestras características geográficas, conocer de esta materia.

INDICE TEMATICO

-Cargas de ocupación	P 32
-Centros comerciales	P 24, 49
-Compras “en verde”	P 19
-Condiciones de Publicidad	P 15
-Construcciones patrimoniales	P 149
-Contratos de suma alzada	P 14
-Criterios de intervención	P 150
-Demoliciones	P 5,16, 21, 56, 69, 115, 149
-Dirección de Obras Municipal	P 15, 27, 52. Capítulo 3.1
-Elementos secundarios	P 78, 96, 101
-Escaleras de evacuación	P 37
-Fiscalización de Obras	Capítulo 3
-Fundaciones	P 72, 96, 110
-Historia de la LGUC	Capítulo 1.1
-Hormigón armado	P 64, 72, 93, 109, 135, 143
-Libro de Obra	P 26, 56, 73, 126
-LOC Municipalidades	Capítulo 3.1
-Permisos de Edificación	P 25, 51. Capítulos 3.1 y 3.2
-Planos y memoria de cálculo	P 95
-Profesional Especialista	P 30, 97, 103, 105, 159
-Proyecto de cálculo estructural	P 54, 64, 74, 122
-Puertas de escape	P 31, 40, 46
-Recepción de Obras	P 51. Capítulo 3.1
-Recuperación estructural	P 79, 97
-Refuerzo estructural	P 156
-Registro nacional de revisores independientes	Capítulo 3.2
-Responsabilidad de Proyectista y Constructor	P 13, 14, 25, 26
-Responsabilidad del propietario primer vendedor	P 13, 164
-Revisores de Proyecto de cálculo estructural	P 28, 60. Capítulo 3.3
-Revisores Independientes	P 19, 61. Capítulo 3.2
-Sanciones	P 15, 28
-Solicitaciones de las construcciones	P 65, 68, 71

- Tsunamis P **139, 158**
- Zonas de construcción obligatoria P **16, 17**

BIBLIOGRAFIA

LEGISLACIÓN NACIONAL

- 1) CHILE. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. 1992. DS. 47: Ordenanza General de Urbanismo y Construcción.
- 2) CHILE. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. 2002. DS. 10: Registro oficial de laboratorios de control técnico de calidad de construcción del Ministerio de Vivienda y Urbanismo.
- 3) CHILE. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. 2002. DS. 134: Aprueba el Reglamento del Registro de Revisores de Proyectos de Cálculo Estructural.
- 4) CHILE. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. 2003. DFL. 458: Ley General de Urbanismo y Construcción.
- 5) CHILE. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. 2005. Ley 20.071: Crea y regula el registro nacional de revisores independientes de obras de edificación.
- 6) CHILE. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. 2007. DS. 85: Manual de inspección técnica de obras.
- 7) CHILE. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. 2010. NTM 001 2010: Anteproyecto de norma de diseño sísmico de componentes y sistemas no estructurales.
- 8) CHILE. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. 2010. NTM 002 2010: Anteproyecto de norma de proyecto de intervención estructural de construcciones patrimoniales de tierra.
- 9) CHILE. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. 2010. NTM 003 2010: Anteproyecto de norma de edificaciones estratégicas y de servicio comunitario.
- 10) CHILE. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. 2010. NTM 004 2010: Anteproyecto de norma de proyecto de ingeniería estructural.

11) CHILE. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. 2010. NTM 005 2010: Anteproyecto de norma de empujes de suelos sobre muros en subterráneos.

12) CHILE. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. 2010. NTM 006 2010: Anteproyecto de norma de requisitos mínimos de diseño, instalación y operación para ascensores electromecánicos frente a sismos.

13) CHILE. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. 2010. NTM 006 2010: Anteproyecto de norma de diseño: Diseño estructural para edificaciones en zonas inundables por tsunami.

14) CHILE. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. 2011. DL. 117: Aprueba el Reglamento que fija el Diseño Sísmico de Edificios.

15) CHILE. Ministerio del Interior. 2006. Ley 18.695: Ley Orgánica Constitucional de Municipalidades.

16) CHILE. Instituto Nacional de Normalización. 2003. NCh 2369. Of. 2003: Diseño Sísmico de Estructuras e Instalaciones Industriales.

17) CHILE. Instituto Nacional de Normalización. 2007. NCh 430-2007: Hormigón armado – requisitos de diseño y cálculo.

