

3.4 Características, localización e instalación de los componentes no estructurales de la edificación

El comportamiento sísmo resistente de la edificación depende principalmente de la distribución de su masa, la cual está básicamente conformada por la estructura. Sin embargo, un porcentaje muy alto de la masa total depende de los componentes no estructurales, pudiendo llegar a igualar, en algunos casos, la carga de la estructura. Esto constituye un factor importante en el análisis dinámico de la estructura.

Definición de "Componentes no estructurales"

Se consideran **componentes no estructurales** de una edificación, cada una de las partes de esta y todo su contenido con excepción de los componentes que fueron anteriormente definidos como estructurales. Comúnmente se incluyen como elementos no estructurales: cerramientos exteriores e interiores; cielos rasos o plafones; puertas y ventanas; equipos de oficina; mobiliario; instalaciones sanitarias, eléctricas y mecánicas; maquinarias; obras de arte y otros que no formen parte del sistema estructural. Si bien estos componentes no forman parte del sistema de componentes que sostiene a la edificación, deben ser considerados con cuidado cuando se diseña en zonas sísmicas porque pueden producir víctimas, pérdidas económicas y hasta el comportamiento inapropiado del sistema de resistencia sísmica.

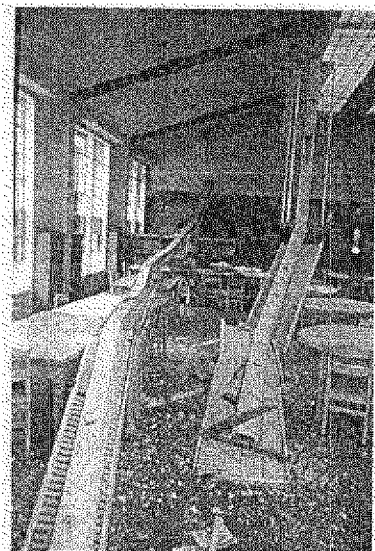


Foto 7.

Colapso de lámparas en una escuela que no sufrió ningún otro tipo de daño, ni estructural ni no estructural. (Colección del Earthquake Project, Emergency Service Office of the Governor of California.)

En zonas sísmicas el diseñador debe garantizar:

1. La integridad de estos componentes en sí mismos ante los efectos de las fuerzas sísmicas.
2. El adosamiento apropiado a los componentes estructurales de manera tal que no afecte el comportamiento del sistema de resistencia sísmica.
3. El ajuste correcto de dichos componentes para evitar que el volcamiento de equipos, maquinarias y mobiliario y el desprendimiento de ornamentos, tuberías y otros elementos, causen heridas graves en las personas, dañen objetos cercanos a éstos u obstaculicen el escape de las personas de la edificación

Por lo tanto, el diseñador tendrá que tener en cuenta:

- La posición y distribución de los componentes no estructurales en la edificación.
- Las características dinámicas de cada uno de ellos.
- La participación que estos componentes pueden tener en el comportamiento del sistema de resistencia sísmica.
- La dotación de anclajes apropiados para evitar el volcamiento y el desprendimiento de estos.

El capítulo A.9 “Elementos no estructurales” en la página A-63, de la NSR-98 cubre “las previsiones sísmicas que deben tenerse en el diseño de los elementos que no hacen parte de la estructura de la construcción, con el fin de que se cumpla el propósito del reglamento.”

Componentes “no intencionalmente estructurales”

La participación que los componentes no estructurales pueden tener en el comportamiento del sistema de resistencia sísmica, generalmente no se toma en cuenta. La utilización de elementos no estructurales muy rígidos, como es el caso de las paredes de albañilería, puede modificar el comportamiento de los componentes estructurales. De igual manera, los ductos de instalaciones constituyen núcleos de concentración de rigideces.

Si no se prevén los efectos que puede producir el adosamiento de componentes no estructurales muy rígidos al sistema estructural, se podría modificar, sin querer, el comportamiento sísmo resistente de la edificación.

A estos componentes se les ha llamado **no intencionalmente estructurales**, porque generalmente no son considerados en el análisis del sistema estructural, pero éstos, debido a sus características dinámicas y a que no han sido debidamente separados de los componentes estructurales, al ocurrir un sismo van a tener una participación significativa en el comportamiento del sistema de resistencia sísmica de la edificación, produciendo generalmente rigideces no previstas. Entre este tipo de componentes se pueden incluir: las paredes de albañilería, los ductos para instalaciones, los equipos muy pesados y otros. Ejemplos de las irregularidades producidas por este tipo de componentes se verán más adelante en:

- **Ubicación de los ductos de instalaciones**
- **Piso flexible**
- **Edificios en esquina**
- **Columna corta.**

A continuación se explicarán brevemente cada una de estas configuraciones.

