



## 1. Introducción

El presente documento resume los aspectos clave presentados en los extractos de la "Parte Tres" del INPRES CIRSOC 103, enfocándose en la configuración y diseño sísmico de edificios, las prescripciones reglamentarias, y los métodos de evaluación de la acción sísmica. Se destaca la importancia de la regularidad estructural y la aplicación de métodos de análisis según la complejidad y características de la construcción.

## 2. Métodos de Evaluación Sísmica

El reglamento INPRES CIRSOC 103 define dos tipos principales de métodos de evaluación, cuya aplicación depende de la complejidad de la construcción:

- **Verificación Simplificada:** Destinada a "construcciones muy sencillas con estructura de muros exclusivamente (cap. 4)".

- **Métodos Analíticos:** Incluyen el **Método Estático** y el **Método Dinámico**.

La obligatoriedad de aplicación de cada método "depende de la regularidad estructural, de la altura y del destino de la construcción (sección 2.6)."

## 3. Evaluación de la Acción Sísmica y Aplicación del Método Estático

El **Método Estático** puede utilizarse siempre, sin necesidad de análisis de regularidad, para edificios de hasta 3 pisos o 9 metros de altura, clasificados como "Edificios Bajos".

Para la evaluación de deformaciones, se consideran los siguientes puntos:

1. "Acciones según Capítulo 6. Método Estático"
2. "Excentricidad (de prueba) adicional, positiva y negativa, (5 % de la dimensión de la estructura) perpendicular a cada dirección de análisis."
3. "Excentricidad definitiva: según evaluación de la regularidad"
4. Concepto y Evaluación de la Regularidad Estructural

La regularidad es un concepto fundamental en el diseño sísmico, ya que una estructura irregular puede presentar comportamientos complejos y menos predecibles ante un sismo. Para "Edificios Bajos", la evaluación de la regularidad es opcional.

Se distinguen dos tipos principales de regularidad: **Regularidad en Planta** y **Regularidad en Altura**.

### 4.1. Regularidad en Planta (Tabla 2.6.1)

La regularidad en planta se analiza en función de varios criterios, que incluyen:

- **Torsional:**

- **Medición:** Se mide por la relación  $D_{bk}/D_{mk}$ .

- **Clasificación:** 1. Estructuras regulares o con irregularidad baja. 2. Estructuras con irregularidad media. 3. Estructuras con irregularidad alta (inadmisibles en Zonas Sísmicas 3 y 4).

- **Continuidad de Elementos:** Evalúa si los elementos estructurales mantienen una continuidad adecuada.

- **Ortogonalidad:** Se refiere a la disposición ortogonal de los elementos estructurales.



• **Esquinas Entrantes:** Considera la presencia y configuración de esquinas que puedan generar concentraciones de esfuerzos.

La Tabla 2.6.1 clasifica la aplicación de los métodos (E: Estático, D: Dinámico, R: Restringido) según el tipo de regularidad y la zona sísmica (Ao, A, B). Por ejemplo, una "Irregularidad Torsional Extrema" resulta en "R R R D D D" para las Zonas Sísmicas 0, 1 y 2, y 3 y 4, respectivamente, lo que implica restricciones significativas en la aplicación del método Estático.

#### 4.2. Regularidad en Altura (Tabla 2.6.2)

La regularidad en altura se evalúa considerando:

• **Rigidez:**

◦ **Medición:** Se mide por la relación de distorsiones en altura ( $Dm_k / Dm_{k+1}$ ).

◦ **Clasificación:** 1. Estructuras regulares o irregularidad baja. 2. Estructuras con irregularidad media. 3. Estructuras con irregularidad alta (inadmisibles en Zonas Sísmicas 3 y 4).

• **Masas:** Evalúa la distribución uniforme de masas en altura.

• **Dimensiones Horizontales (Geometría):** Se refiere a la variación de las dimensiones de la planta en diferentes niveles.

• **Retranqueos en su Plano:** Considera los cambios en la geometría de la planta.

