

El confinamiento de una parte de la columna por las paredes rígidas altas, lo cual generalmente no se consulta con el ingeniero estructural, hace que paredes y columna confinada trabajen conjuntamente como un muro rígido y la parte de la columna que queda libre para la ubicación de las ventanas, trabajará como una pequeña columna la cual recibirá la mayoría de la carga para la cual fue calculada la columna completa.

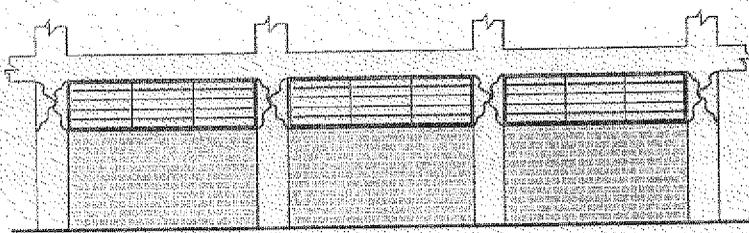


Grafico 15  
Columnas cortas o cautivas

Esta configuración se presenta generalmente en las aulas de las escuelas, donde se requiere de iluminación y ventilación naturales, pero se quiere evitar que los estudiantes se distraigan mirando hacia fuera desde las aulas.

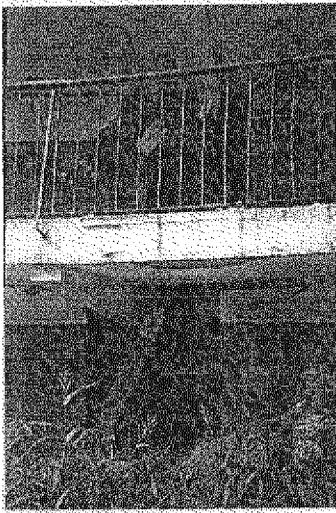


Foto 11  
Falla por columna corta en una escuela de Cariaco como consecuencia del terremoto de 1997, Estado Sucre, Venezuela. (Colección de L.T. Guevara)

### Recomendación

Estudiar cuidadosamente la solución arquitectónica de paredes y ventanas y la unión de estos componentes a la estructura, de manera tal que no modifiquen el comportamiento sísmo resistente previsto por el ingeniero estructural. La NSR-98, en el literal (h) "Columna cortas o columnas cautivas" de A.9.5.2 "Elementos que requieren especial cuidado en su diseño" en el Capítulo A 9 "Elementos no estructurales", muy claramente establece:

ciertos tipos de interacción entre los elementos no estructurales y la estructura de la edificación deben evitarse a toda costa. Dentro de este tipo de interacción se encuentra el caso de las "columnas cortas" o columnas cautivas en las cuales la columna está restringida en su desplazamiento lateral por un muro no estructural que no llega hasta la losa de entrepiso en su parte superior. En este caso el muro debe separarse de la columna, o ser llevado hasta la losa de entrepiso en su parte superior, si se deja adherido a la columna.

### Edificio en esquina

La irregularidad torsional en planta, la cual ha sido descrita en el tipo 1A de la tabla A.3-6 y de la figura A.3-1 de la NSR-98, se puede producir por el adosamiento de componentes no estructurales rígidos a la estructura, produciendo asimetrías en la distribución de rigideces, las cuales, si no son consideradas en diseño del sistema de resistencia sísmica, pueden producir torsiones indeseadas.

Como se explicó en la sección de componentes estructurales, las variaciones en la resistencia y rigidez perimetrales están identificadas por la distribución asimétrica de los elementos rígidos (estructurales o “no intencionalmente estructurales”) de la edificación en el perímetro de la edificación, lo cual generalmente conduce a excentricidades aumentando las probabilidades de torsiones producidas por los efectos de un sismo.

En el caso de las edificaciones con sistemas estructurales de pórticos, ubicadas en parcelas de esquina en ordenamientos urbanísticos de edificaciones continuas, en las que las edificaciones están adyacentes unas a otras sin retiros, generalmente se cierran las fachadas ciegas con paredes de mampostería, que son las que van adosadas a las edificaciones adyacentes, las cuales resultarán más rígidas, y dos fachadas flexibles con ventanas que permiten la iluminación y ventilación naturales.

Si la participación de estas paredes no estructurales rígidas no se toma en cuenta para el diseño y cálculo del sistema de resistencia sísmica, se pueden producir torsiones no anticipadas.



Foto 12.

Colapso del New Society Hotel por falla de la columna de la esquina por torsión, en el terremoto de Filipinas de 1979. (Colección del Earthquake Project, Emergency Service Office of the Governor of California.)