Ubicación de los ductos de instalaciones

Como se explicó en la sección 3.3 “Configuración estructural”, la simetría estructural de una edificación se determina por la distribución de su masa, las dimensiones y las propiedades dinámicas de los componentes estructurales y no estructurales y por la distribución de estos componentes en la planta.

La ubicación de ductos de instalaciones debe ser cuidadosamente estudiada, debido a que éstos constituyen núcleos de concentración de rigideces. Como se manifestó en la sección anterior, la disposición asimétrica de componentes rígidos puede conducir a un desplazamiento del centro de rigideces con respecto al centro de masas y, por tanto, a efectos torsionales cuando ocurre un sismo.

Recomendación

En la figura A.3-1 y en la tabla A.3-6 “Irregularidades en planta” de la NSR-98, se definen los parámetros para identificar la irregularidad Tipo 1P “Irregularidad torsional” y los requisitos que se deben cumplir.

Piso flexible

Una de las configuraciones que comúnmente produce cambios bruscos en la rigidez de la edificación debido a la utilización inapropiada de componentes no intencionalmente estructurales, es la identificada en la tabla A.3-7 de la NSR-98 como “piso flexible”.

“Tipo 1A Piso flexible (irregularidad en rigidez) Cuando la rigidez ante fuerzas horizontales de un piso es menor del 70 por ciento de la rigidez del piso superior o menor del 80 por ciento del promedio de la rigidez de los tres pisos superiores, la estructura se considera irregular.

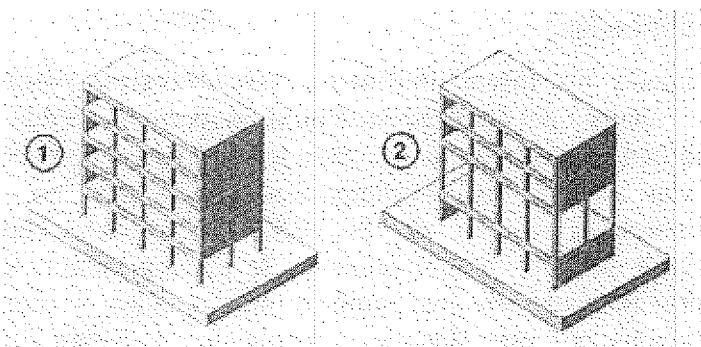


Gráfico 13
Ejemplos de edificios con irregularidad tipo “piso flexible”.

1. Planta baja libre
2. Piso flexible en niveles intermedios

Esta discontinuidad suele presentarse en edificaciones con sistemas estructurales de pórticos, en las que el primer piso es significativamente más flexible que el resto de los pisos debido a la distribución irregular de las paredes no estructurales en la altura del edificio. Como ejemplo tenemos las tan usadas “plantas bajas libres” en los edificios residenciales de pórticos.

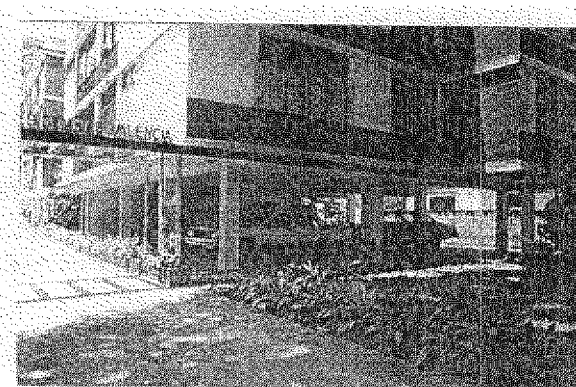


Foto 8
Ejemplo de edificio residencial con “piso flexible” para parqueo. (Colección de E. T. Guevara)

La necesidad de ubicar los parqueos y las zonas sociales en el nivel de acceso de la calle, los cuales requieren espacios más amplios, libres, total o parcialmente de tabiquería interior, es una de las causas principales para utilizar esta configuración.

Los departamentos residenciales se distribuyen en los pisos superiores, generando así una masa más rígida y pesada sobre un nivel muy flexible. La masa rígida se genera por el adosamiento de paredes no estructurales rígidas, generalmente construidas con bloques de arcilla, a los componentes estructurales flexibles.