• **Resistencia Horizontal:** Evalúa la uniformidad de la resistencia a fuerzas horizontales en los diferentes niveles.

La Tabla 2.6.2 también detalla la aplicabilidad de los métodos según el grado de regularidad en altura y la zona sísmica.

#### 5. Acciones Gravitatorias para la Acción Sísmica

Se definen las acciones gravitatorias a considerar para el cálculo sísmico, tanto horizontal (EH) como vertical (EV):

• **Para Acción Sísmica Horizontal (EH):**  $W = D + f_1 L + f_2 S$  Donde:

◦ D: Carga Permanente (Muerta)

◦ L: Carga Viva o Sobrecarga de uso

◦  $f_1$ : Factor de participación de la carga viva

◦  $f_2$ : Factor de participación de la carga de nieve

• **Para Acción Sísmica Vertical (EV):**  $W_{i(vert)} = D_i$  Donde:

◦  $D_i$ : Carga Permanente (Muerta)

#### 6. Combinación de Acciones (Estado Límite Último)

Se presentan las combinaciones de acciones para el Estado Límite Último, considerando la acción sísmica horizontal (EH) y vertical (EV), tanto hacia arriba como hacia abajo:

•  $1,0 D + 1,0 E + f_1 L + f_2 S$  (donde  $E = EH + EV$ )

$1,0 D + 1,0 EH + EV + f_1 L + f_2 S$  (con  $E_v$  hacia abajo)

$1,0 D + 1,0 EH - EV$  (con  $E_v$  hacia arriba)

• Alternativamente:

$1,20 D + 1,0 EH + f_1 L + f_2 S$

$0,80 D + 1,0 EH$



## 7. Torsión Accidental

La torsión accidental es un factor crítico en el diseño sísmico y su magnitud "depende de la regularidad torsional". La Tabla 6.3 detalla la excentricidad accidental (ake) a considerar según el grado de irregularidad torsional:

- **Estructura torsionalmente regular o con irregularidad torsional baja:** 0 (cero)
- **Estructura con irregularidad torsional media:**  $\pm 5\%$  de la longitud de la planta en el nivel k, perpendicular a la dirección de aplicación de las fuerzas.
- **Estructura con irregularidad torsional extrema en zonas 0, 1 y 2:**  $\pm 10\%$  de la longitud de la planta en el nivel k, perpendicular a la dirección de aplicación de las fuerzas.
- **Estructura con irregularidad torsional extrema en zonas 3 y 4:**  $\pm 15\%$  de la longitud de la planta en el nivel k, perpendicular a la dirección de aplicación de las fuerzas. (Solo aplicable a edificios bajos menores a 3 pisos o menores a 9m de altura).

## 8. Conclusiones

Los extractos del INPRES CIRSOC 103 Parte Tres subrayan la importancia de una evaluación rigurosa de la regularidad estructural, tanto en planta como en altura, para determinar el método de análisis sísmico apropiado y las excentricidades accidentales a considerar. La complejidad de la construcción, la altura, el destino y la zona sísmica son factores determinantes en la aplicación de las prescripciones reglamentarias, con especial atención a las limitaciones para estructuras con alta irregularidad en zonas de alta sismicidad.

