



DIVISIÓN TÉCNICA DE ESTUDIO Y FOMENTO HABITACIONAL  
ECD. MCHM.  
DIVISIÓN JURÍDICA  
MJM. JTF.(2331/10)

MINISTERIO DE HACIENDA  
OFICINA DE PARTES

RECIBIDO

APRUEBA REGLAMENTO QUE  
FIJA EL DISEÑO SÍSMICO DE  
EDIFICIOS.

CONTRALORIA GENERAL  
TOMA DE RAZON

RECEPCION

SANTIAGO,

Nº \_\_\_\_\_ /

**VISTO:** La Ley 16.391, en especial lo dispuesto en su artículo 2º número 3; el D.L. N° 1.305, de 1975, en su artículo 4º; lo previsto en los artículos 2º, 105 y 106, del D.F.L N° 458, de 1975, Ley General de Urbanismo y Construcciones; la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, aprobada por D.S. N° 47, (V. y U.), de 1992; el Decreto Exento N°406, (V. y U.), de 2010; el artículo 32 número 6º de la Constitución Política de la República de Chile; la Resolución N° 1.600, de 2008, de la Contraloría General de la República, y

**CONSIDERANDO:**

1.- Que al Ministerio de Vivienda y Urbanismo le corresponde, entre otras materias, dictar ordenanzas, reglamentos e instrucciones generales sobre urbanización de terrenos, construcción de

REFRENDACION

REF. POR \$ \_\_\_\_\_

IMPUTAC. \_\_\_\_\_

ANOT. POR \$ \_\_\_\_\_

IMPUTAC. \_\_\_\_\_

DEDUC. DTO. \_\_\_\_\_

viviendas, obras de equipamiento comunitario, desarrollo y planificación urbanos y cooperativas de viviendas;

**2.-** Que por D.S. N° 406, (V. y U.), de 2010, se declaró Norma Oficial de la República de Chile la norma técnica NCh 433 Of.1996 modificada en 2009, sobre Diseño Sísmico de Edificios;

**3.-** Que la NCh 433, según lo dispuesto en el artículo 5.5.7, de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, tiene el carácter de obligatoria;

**4.-** Que como es de público conocimiento, una amplia zona del país fue afectada por un sismo de intensidad excepcionalmente severa con características de terremoto el 27 de febrero de 2010, catástrofe que produjo un nivel de daños que se considera por sobre lo aceptable.

**5.-** Que, en atención a lo anterior el Ministerio de Vivienda y Urbanismo, conformó un panel de expertos en materias relativas a diseño sísmico de edificios, compuesto por:

Sr. Eduardo Contreras, Jefe de la División Técnica de Estudio y Fomento Habitacional del Ministerio de Vivienda y Urbanismo;

Sr. Augusto Holmberg, Gerente General del Instituto del Cemento y del Hormigón de Chile, ICH;

Sr. Alfonso Larraín, Presidente de la Asociación de Ingenieros Estructurales;

Sr. Tomás Guendelman, 1° Vicepresidente de la Asociación de Ingenieros Estructurales;

Sr. Rubén Boroschek, Profesor Ingeniería Civil Universidad de Chile, Vicepresidente Asociación Chilena de Sismología e Ingeniería Antisísmica;

Sr. Fernando Yañez, 2° Vicepresidente de la Asociación de Ingenieros Estructurales y Director del IDIEM de la Universidad de Chile;

Sr. Rodrigo Mujica, Past President de la Asociación de Ingenieros Estructurales;

Sr. Sergio Contreras, Vicepresidente del Colegio de Ingenieros de Chile;

Sr. Rafael Riddell, Jefe de Departamento de Ingeniería Estructural y Geotécnica de la Pontificia Universidad Católica de Chile;

Sr. Rodrigo Jordán, Profesor Auxiliar Departamento de Ingeniería Estructural y Geotécnica de la Pontificia Universidad Católica de Chile;

Sr. Patricio Bonelli, Profesor Titular del Departamento de Obras Civiles de la Universidad Técnica Federico Santa María;

Sr. Rene Lagos, Rene Lagos y Asociados;

Sr. Manuel Ruz, Ruz y Vukasovic Ingenieros;

Sr. Gonzalo Santolaya, Santolaya Ingenieros Consultores;

Sr. Leopoldo Breschi, VMR Ingenieros;

Sr. Jorge Lindenberg, IEC Ingenieros Civiles, y

Sr. Manuel Saavedra, Profesor Titular Ingeniería Civil Universidad de Chile.

