

# Índice

<b>1. Unidad temática 3: sismoresistencia</b>	<b>2</b>
1.1. Zonificación y clasificación	2
1.1.1. Zonificación sísmica	2
1.1.2. Clasificación del sitio	2
1.1.3. Clasificación de construcción según función	2
1.1.4. Excepción para Zona 0	2
1.2. Espectro de diseño	3
1.2.1. Período aproximado	3
1.2.2. Valores de $a_x$ , $C_a$ y $C_v$	3
1.2.3. Espectros de diseño	3
1.2.4. Acciones gravitatorias a considerar	4
1.3. Método simplificado	4
1.3.1. Coeficiente sísmico de diseño	4
1.3.2. Resultante de fuerzas horizontales	5
1.3.3. Deformaciones	5
1.4. Método estático	5
1.4.1. Factor de reducción	5
1.4.2. Coeficiente sísmico de diseño	5
1.4.3. Distribución de fuerzas horizontales	5
1.4.4. Determinación del periodo	6

## 1. Unidad temática 3: sismoresistencia

Para este tipo de problemática nos encontramos con tres tipos de soluciones:

- Método simplificado.
- Método estático.
- Método dinámico.

En este caso solo vamos a explorar los dos primeros casos. Vamos a tomar como guía el reglamento CIRSOC 103.

### 1.1. Zonificación y clasificación

#### 1.1.1. Zonificación sísmica

Lo primero que se necesita hacer es determinar la zona sísmica. En el país hay 5, desde 0 (peligrosidad muy reducida) a 4 (peligrosidad muy alta). La misma puede determinarse a partir de la **Figura 2.1** (pág 33) del CIRSOC 103.

#### 1.1.2. Clasificación del sitio

Luego, es necesario conocer la influencia del suelo. Existen tres tipos de suelos, con 6 tipos de sub-clasificaciones. En general, se determinan mediante el uso del ensayo SPT o mediante un ensayo que nos permita obtener la velocidad media de la onda de corte  $V_{sm}$ , o utilizando una correlación con el SPT o la resistencia al corte no drenada.

Luego, es posible determinar el tipo de suelo mediante la **Tabla 2.2** (pág 34) del CIRSOC 103.

#### 1.1.3. Clasificación de construcción según función

También es necesario determinar el grupo de la construcción. Según el **Art 2.4** del CIRSOC 103 (pág 35), quedan determinados los siguientes grupos:

**Grupo  $A_o$**  ( $\gamma_r = 1,5$ ) construcciones que cumplen funciones esenciales. Algunos ejemplos son: sectores radioactivos con potencias mayores a 20MW, depósitos de gases, áreas de aeropuertos, hospitales, centros policiales y bomberos, centrales de comunicación, centrales de energía de emergencia y servicios sanitarios básicos.

**Grupo A** ( $\gamma_r = 1,3$ ) normalmente son edificios de servicios médicos, estaciones de radio y de televisión, centrales telefónicas, oficinas de correos, edificios gubernamentales, escuelas, colegios, universidades, cines, teatros, estadios, templos, terminales de transporte, grandes comercios e industrias, museos, bibliotecas, centrales de energía, plantas de bombeo, etc.

**Grupo B** ( $\gamma_r = 1$ ) construcciones destinadas a viviendas unifamiliares o multifamiliares, hoteles, comercios, entre otros.

**Grupo C** ( $\gamma_r = 0,8$ ) construcciones aisladas con ocupación menor a 10, tales como depósitos, establos, silos, etc.

#### 1.1.4. Excepción para Zona 0

Para todos los edificios que no sean del grupo  $A_o$  que se encuentre en la zona, no es aplicable el reglamento si se cumple alguna de las siguientes condiciones:

1. Las construcciones de hasta 3 pisos o de 12m de altura.
2. Estructuras de más de 12m que han sido diseñadas al viento, donde se cumplen las siguientes tres condiciones de forma simultanea:
  - Han sido verificadas a las dos direcciones principales.
  - La resultante en cada dirección es mayor o igual al 1.5 % del peso de la estructura.
  - El punto de aplicación de la fuerza resultante de la acción del viento se encuentra aproximadamente coincidente o por encima del centro de gravedad de la construcción.