## Guía de Estudio: Diseño Sísmico de Edificios según INPRES CIRSOC 103 Parte Tres

### Preguntas de Opción Múltiple

1. **¿Cuáles son los dos tipos de métodos de evaluación sísmica definidos según la complejidad de la construcción?** a) Métodos Simplificados y Métodos Dinámicos b) Verificación Simplificada y Métodos Analíticos (Estático y Dinámico) c) Verificación en Planta y Verificación en Altura d) Métodos de Resistencia y Métodos de Rigidez
2. **¿Bajo qué condiciones se puede usar el Método Estático siempre sin análisis de regularidad?** a) Para edificios de hasta 5 pisos o 15m de altura. b) Para construcciones con estructura de muros exclusivamente. c) Para edificios de hasta 3 pisos o 9m de altura (Edificios Bajos). d) Solo para estructuras con regularidad torsional baja.
3. **¿Qué se evalúa para las deformaciones con secciones efectivas según el capítulo 8.1?** a) Solo acciones según el Método Estático. b) Acciones según el Método Estático, excentricidad (de prueba) adicional y excentricidad definitiva. c) Únicamente la regularidad en planta. d) La participación de la carga viva y de nieve.
4. **Según la Tabla 2.6.1 de Regularidad en Planta, ¿qué categoría de regularidad torsional (1c) es "inadmisible" en Zonas Sísmicas 3 y 4?** a) Regular b) Irregularidad Media c) Irregularidad Extrema d) Continuidad de Elementos
5. **¿Qué relación se utiliza para medir la regularidad de rigidez en altura?** a) Relación  $D_{bk}/D_{mk}$  b) Relación de distorsiones en altura c)  $D_{mk} / D_{mk+1}$  d)  $D_{bk} / D_{mk}$
6. **¿Cuál es la fórmula para calcular las Acciones Gravitatorias para Acción Sísmica Horizontal (EH)?** a)  $W_i(\text{vert}) = D_i$  b)  $1,0 D \pm 1,0 EH + EV + f_1 L + f_2 S$  c)  $\Sigma (D_i + f_1 L_i + f_2 S_i)$  d)  $D + f_1 L + f_2 S$
7. **En el Estado Límite Último, ¿cuál es la combinación de acciones cuando  $E_v$  (Acción Sísmica Vertical) se considera "hacia arriba"?** a)  $1,0 D \pm 1,0 EH - EV + f_1 L + f_2 S$  b)  $1,0 D \pm 1,0 E + f_1 L + f_2 S$  c)  $1,20 D \pm 1,0 EH + f_1 L + f_2 S$  d)  $0,80 D \pm 1,0 EH$



8. Según la Tabla 6.3, ¿cuál es la excentricidad accidental para una estructura torsionalmente regular o con irregularidad torsional baja? a)  $\pm 5\%$  de la longitud de la planta b)  $\pm 10\%$  de la longitud de la planta c)  $\pm 15\%$  de la longitud de la planta d) 0 (cero)
9. Para una estructura con irregularidad torsional extrema en Zonas 3 y 4 (edificios bajos), ¿cuál es la excentricidad accidental prescrita? a)  $\pm 5\%$  b)  $\pm 10\%$  c)  $\pm 15\%$  d) 0%.
10. ¿De qué depende la torsión accidental según el método estático? a) De la altura del edificio. b) Del destino de la construcción. c) De la regularidad torsional. d) De la continuidad de elementos.
- 11.

#### Clave de Respuestas

1. b) Verificación Simplificada y Métodos Analíticos (Estático y Dinámico)
2. c) Para edificios de hasta 3 pisos o 9m de altura (Edificios Bajos).
3. b) Acciones según el Método Estático, excentricidad (de prueba) adicional y excentricidad definitiva.
4. c) Irregularidad Extrema
5. b) Relación de distorsiones en altura
6. d)  $D + f_1 L + f_2 S$
7. a)  $1,0 D \pm 1,0 EH - EV + f_1 L + f_2 S$
8. d) 0 (cero)
9. c)  $\pm 15\%$
10. c) De la regularidad torsional.