**6.-** Que como resultado de las reuniones sostenidas por el Panel de Expertos se determinó que es urgente y necesario incorporar a la señalada norma técnica adecuaciones y complementaciones, para su aplicación hasta que el Instituto Nacional de Normalización confeccione la norma técnica correspondiente y ésta sea declarada Norma Oficial de la República de Chile por decreto supremo del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, dicto el siguiente

## DECRETO :

Apruébase el siguiente Reglamento que fija el diseño sísmico de edificios.

**Artículo 1°.-** El diseño sísmico de edificios deberá realizarse de conformidad a las exigencias establecidas en el presente decreto y en lo que no se contraponga con éstas, supletoriamente, por lo establecido en la Norma Técnica NCh 433 Of.1996 modificada en 2009, sobre Diseño Sísmico de Edificios, declarada Norma Oficial de la República de Chile por D.S. N° 406, (V. y U.), de 2010, en adelante, NCh 433, Of. 1996, mod. 2009.

**Artículo 2°.-** Las disposiciones que se fijan en el presente decreto, no serán exigibles para obras civiles tales como puentes, presas, túneles, acueductos, muelles o canales. Tampoco se aplicará a edificios industriales ni instalaciones industriales, cuyo diseño deberá ajustarse a lo dispuesto en la normativa legal, reglamentaria y técnica correspondiente.

**Artículo 3°.-** Toda referencia a cláusulas, simbología, figuras o tablas que se contengan en el presente decreto, deberá entenderse efectuada a las contenidas en la NCh 433 Of. 1996, mod. 2009.

**Artículo 4°.-** Los símbolos empleados en este decreto y cuando corresponda, en la NCh 433 Of. 1996, mod.2009, tendrán el siguiente significado:

$S_{ae}$  = espectro de pseudo aceleración elástico;  
 $S_{de}$  = espectro de desplazamiento elástico;  
 $T_a$  = parámetro que interviene en la construcción del espectro de diseño;  
 $T_{ag}$  = periodo de mayor masa traslacional en la dirección de análisis, calculado con las secciones agrietadas, es decir, considerando la influencia del acero y la pérdida de rigidez debido al agrietamiento del hormigón.

- $T_b$  = parámetro que interviene en la construcción del espectro de diseño y que depende del tipo de suelo;  
 $T_c$  = parámetro que interviene en la construcción del espectro de diseño y que depende del tipo de suelo;  
 $T_d$  = parámetro que interviene en la construcción del espectro de diseño y que depende del tipo de suelo;  
 $Z$  = factor que depende de la zonificación sísmica establecida en la cláusula 4.1 de la NCh 433 Of. 1996, mod.2009;  
 $p$  = parámetro que interviene en la construcción del espectro de diseño y que depende del tipo de suelo;  
 $\delta_u$  = desplazamiento lateral de diseño en el techo.  
 $\alpha_A$  = parámetro que interviene en la construcción del espectro de diseño y que depende del tipo de suelo;  
 $\alpha_V$  = parámetro que interviene en la construcción del espectro de diseño y que depende del tipo de suelo;  
 $\alpha_D$  = parámetro que interviene en la construcción del espectro de diseño y que depende del tipo de suelo;

**Artículo 5°.- Efecto del suelo de fundación y de la topografía en las características de movimiento sísmico.**

Los siguientes tipos de suelos requieren de un estudio especial en el cual se establezca un espectro de diseño local:

Suelos potencialmente licuables, entendiendo por ellos las arenas, arenas limosas o limos, saturados, con Índice de Penetración Estándar  $N$  menor que 20 (normalizado a la presión efectiva de sobrecarga de 0.10 MPa); suelos susceptibles de densificación por vibración; suelos clasificados como tipo IV, V o no clasificables en los alcances de Tabla inserta en el artículo 7° del presente decreto.

**Artículo 6°.-** Cuando la información sobre el suelo de fundación permita clasificarlo dentro de dos o más tipos de suelo de acuerdo con lo establecido en la Tabla contenida en el artículo 7° del presente decreto, se debe suponer el perfil del suelo que resulte en el caso más desfavorable.