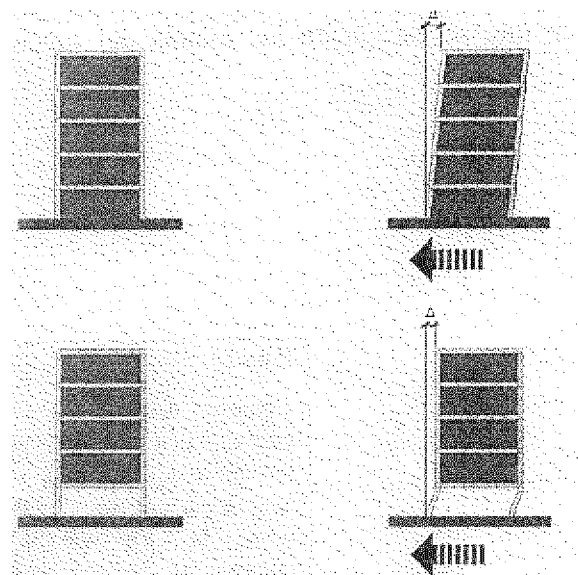


Gráfico 14

Deformación por sismo en un edificio con una estructura de pórticos y paredes de mampostería:

Primer caso: distribución homogénea de paredes en altura;

Segundo caso: "piso flexible" en el primer piso.

Esta modalidad arquitectónica suele utilizarse también en las edificaciones hoteleras y hospitalarias, en las que no sólo se diseña la planta baja libre, sino que generalmente este nivel es de mayor altura de entrepiso que la del resto de los niveles en donde se ubican las habitaciones.

Al ocurrir un sismo, las fuerzas producidas en la edificación tienden a distribuirse mediante un patrón uniforme y continuo. Si la estructura presenta una porción más flexible debajo de una porción más rígida, la mayoría de la energía será absorbida por la porción inferior más flexible y muy poco será absorbido por la superior más rígida. Cualquier deformación en la edificación debido a las fuerzas inducidas por el sismo, tenderán a concentrarse en el piso más flexible, produciéndose mayores daños en éste.



Foto 9

Colapso de edificio con piso flexible para parqueo, en el terremoto de Northridge de 1994, California, EE.UU. (Colección del Earthquake Project, Emergency Service Office of the Governor of California.)

Ejemplo de edificaciones dañadas en las que se pone evidencia la condición desfavorable de la planta baja libre es el caso del edificio “Palace Corvin” en el sismo de Caracas (foto). con una planta en forma de H. Los dos cuerpos principales alojaban apartamentos residenciales y en el medio se unían por el bloque de circulación vertical. En uno de los bloques residenciales (ala oeste) se dejó la planta baja libre para parqueo mientras en el otro se ubicaron departamentos al igual que en las plantas superiores. El ala este colapsó. En el informe “Engineering Report on the Caracas Earthquake of 29 July 1967”, producido después del sismo (Sozen, M.A., P.C. Jennings, R.B. Matthiesen, G.W. Housner y N.M. Newmark, 1968) se indica como una de las razones que pudo haber producido el colapso, la discontinuidad vertical en las paredes de bloques, siendo éste un aspecto arquitectónico que se escapa de las manos del ingeniero estructural.



Foto 40.

Colapso del ala este del edificio Place Corvin en el terremoto de Caracas de 1967, Venezuela. Al fondo, el ala oeste, la cual resistió sin colapsar. (Colección National Science Foundation)

Recomendación

En caso de que la solución arquitectónica requiera inevitablemente un piso parcial o totalmente abierto, o una altura de entrepiso mayor que la de los otros pisos, lo cual podría generar un piso flexible, el arquitecto debe trabajar en coordinación con el ingeniero estructural para garantizar que la solución seleccionada cumpla con los requisitos exigidos en los tipos de irregularidad 1A y 2A de la tabla A.3-7 y en la figura A.3-2 sobre “Irregularidades en la altura” en el capítulo 3 “Requisitos generales de diseño sísmo resistente.

Columna Corta

Uno de los problemas más importantes que se presenta debido al adosamiento inapropiado de componentes no estructurales rígidos a los componentes estructurales flexibles, es el efecto de “columna corta”. Este efecto es producido por paredes altas de mampostería sobre las que se apoyan ventanas que van, en horizontal, de una columna a otra y en vertical, generalmente desde la pared hasta la viga o el techo.