#### Preguntas de Ensayo (No se proveen respuestas)

1. Explique la importancia de la regularidad estructural en el diseño sísmico de edificios, diferenciando entre la regularidad en planta y la regularidad en altura, y cómo influyen en la elección del método de evaluación sísmica y las exigencias adicionales del reglamento.
2. Describa los criterios para la aplicación del Método Estático en el diseño sísmico, detallando las condiciones bajo las cuales su uso es obligatorio, opcional o limitado, y cómo la regularidad torsional afecta la excentricidad accidental en este método.
3. Analice la evaluación de deformaciones con secciones efectivas, explicando los tres puntos clave que deben considerarse según el reglamento y cómo la excentricidad (de prueba y definitiva) contribuye a esta evaluación.
4. Compare y contraste las combinaciones de acciones gravitatorias y sísmicas (EH y EV) en el Estado Límite Último, detallando cómo se consideran las cargas muertas, vivas y de nieve, y la diferencia en la aplicación de la acción sísmica vertical (EV) "hacia arriba" y "hacia abajo".
5. Desarrolle en detalle la relevancia de la regularidad torsional en el diseño sísmico, explicando cómo se mide ( $Dbk/Dmk$ ), las diferentes categorías de irregularidad torsional y las implicaciones específicas para la excentricidad accidental en función de la zona sísmica y la altura del edificio.



### Glosario de Términos Clave

- **Verificación Simplificada:** Método de evaluación sísmica para construcciones muy sencillas con estructura de muros exclusivamente.
- **Métodos Analíticos:** Incluyen el Método Estático y el Método Dinámico, utilizados para construcciones de mayor complejidad.
- **Método Estático:** Método de evaluación sísmica que puede usarse siempre sin análisis de regularidad para edificios de hasta 3 pisos o 9m de altura (Edificios Bajos).
- **Regularidad Estructural:** Característica de una estructura que se evalúa en planta y en altura, e influye en la obligatoriedad y el tipo de análisis sísmico.
- **Regularidad en Planta:** Se refiere a la distribución de masas, rigideces y formas en el plano horizontal de cada nivel. Incluye criterios como Torsional, Continuidad de Elementos, Ortogonalidad y Esquinas Entrantes.
- **Regularidad Torsional:** Se mide por la relación  $D_{bk}/D_{mk}$  y clasifica las estructuras como regulares, con irregularidad media o extrema en relación con la torsión.
- **$D_{bk}/D_{mk}$ :** Relación entre el desplazamiento de borde ( $D_{bk}$ ) y el desplazamiento medio ( $D_{mk}$ ), utilizada para cuantificar la regularidad torsional.
- **Regularidad en Altura:** Se refiere a la variación de propiedades estructurales (rigidez, masa, dimensiones) a lo largo de la altura del edificio. Incluye criterios como Rigidez, Masas, Dimensiones Horizontales, Retranqueos y Resistencia Horizontal.
- **Regularidad de Rigidez:** Se mide por la relación de distorsiones en altura y clasifica las estructuras según su regularidad o irregularidad en la distribución de rigideces verticales.
- **Acciones Gravitatorias (W):** Cargas verticales permanentes (muertas, D), vivas (L) y de nieve (S) que participan en la acción sísmica horizontal (EH) o vertical (EV).
- **Carga Permanente (D):** Peso propio de la estructura y elementos fijos.
- **Carga Viva (L) / Sobrecarga de uso:** Cargas variables debidas al uso y ocupación del edificio.
- **Factor de Participación ( $f_1, f_2$ ):** Coeficientes que indican la porción de la carga viva ( $f_1$ ) o de nieve ( $f_2$ ) que se considera efectiva para la acción sísmica.
- **Acción Sísmica Horizontal (EH):** Fuerzas horizontales aplicadas a la estructura debido a un sismo.
- **Acción Sísmica Vertical (EV):** Fuerzas verticales aplicadas a la estructura debido a un sismo.
- **Estado Límite Último:** Combinación de acciones para asegurar la resistencia y estabilidad de la estructura bajo las condiciones más desfavorables.
- **Excentricidad (de prueba):** Desplazamiento adicional, positivo y negativo, del centro de masas (5% de la dimensión de la estructura) para evaluar deformaciones.
- **Excentricidad Definitiva:** Excentricidad determinada según la evaluación de la regularidad de la estructura.
- **Torsión Accidental:** Efecto torsional que se introduce en el análisis debido a incertidumbres en la ubicación de masas y rigideces, y que depende directamente de la regularidad torsional.
- **Zonas Sísmicas:** Regiones geográficas clasificadas según su nivel de peligrosidad sísmica, lo que afecta los requisitos de diseño. (Zonas 0-4 mencionadas en el texto).
- **Edificios Bajos:** Edificios de hasta 3 pisos o 9m de altura, para los cuales el Método Estático tiene condiciones de aplicación más flexibles.