**Artículo 7°.-** Establécese en la tabla que a continuación inserta, la siguiente definición de suelos de fundación.

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)	$\geq 900$	$\geq 50\%$	$\geq 10$ ( $\epsilon_{qu} \leq 2\%$ )		
II	Roca blanda o suelo muy denso o muy firme	$\geq 500$		$\geq 0,40$ ( $\epsilon_{qu} \leq 2\%$ )	$\geq 50$	
III	Suelo medianamente denso o firme	$\geq 180$			$\geq 30$	$\geq 0,05$
IV	Suelo suelto o blando	$< 180$			$\geq 20$	
V	Suelos Especiales	*	*	*	*	*

(\*1): No soluble en agua

$N_1$ :  $N_{spt}$  normalizado a una presión de confinamiento de 0,1 MPa. Aplicable sólo a suelos que clasifican como arenas.

$\epsilon_{qu}$ : 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"

**Observaciones:**

1. Para suelo tipo I se debe justificar  $V_s$  más una de las dos condiciones indicadas.

2. Para suelo tipo II se debe justificar  $V_s$  más  $N_1$  en caso de arenas, y  $q_u$  en caso de otros suelos. Una excepción son las gravas fluviales compactas de espesor mayor o igual a 30 m bajo el sello de fundación, las cuales clasifican en suelo tipo II sin necesidad de medir  $V_s$ .
3. Para suelo tipo III se debe justificar  $V_s$  más  $N_1$  en caso de arenas, y  $S_u$  en caso de otros suelos. Una excepción son las arenas con  $N_1$  mayor o igual que 30 golpes/pie las cuales clasifican en suelo tipo III sin necesidad de medir  $V_s$ . Se aceptarán valores entre 20 y 30 golpes/pie siempre que el estrato sea menor o igual a 2 m.
4. Para suelo tipo IV se debe justificar  $V_s$  más  $N_1$  en caso de arenas.
5. Se consideran Suelos Especiales (tipo V) aquellos que no clasifican como suelos tipo I, II, III y IV, por ejemplo: suelos licuables, suelos colapsables, suelos orgánicos, suelos sensitivos, turba, entre otros.
6. Para conjuntos de viviendas en terrenos de más de 8.000 m<sup>2</sup> o estructuras de 5 o más pisos sobre la superficie del terreno natural o edificios categoría de III y IV, las propiedades que permiten clasificar el suelo de fundación deben ser evaluadas en los primeros 30 m bajo la superficie de apoyo de las fundaciones o hasta la roca. En caso de pilotes, este nivel corresponde al nivel más bajo entre la cabeza del pilote y el nivel del terreno.
7. En el caso de terrenos con topografía irregular pueden existir fenómenos de amplificación local, los cuales no están cubiertos por la clasificación.
8. Durante los dos primeros años de vigencia del presente decreto,  $V_s$  se debe determinar mediante una medición directa o del análisis de los datos y ensayos obtenidos de la exploración geotécnica. A partir del tercer año de vigencia de este decreto la medición directa de  $V_s$  será obligatoria.
9.  $V_s$  corresponde al menor valor entre el promedio ponderado de los primeros 30 metros bajo el sello de fundación o  $V_s$  promedio ponderado de los primeros 15 metros, de acuerdo a la siguiente definición:

$$V_s = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{\sum_{i=1}^n \frac{d_i}{V_{si}}}$$

Donde:

$V_{si}$  (m/s) = velocidad de ondas de corte de cada estrato;

$d_i$  (m) = espesor de cada estrato.

10. En el caso de loteo de viviendas sociales con superficie construida menor que 2.500 m<sup>2</sup> o privadas con superficie construida menor que 5.000 m<sup>2</sup> o edificaciones aisladas de menos de 1.000 m<sup>2</sup>, con excepción de categorías de uso III y IV, no es obligatorio justificar  $V_s$  con mediciones directas.

#### **Artículo 8°.- Diafragmas de piso.**

Se debe verificar que los diafragmas tienen la rigidez y la resistencia suficiente para lograr la distribución de las fuerzas inerciales entre los planos o subestructuras verticales resistentes. Si existen dudas sobre la rigidez del diafragma, se debe tomar en cuenta su flexibilidad agregando los grados de libertad que sea necesario o introduciendo separaciones estructurales. Del mismo modo, se puede incorporar la rigidez a flexión y corte de los diafragmas si se considera que a través de ellos se produce un acoplamiento que altera los parámetros vibratorios de la estructura y la distribución y magnitud de los esfuerzos sísmicos en los planos o subestructuras verticales resistentes, como es el caso, entre otros, de vanos cortos de puertas o ventanas y de pasillos de circulación.