## 1.2. Espectro de diseño

Lo primero que se debe hacer es la determinación del **período fundamental** de la estructura. En todo caso, lo primero que se verifica, según **Art 6.2.3** (pág 67) es la siguiente condición:

$$T \leq C_u * T_a.$$

Lo primero que se determina es  $C_u$ , según **Tabla 6.1** (pág 68), que se reproduce:

$a_s$	$C_u$
$\geq 0.35$	1.4
0.25	1.45
0.15	1.60
$\leq 0.08$	0.5

### 1.2.1. Período aproximado

Luego, según **Art 6.2.3.2** (pág 68) es posible aproximarlos mediante la siguiente formula:

$$T_a = C_f * H^x.$$

Donde el valor de  $C_f$  y  $X$  quedan determinados según la **Tabla 6.2** (pág 69), pero para lo que se debe primero determinar lo que se describe en Section 1.2.2.

### 1.2.2. Valores de $a_x$ , $C_a$ y $C_v$

Los valores mencionados son determinados en la **Tabla 3.1** (pág 50) del capítulo 3 del CIRSOC 103. Se tiene como consideración:

$$N_a = 1$$

$$N_v = 1,2$$

$$T_2 = \frac{C_v}{2,5 * C_a}$$

$$T_1 = 0,2 * T_2.$$

Donde también queda el valor  $T_3$  determinado según la **Tabla 3.2**, que se reproduce a continuación:

Zona sísmica	$T_3$ (s)
4	13
3	8
2	5
1	3

Es importante la determinación de  $S_d$ , que es la ordenada espectral o pseudoaceleración según la zona sísmica y tipo de suelo. Otro valor que debemos obtener es el de  $a_s$ .

### 1.2.3. Espectros de diseño

Luego que se sepa el valor de período  $T$ , es necesario determinar  $S_a$  según las expresiones del **Art. 3.5.1** (pág 49), que se desarrollan a continuación:

$$S_a = C_a * (1 + 1,5 * T/T_1) \quad \text{para } T \leq T_1$$

$$S_a = 2,5 * C_a \quad \text{para } T_1 \leq T \leq T_2$$

$$S_a = C_v/T \quad \text{para } T_2 \leq T \leq T_3$$

$$S_a = C_v * T_3/T \quad \text{para } T \geq T_3$$

### 1.2.4. Acciones gravitatorias a considerar

Se deben considerar en las acciones sísmicas horizontales las cargas permanentes y una fracción de las cargas variables o de servicio. La acción a considerar es mediante la siguiente expresión, del **Art. 3.6** (pág 51)

$$W_i = D_i + \Sigma f_1 * L_i + f_2 * S_i.$$

Donde los valores de  $f_1$  y  $f_2$  quedan determinados mediante la **Tabla 3.3** (pág 51) según la carga de ocupación. Para vivienda, normalmente se consideran:

$$f_1 = 0,25$$

$$f_2 = 0,2.$$

### 1.3. Método simplificado

Para poder utilizar éste método se deben cumplir ciertos requisitos. Lo que se debe cumplir es:

1. La relación de altura mínima del rectángulo que circunscribe la planta es menor o igual que **2**.
2. La relación entre el lado mayor y el lado menor del rectángulo que circunscribe la planta es menor o igual que **2**.
3. En alguna dirección existen al menos **2** muros exteriores resistentes a fuerzas horizontales paralelos o casi paralelos que están conectados a las losas o diafragmas un mínimo de **0.5** de longitud de la planta en la dirección de esos muros.
4. En la dirección estudiada existe al menos un muro resistente a fuerzas horizontales que está unido a las losas o diafragmas en al menos **0.8** de la longitud de la planta en esa dirección o dos muros conectados un mínimo de **0.5** de esa longitud.
5. Los muros mencionados en los puntos anteriores son contiguos en toda la altura de la construcción, con una longitud al menos de **1.5** de su altura
6. La construcción tiene hasta **2** pisos y hasta **7m** de altura.
7. La distancia entre el centro de gravedad de las secciones horizontales de los muros resistentes y el centro de gravedad de las masas de cada nivel es igual a la mitad de la distancia entre los muros descritos en 3).

#### 1.3.1. Coeficiente sísmico de diseño

A partir de la **Tabla 4.1** (pág 56), podemos determinar el coeficiente de la zona sísmica. La misma se resume a continuación:

Zona sísmica	$C_n$
1	0.23
2	0.38
3	0.44
4	0.5

Con esto podemos determinar el coeficiente de diseño sísmico de diseño para clases A, B, C y D con la siguiente formula:

$$C = C_n * \gamma_r.$$

### 1.3.2. Resultante de fuerzas horizontales

Se debe obtener una resultante de fuerzas horizontales equivalente a la acción sísmica operante según la dirección analizada. Esto se logra como se describe en la **Sección 4.2.2** (pág 57):

$$V_o = C * W.$$

Donde  $W$  es el peso de la estructura.

Luego, este esfuerzo de corte  $V_o$  es comparado con la capacidad a corte de los muros para cada dirección.

### 1.3.3. Deformaciones

Según el **Artículo 4.3** (pág 57), no es necesario estudiar las deformaciones de las construcciones comprendidas dentro de esta verificación. Lo único que especifica es que la distancia mínima entre cualquier parte de la construcción y el plano medio del espacio de separación debe ser:

$$Y_k \geq 2.5 \text{ cm.}$$

## 1.4. Método estático

En éste método es necesario determinar los esfuerzos horizontales. Lo primero es determinar los esfuerzos de corte en la base, que se logra como:

$$V_o = C * W$$

$$W = \Sigma W_i.$$

### 1.4.1. Factor de reducción

Según el **Art 5.1** del CIRSOC 103 (pág 59), se puede utilizar un factor de reducción  $R$  que toma el comportamiento en estado último de la construcción. Lo mismo se hace mediante la **Tabla 5.1** (pág 60). En los casos vistos, normalmente se considera para pórticos un  $R = 7$ .

### 1.4.2. Coeficiente sísmico de diseño

El **coeficiente sísmico de diseño** se debe calcular según **Art 6.2.2** (pág 67), con las posibilidades:

$$C = 2,5 * C_a * \gamma_r / R \quad \text{para } T \leq T_2$$

$$C = S_a * \gamma_r / R \quad \text{para } T \geq T_2$$

$$C \geq 0,8 * a_s * N_v / R \quad \text{para zonas sísmicas 3 y 4}$$

$$C \geq 0,11 * C_a * \gamma_r \quad \text{para zonas sísmicas 0, 1 y 2.}$$

El mismo se hace luego de determinar el  $T$  adoptado, como se explicará en [Section 1.4.4](#).

### 1.4.3. Distribución de fuerzas horizontales

Se puede determinar la fuerza sísmica horizontal  $F_k$ , que se aplica en el baricentro de la carga gravitatoria  $W_k$  ubicada en el nivel  $k$  con la expresión dada en el **Art 6.2.4.1** (pág 69).

$$F_k = \frac{W_k * h_k * V_o}{\Sigma W_k * h_k}.$$

Esto nos permite obtener el corte  $V_k$ , que será igual a  $V_o$  como:

$$V_k = \Sigma F_k.$$

Donde los valores de  $W_k$  son los pesos en cada diafragma, y  $h_k$  su altura.

#### 1.4.4. Determinación del periodo