## Preguntas Frecuentes sobre el Diseño Sísmico de Edificios según INPRES CIRSOC 103 Parte Tres

1. ¿Qué tipos de métodos de evaluación sísmica se definen en INPRES CIRSOC 103 y cuándo se aplican?

Se definen dos métodos de evaluación según la complejidad de la construcción:

- **Verificación Simplificada:** Utilizada para construcciones muy sencillas con estructura exclusivamente de muros (Capítulo 4).
- **Métodos Analíticos (Estático y Dinámico):** La obligatoriedad de aplicación de cada uno depende de la regularidad estructural, la altura y el destino de la construcción (Sección 2.6).

El Método Estático puede usarse siempre, sin análisis de regularidad, para edificios de hasta 3 pisos o 9 metros de altura (Edificios Bajos).

2. ¿Qué es la regularidad estructural y por qué es importante en el diseño sísmico?

La regularidad estructural se refiere a la uniformidad en la geometría, masa, rigidez y resistencia de un edificio tanto en planta como en altura. Es crucial porque los edificios irregulares suelen tener un comportamiento sísmico más complejo e impredecible, lo que puede llevar a concentraciones de esfuerzos y fallas localizadas. El reglamento clasifica la regularidad en diferentes tipos (torsional, de continuidad, ortogonalidad, esquinas entrantes en planta; y rigidez, masas, dimensiones horizontales, retranqueos y resistencia en altura) y establece condiciones para cada uno, influyendo en la aplicación de métodos de análisis y en la excentricidad accidental a considerar.

3. ¿Cuándo es opcional el análisis de regularidad para los edificios?

El análisis de regularidad es opcional para Edificios Bajos, es decir, aquellos de hasta 3 pisos o 9 metros de altura, cuando se utiliza el Método Estático para su evaluación sísmica. Sin embargo, para edificios que superan estas características, el análisis de regularidad es un requisito indispensable para determinar el método de evaluación adecuado y otras consideraciones de diseño.

4. ¿Qué es la excentricidad accidental y cómo se relaciona con la regularidad torsional?

La excentricidad accidental es una distancia adicional que se considera entre el centro de masas y el centro de rigidez de un piso para simular las incertidumbres en la distribución de masas y rigideces, o errores de modelado, que pueden inducir torsión en la estructura durante un sismo. Su magnitud depende directamente de la regularidad torsional de la estructura, tal como se detalla en la Tabla 6.3. Las estructuras torsionalmente regulares no requieren excentricidad accidental, mientras que las estructuras con irregularidad torsional media, extrema en zonas sísmicas bajas, o extrema en zonas sísmicas altas, deben considerar excentricidades de  $\pm 5\%$ ,  $\pm 10\%$  y  $\pm 15\%$  de la longitud de la planta, respectivamente.

5. ¿Cómo se evalúan las deformaciones en el diseño sísmico?

La evaluación de las deformaciones se realiza utilizando secciones efectivas (sección 8.1) y se deben considerar para:

1. Acciones según el Capítulo 6 (Método Estático).
2. Una excentricidad (de prueba) adicional, tanto positiva como negativa, equivalente al 5% de la dimensión de la estructura, perpendicular a cada dirección de análisis.
3. La excentricidad definitiva, determinada según la evaluación de la regularidad de la estructura.



6. ¿Cuáles son las condiciones para la aplicación del Método Estático, especialmente en relación con la regularidad en planta y altura?

Para aplicar el Método Estático, la regularidad en planta considera aspectos como la regularidad torsional (medida por la relación  $Dbk/Dmk$ ), la continuidad de elementos, la ortogonalidad y las esquinas entrantes. La regularidad en altura evalúa la rigidez (medida por la relación de distorsiones en altura), la distribución de masas, las dimensiones horizontales, los retranqueos en su plano y la resistencia horizontal. Las estructuras con irregularidades altas (torsional o de rigidez) pueden ser inadmisibles en Zonas Sísmicas 3 y 4, o tener condiciones de aplicación muy restrictivas, como se especifica en las Tablas 2.6.1 y 2.6.2.