18) CHILE. Instituto Nacional de Normalización. 2009. NCh 433 Of. 96 modificada en 2009: Diseño Sísmico de Edificios.

OBRAS NACIONALES Y EXTRANJERAS

1) JOSE FERNANDEZ RICHARD y FELIPE HOLMES SALVO. 2009. Derecho Urbanístico Chileno. Segunda edición actualizada. Editorial Jurídica De Chile. CHILE.

2) AMADOR BRIEVA ALVARADO y LIONEL BASTIAS ROMO. 2007. Ordenanza General de Urbanismo y Construcción, Reseña histórica. Decimotercera edición actualizada. Editorial Jurídica. CHILE.

3) TATSUO MUROTA. 1995. Concepto de la Regulación del diseño sísmico de construcciones en Japón. Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). MEJICO.

<<http://www.eird.org/cd/building-codes/pdf/spa/doc6526/doc6526.htm>>

4) ASOCIACION COLOMBIANA DE INGENIERIA SISMICA. Normas colombianas de diseño y construcción sismo resistente: Ley 400 de 1997 - Decreto 33 de 1998 [s.a.]. COLOMBIA.

<<http://www.eird.org/cd/building-codes/pdf/spa/doc13281/doc13281.htm>>

5) INGENIERIA CIVIL UC. Departamento de Estructuras y Geotecnia. “La Ingeniería Antisísmica” [s.a.]. CHILE.

<http://ciperchile.cl/wp-content/uploads/DocumentoUC.sobre_normas.pdf>

CONSULTAS EN LINEA

1) National Geographic Explorer Website. 1996-2011. National Geographic Society. USA.

<www.nationalgeographic.com>

2) Seismic Protection Technologies. Historia Sísmica Chilena & el desarrollo de la ingeniería antisísmica [s.a.]. CHILE.

<<http://www.sirve.cl/en/>>

3) Instituto Nacional de Normalización [s.a.]. CHILE

<<http://www3.inn.cl/inn/portada/index.php>>

4) CARLOS A. PRATO y FERNANDO G. FLORES. 2007. Acciones Sísmicas para Diseño Estructural. ARGENTINA.

<www.efn.uncor.edu/departamentos/estruct/ae/apuntes/Acciones_Sismicas.pdf>

5) Instituto Nacional de Prevención Sísmica. Reglamento para Construcciones Sismorresistentes [s.a.]. San Juan, ARGENTINA.

<<http://www.inpres.gov.ar/Reglamentos.htm>>

6) Biblioteca del Congreso Nacional [s.a.]. Portal BCN Asia Pacífico. CHILE.

<<http://asiapacifico.bcn.cl>>

7) MARLON F. VALERAZO AGUILAR, VINICIO A. SUAREZ CHACON, YORKY P. ZAPATA, JOSE L. MOROCHO. Análisis comparativo de Pórticos diseñados con varios códigos sismorresistentes [s.a.]. Universidad Técnica Particular de Loja. ECUADOR.

< <http://www.utpl.edu.ec/ucg/images/stories/Investigaciones/valarezo-suarez-zapata-morocho.pdf>>

8) Blog ENLLAVE CONSTRUCTORA DIGITAL. 2006-2011. Noticias. ESPAÑA.

<<http://www.enllave.es/actualidad/noticias/>>

9) Portal BBC. BBC MUNDO. 2011. INGLATERRA.

<<http://www.bbc.co.uk>>

10) Reporteros. 24 de Enero de 2005. Ley antisísmica: nadie fiscaliza que se cumpla la norma. Teletrece Internet. CHILE

<<http://teletrece.canal13.cl/t13/html/Secciones/Reporteros/2092211pagina3.html>>

11) INBAL LANDAU. 7 de Marzo de 2010. El estándar que impidió caída masiva de edificios. La Nación. CHILE.

<<http://www.lanacion.cl/el-estandar-que-impidio-caida-masiva-de-edificios/noticias/2010-03-06/203233.html>>

12) SHOA [s.a.]. Página Principal. CHILE

<<http://www.shoa.cl/index.htm>>

13) ACHISINA [s.a.]. Asociación Chilena de Sismología e Ingeniería antisísmica. CHILE.

<<http://www.achisina.cl/>>

14) ORIANA OLIVOS MARIN. Problemas de un terremoto grado ocho en Chile [s.a.].

Ediciones especiales online. El Mercurio. CHILE

<<http://www.edicionesespeciales.elmercurio.com/destacadas/detalle/index.asp?idnoticia=0123082007021X1030035>>