#### **Artículo 9°.- Deformaciones sísmicas.**

En estructuras de hormigón armado, el desplazamiento lateral de diseño en el techo,  $\delta_u$ , se debe considerar igual a la ordenada del espectro elástico de desplazamientos  $S_{de}$ , para un 5% de amortiguamiento respecto al crítico, correspondiente al periodo de mayor masa traslacional en la dirección de análisis, multiplicada por un factor igual a 1.3.

$$\delta_u = 1.3 S_{de}(T_{ag})$$

Donde  $T_{ag}$  es el periodo de mayor masa traslacional en la dirección de análisis, considerando en su cálculo la influencia del acero y la pérdida de rigidez debido al agrietamiento del hormigón en la rigidez elástica inicial. Si el periodo ha sido calculado con las secciones brutas, es decir, sin considerar la influencia del acero y la pérdida de rigidez debido al agrietamiento del hormigón, el periodo de mayor masa traslacional en la dirección de análisis de la estructura se puede aproximar a 1,5 veces al calculado sin considerar estos efectos.

El espectro elástico de desplazamientos se calcula como:

$$S_{de}(T) = \frac{T^2}{4\pi^2} S_{ae}(T)$$

$S_{de}$  = espectro de desplazamiento elástico (cm);

$S_{ae}$  = espectro de pseudo aceleración elástico definido en el artículo 13 del presente decreto (cm/seg<sup>2</sup>);

$T$  = períodos considerados del sistema estructural (seg);

$\delta_u$  = desplazamiento lateral de diseño en el techo (cm).

#### **Artículo 10°.- Separaciones entre edificios o cuerpos de edificios.**

La distancia de un edificio al plano medianero en cualquier nivel no debe ser inferior al desplazamiento a ese nivel calculado según lo establecidos en el artículo 9° del presente decreto (para niveles intermedios se puede interpolar linealmente) ni a 5 cm. Se exceptúan los edificios colindantes con un predio de uso público no destinado a ser edificado.

#### **Artículo 11.- Método de análisis, generalidades.**

Cualquiera sea el método de análisis usado, 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 la

elección del número de grados de libertad incluidos en el análisis se debe tener en cuenta lo dispuesto en el artículo 8° del presente decreto. En el caso de planos o subestructuras verticales resistentes concurrentes a aristas comunes, deberá considerarse el monolitismo estructural mediante la inclusión de grados de libertad que compatibilicen los desplazamientos verticales de las aristas correspondientes.

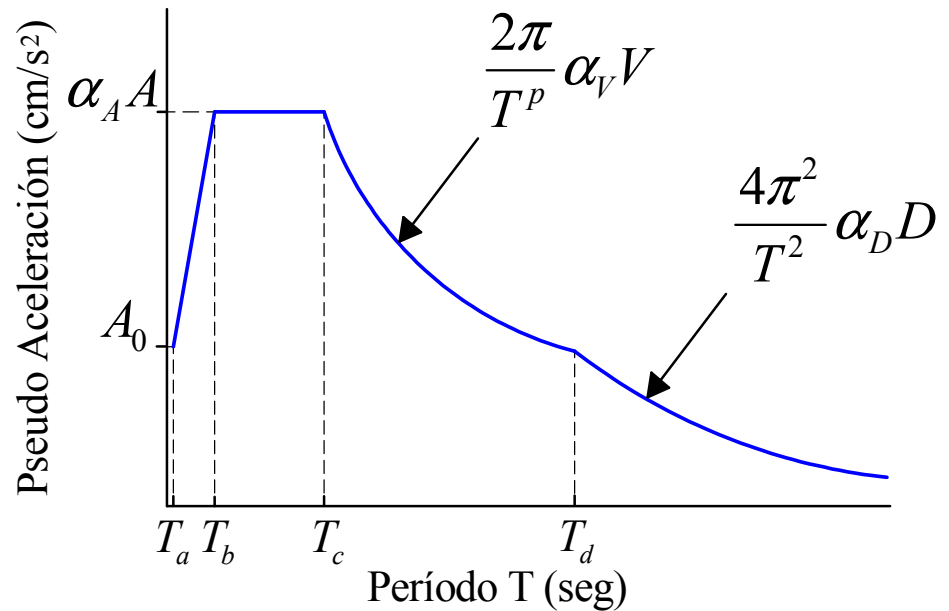
### **Artículo 12.- Espectro de diseño.**

El espectro de diseño que determina la resistencia sísmica de la estructura está definido por:

$$S_a = \frac{S_{ae}}{\left(R^*/I\right)} \quad (9)$$

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.