7. ¿Qué cargas gravitatorias se deben considerar para la acción sísmica horizontal (EH) y vertical (EV)?

Para la acción sísmica horizontal (EH), las acciones gravitatorias se calculan como la suma de la carga permanente (D), un factor de participación de la carga viva ( $f1 * L$ ) y un factor de participación de la carga de nieve ( $f2 * S$ ). Es decir,  $\Sigma Wi(H) = D + f1L + f2S$ . Para la acción sísmica vertical (EV), la carga a considerar para cada nivel 'i' es simplemente la carga permanente ( $Di$ ) de ese nivel, es decir,  $Wi(vert) = Di$ .

8. ¿Cómo se combinan las acciones en el Estado Límite Último según INPRES CIRSOC 103?

Para el Estado Límite Último, se presentan diferentes combinaciones de acciones, incluyendo la carga permanente (D), la carga viva (L), la carga de nieve (S) y la acción sísmica (E), que a su vez se descompone en acción sísmica horizontal (EH) y vertical (EV). Las combinaciones principales son:

- $1,0 D \pm 1,0 E + f1 L + f2 S$  (donde  $E = EH + EV$ )
- $1,0 D \pm 1,0 EH + EV + f1 L + f2 S$  (con  $Ev$  hacia abajo)
- $1,0 D \pm 1,0 EH - EV + f1 L + f2 S$  (con  $Ev$  hacia arriba)
- También se establecen combinaciones simplificadas:
- $1,20 D \pm 1,0 EH + f1 L + f2 S$
- $0,80 D \pm 1,0 EH$

9. ¿Cómo influyen la regularidad estructural y la altura en la selección del método de evaluación sísmica?

La **regularidad estructural** y la **altura** son factores cruciales que influyen en la selección del método de evaluación sísmica para edificios.

Según las prescripciones del reglamento INPRES CIRSOC 103, el límite o la obligatoriedad de aplicación de los diferentes métodos de evaluación sísmica dependen directamente de la **regularidad estructural**, de la **altura** del edificio y de su destino.

Existen dos tipos principales de métodos de evaluación:

- **Verificación Simplificada:** Diseñada para construcciones muy sencillas que tienen una estructura exclusivamente de muros.
- **Métodos Analíticos:** Incluyen el Método Estático y el Método Dinámico.

**Influencia de la Altura y la Regularidad en el Método Estático:** El **Método Estático** tiene condiciones específicas de aplicación relacionadas con la altura y la regularidad:



- Se puede utilizar **siempre sin necesidad de análisis de regularidad para edificios de hasta 3 pisos o 9 metros de altura**. Estos edificios se consideran "Edificios Bajos".
- Esto implica que, para edificios que superan los 3 pisos o los 9 metros de altura, la evaluación de la regularidad estructural es un paso que podría ser obligatorio para determinar la aplicabilidad del Método Estático o la necesidad de un método más complejo como el Dinámico.

**Tipos y Medición de Regularidad:** La regularidad se evalúa tanto **en Planta** (Tabla 2.6.1) como **en Altura** (Tabla 2.6.2). Algunos tipos de regularidad incluyen:

- **Regularidad Torsional:** Se mide por la relación  $Dbk/Dmk$ . Las estructuras pueden ser regulares, con irregularidad media o con irregularidad alta.
- **Continuidad de Elementos.**
- **Ortogonalidad.**
- **Esquinas Entrantes.**
- **Regularidad de Rigidez:** Se mide por la relación de distorsiones en altura. Las estructuras pueden ser regulares, con irregularidad media o con irregularidad alta.
- **Regularidad de Masas.**
- **Regularidad de Dimensiones Horizontales** (Geometría).
- **Retranqueos en su Plano.**
- **Regularidad de Resistencia Horizontal.**

Las estructuras con **irregularidad alta (o extrema)** en rigidez o torsión son **inadmisibles en Zonas Sísmicas 3 y 4**.

**Impacto de la Irregularidad en la Torsión Accidental:** La **torsión accidental** es un factor que también depende de la regularidad torsional del edificio. La excentricidad accidental ( $a_{ke}$ ) varía según el grado de irregularidad torsional:

- **Estructuras torsionalmente regulares o con irregularidad baja:** La excentricidad accidental es 0 (cero).
- **Estructuras con irregularidad torsional media:** Se aplica una excentricidad de  $\pm 5\%$  de la longitud de la planta.
- **Estructuras con irregularidad torsional extrema en zonas 0, 1 y 2:** Se aplica una excentricidad de  $\pm 10\%$  de la longitud de la planta.
- **Estructuras con irregularidad torsional extrema en zonas 3 y 4:** En este caso, solo es aplicable a **edificios bajos** (menores a 3 pisos o 9 m de altura) y se aplica una excentricidad de  $\pm 15\%$  de la longitud de la planta.

En resumen, la altura determina si un análisis de regularidad es opcional (para edificios bajos) o potencialmente obligatorio, y el grado de regularidad estructural define las complejidades y las exigencias adicionales, como la torsión accidental, e incluso puede restringir la aplicabilidad a ciertos tipos de edificios en zonas sísmicas específicas.

10. ¿Qué aspectos de la regularidad definen el comportamiento sísmico de una edificación?

Los **aspectos de la regularidad estructural** son fundamentales para definir el comportamiento sísmico de una edificación, ya que rigen cómo la estructura distribuye y resiste las fuerzas sísmicas. El reglamento INPRES CIRSOC 103 establece prescripciones que evalúan la regularidad tanto **en Planta** (Tabla 2.6.1) como **en Altura** (Tabla 2.6.2).

**Aspectos de la Regularidad en Planta (Tabla 2.6.1):**





1. **Regularidad Torsional:** Este es un aspecto crítico que define el comportamiento del edificio frente a la torsión inducida por el sismo. Se mide por la relación  $Dbk/Dmk$  (desplazamiento de borde respecto al desplazamiento medio). Las estructuras se clasifican como:

- **Regulares o con irregularidad baja.**
- **Con irregularidad media.**
- **Con irregularidad alta (extrema):** Estas estructuras son **inadmisibles en Zonas Sísmicas 3 y 4**. La regularidad torsional tiene un impacto directo en la **torsión accidental** que debe considerarse en el diseño. La excentricidad accidental ( $a_{ke}$ ) varía significativamente según el grado de irregularidad torsional:
  - Estructuras torsionalmente regulares o con irregularidad baja: excentricidad accidental de **0 (cero)**.
  - Estructuras con irregularidad torsional media: excentricidad de  $\pm 5\%$  de la longitud de la planta.
  - Estructuras con irregularidad torsional extrema en zonas 0, 1 y 2: excentricidad de  $\pm 10\%$ .
  - Estructuras con irregularidad torsional extrema en zonas 3 y 4 (solo aplicable a edificios bajos, menores a 3 pisos o 9 m de altura): excentricidad de  $\pm 15\%$ .

2. **Continuidad de Elementos:** Se refiere a la continuidad de los elementos estructurales a lo largo de la planta del edificio.

3. **Ortogonalidad:** Evalúa si la configuración de la estructura es ortogonal o presenta ángulos no rectos que puedan generar un comportamiento complejo ante sismos.

4. **Esquinas Entrantes:** Analiza la presencia y el tamaño de las esquinas entrantes en la planta del edificio, las cuales pueden concentrar esfuerzos durante un evento sísmico.