**Artículo 13.-** El espectro de pseudo aceleración elástico  $S_{ae}$  se debe construir de acuerdo a la definición genérica presentada en la Figura inserta en el presente artículo y conjuntamente con los valores indicados en las Tablas que fijan el Valor de la aceleración efectiva  $A_0$  y del factor  $Z$  de zonificación sísmica y el Valor de los parámetros que definen el espectro de pseudo aceleraciones elásticas, ambas incertan en el artículo 14 de este decreto. En la Tabla que fija el Valor de la aceleración efectiva  $A_0$  y del factor  $Z$  de zonificación sísmica, deberá utilizarse  $g=981$  cm/seg<sup>2</sup> para la construcción del espectro de pseudo aceleración.



**Definición genérica del espectro de pseudo aceleración.**

**Artículo 14.-** Establécese, en las tablas que a continuación insertan, el valor de la aceleración efectiva  $A_0$  y del factor  $Z$  de zonificación sísmica; el valor de los parámetros que dependen del tipo de suelo y el valor de los parámetros que definen el espectro de pseudo aceleraciones elásticas, respectivamente.

Valor de la aceleración efectiva  $A_0$  y del factor  $Z$  de zonificación sísmica.

Zona sísmica	$A_0$	$Z$
1	0.20 g	0.50
2	0.30 g	0.75
3	0.40 g	1.00

Valor de los parámetros que dependen del tipo de suelo.

Tipo de suelo	$S$	$T_0$ seg	$T'$ seg	$n$
I	0.90	0.15	0.20	0.85
II	1.00	0.30	0.35	0.70
III	1.20	0.75	0.85	0.80

Valor de los parámetros que definen el espectro de pseudo aceleraciones elásticas.

Tipo de suelo	$T_a$ seg	$T_b$ seg	$T_c$ seg	$T_d$ seg	$\alpha_{AA}$	$\alpha_{VV}$	$\alpha_{DD}$	$\rho$
I	0	0.13	0.22	2.53	1087 Z	51.5 Z	25.0 Z	0.8
II	0	0.20	0.32	2.02	1099 Z	88.0 Z	37.5 Z	0.6
III	0	0.37	0.68	1.75	1142 Z	144.0 Z	50.0 Z	0.6

Nota: el periodo del suelo está entre  $T_b$  y  $T_c$ .

**Artículo 15.-** Toda referencia que se contenga en la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, aprobada por D.S. N° 47, (V. y U.), de 1992 y sus modificaciones, a la NCh 433, o al diseño sísmico de edificios, deberá entenderse efectuada al presente decreto.

**Artículo 16.-** En virtud de lo previsto en el artículo 4° de la Ley 19.912 y en el artículo 7°, del D.S. N° 77, del Ministerio de Economía, del año 2004, omítanse los trámites previstos en la referida ley y su reglamento, en consideración a que las modificaciones que se introducen por el presente decreto vienen a solucionar problemas urgentes relacionados con la seguridad de las personas que habitan y utilizan las edificaciones que se construyen en el país y de los bienes que se guarnecen en éstos, comenzando a regir lo dispuesto en el presente decreto desde su publicación en el Diario Oficial.

Anótese, tómesese razón y publíquese.

**SEBASTIAN PIÑERA ECHENIQUE  
PRESIDENTE DE LA REPUBLICA**

**MAGDALENA MATTE LECAROS  
MINISTRA DE VIVIENDA Y URBANISMO**

**DISTRIBUCIÓN:**

CONTRALORÍA  
DIARIO OFICIAL  
GABINETE MINISTRA  
GABINETE SUBSECRETARIO  
DIVISIONES MINVU  
CONTRALORÍA INTERNA MINVU  
AUDITORÍA INTERNA MINVU  
SEREMI (TODAS LAS REGIONES)  
SERVIU (TODAS LAS REGIONES)  
SIAC  
OFICINA DE PARTES  
LEY DE TRANSPARENCIA ART.6°