#### **Aspectos de la Regularidad en Altura (Tabla 2.6.2):**

1. **Regularidad de Rigidez:** Es otro aspecto crucial que se mide por la relación de distorsiones en altura. Las estructuras pueden ser:

- **Regulares o con irregularidad baja.**
- **Con irregularidad media.**
- **Con irregularidad alta (extrema):** Al igual que la torsional, estas estructuras son **inadmisibles en Zonas Sísmicas 3 y 4**. Las irregularidades de rigidez, como un "piso blando", pueden causar una concentración excesiva de deformaciones en un nivel, llevando a fallas catastróficas.

2. **Regularidad de Masas:** Se refiere a la distribución uniforme de las masas en altura. Cambios abruptos en la masa entre pisos pueden alterar la respuesta dinámica del edificio.

3. **Regularidad de Dimensiones Horizontales (Geometría):** Evalúa la variación de las dimensiones de la planta en diferentes niveles. Las reducciones significativas en la planta de un piso a otro pueden crear discontinuidades.

4. **Retranqueos en su Plano:** Considera la existencia de retranqueos o cambios en la geometría de la fachada que puedan afectar la distribución de rigidez y masa en altura.

5. **Regularidad de Resistencia Horizontal:** Analiza la distribución de la capacidad de resistencia lateral a lo largo de la altura del edificio. Las discontinuidades en la resistencia pueden llevar a fallas concentradas.

En resumen, estos aspectos de regularidad son determinantes para predecir cómo un edificio se comportará ante un sismo. Las **irregularidades, especialmente las de rigidez y torsión**, pueden generar comportamientos sísmicos indeseables, como concentraciones de esfuerzos o torsiones excesivas, y pueden incluso **restringir la aplicabilidad de una construcción en zonas sísmicas de alto riesgo**.



11. ¿De qué manera la irregularidad torsional afecta la excentricidad accidental en el diseño sísmico?

La **irregularidad torsional** influye directamente en la **excentricidad accidental (ake)** que debe considerarse en el diseño sísmico de una edificación, de acuerdo con el reglamento INPRES CIRSOC 103. La excentricidad accidental es un factor crucial que se utiliza para simular los efectos de la torsión en la estructura debido a incertidumbres en la distribución de masas y rigideces, así como por el movimiento sísmico rotacional del terreno.

La relación entre la irregularidad torsional y la excentricidad accidental se establece de la siguiente manera, según la Tabla 6.3 del reglamento:

- **Estructuras torsionalmente regulares o con irregularidad torsional baja:** Para este tipo de estructuras, la excentricidad accidental (ake) que se debe considerar es **0 (cero)**. Esto indica que se asume un comportamiento torsional más predecible y balanceado.
- **Estructuras con irregularidad torsional media:** En estos casos, la excentricidad accidental (ake) se establece en **± 5% de la longitud de la planta** en el nivel k, perpendicular a la dirección de aplicación de las fuerzas sísmicas.
- **Estructuras con irregularidad torsional extrema en zonas sísmicas 0, 1 y 2:** Para estas zonas y estructuras con alta irregularidad torsional, la excentricidad accidental (ake) aumenta a **± 10% de la longitud de la planta** en el nivel k, perpendicular a la dirección de aplicación de las fuerzas.
- **Estructuras con irregularidad torsional extrema en zonas sísmicas 3 y 4:** En las zonas sísmicas de mayor riesgo, esta condición de irregularidad extrema solo es **aplicable a edificios bajos**, es decir, aquellos menores a 3 pisos o menores a 9 metros de altura. Para estos edificios, la excentricidad accidental (ake) asciende a **± 15% de la longitud de la planta** en el nivel k, perpendicular a la dirección de aplicación de las fuerzas.

Es importante destacar que las estructuras con **irregularidad torsional alta (extrema) son inadmisibles en Zonas Sísmicas 3 y 4** para la mayoría de los casos, a excepción de los edificios bajos mencionados anteriormente.

En resumen, a medida que aumenta el grado de irregularidad torsional de una edificación, mayor es la excentricidad accidental que debe incorporarse en el análisis y diseño sísmico, lo que implica que se deben considerar mayores momentos torsores para asegurar la seguridad de la estructura.