## 4. Conclusiones

- La sísmo resistencia es el proceso y el producto de las acciones profesionales y constructivas dirigidas a garantizar lo mejor posible la salvaguarda de una edificación durante e inmediatamente después de un fuerte terremoto.
- Hasta hace escasos años, los arquitectos creíamos —erróneamente— que la sísmo resistencia de las edificaciones era responsabilidad exclusiva de los ingenieros estructurales.
- Tradicionalmente, además, los arquitectos hemos supuesto que las consideraciones de diseño para el comportamiento sísmo resistente de una edificación son atribución de estos ingenieros y que sus consecuencias no deben afectar al propio diseño arquitectónico, concluyendo equivocada y peligrosamente que los riesgos involucrados no son de nuestra responsabilidad.

- Hasta ahora, la única manera de reducir el riesgo de daño de una edificación ante una amenaza sísmica es reduciendo su vulnerabilidad. Pero, su reducción sólo se puede lograr adecuando lo mejor posible las variables, tanto de diseño estructural, como arquitectónico.
- Hoy en día, los aspectos que tienen que ver con la solución arquitectónica de la edificación, tales como, relación con edificaciones vecinas, forma de la planta, forma en altura o elevación y dimensión, forma y distribución de los componentes estructurales y no estructurales, han comenzado a ser incluidos en la mayoría de las normas y recomendaciones para el diseño de edificaciones sísmo resistentes.
- La nueva Norma Colombiana de Diseño y Construcción Sísmo Resistente NSR-98 (Ley 400 de 1998, decreto 33 de 1998) ha introducido una serie de recomendaciones y ha asignado un conjunto de responsabilidades para los arquitectos, lo cual significa un cambio substancial en la enseñanza y en el ejercicio de la arquitectura en Colombia. Dentro de este conjunto de responsabilidades se enfatiza claramente que la conceptualización espacial, el desarrollo de detalles constructivos y el diseño de los elementos no estructurales, deben ser realizadas por los arquitectos diseñadores.

## 5. Agradecimientos

Quisiera agradecer a las siguientes instituciones y profesionales que colaboraron conmigo en la elaboración de este artículo:

A la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, AIS y al Ing. Omar Darío Cardona, su Presidente, por facilitarme los volúmenes de las Nuevas Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sísmo Resistente NSR-98.

Al Ing. Luis E. García por facilitarme los gráficos de dicha norma para la presentación oral.

Al Ing. Jorge Alberto Padilla por ayudarme a despejar algunas dudas con respecto a la relación entre los aspectos arquitectónicos de la configuración y la NSR-98.

A quienes gentilmente lo leyeron e hicieron recomendaciones para la lectura del “no experto” en el tema: Sta. Gisela Farnataro, Psicol. Luis La Scalea, Arq. Enrique Vila. A ASOCRETO por brindarme esta oportunidad y darme su apoyo durante la elaboración de este documento.

## 6. Bibliografía

- AIA Research Corporation (1976). *Architects and Earthquakes: Research Needs*. Washington, D. C.: The American Institute of Architects.
- AIA Research Corporation (1977). *Summer Seismic Institute for Architectural Faculty. Proceedings*. Stanford, California: Stanford, California: Stanford University.
- Ambrose, J. & D. Vergun (1985). *Seismic Design of Buildings*. New York: John Wiley & Sons.
- Arnold, Ch. *Configuración y Diseño Sísmico de Edificios*. Editorial Limusa, S A. de C.V. México. D.F. México.
- Guevara, L. T. (1989). *Architectural Considerations in the Design of Earthquake-Resistant Buildings: Influence of Floor-Plan Shape on the Response of Medium-Rise Housing to*

- Earthquake*. Ph.D. in Architecture Dissertation. Berkeley: Graduate Division, University of California, Berkeley. EE.UU.
- Guevara, L. T. (1990). Consideraciones Arquitectónicas en el Comportamiento Sísmo resistente de Viviendas de Altura Media. En las memorias de las *Segundas Jornadas de Ingeniería Sísmica*: SOCVIS/UNIMET/AVPC/SIDETUR. Caracas, Venezuela.
- Guevara, L. T. y M. Paparoni (1991 ). A Study of Seismic Load Bearing Wall Structures Built for the Public Housing Sector of Venezuela. En las memorias de *Second Conference on Tall Buildings in Seismic Regions*. Los Angeles Tall Buildings Structural Design Council. Los Angeles, California.
- Guevara, L.T. (1992). *Aspectos de Diseño Arquitectónico que Afectan la Sísmo-Resistencia de las Edificaciones*. Primer Seminario Nacional sobre Mitigación y Atención de Desastres en Areas Urbanas. Gobernación del Distrito Federal. Caracas Venezuela.
- Guevara, L.T. y Stolk de Pettersson, M. (1993). *La Microzonificación Sísmica como Base para El Ordenamiento Urbanístico de Caracas*. Coloquio Franco Latinoamericano sobre Microzonificación Sísmica. Refinería MARAVEN, Cardón, Estado Falcón, Venezuela.
- Guevara, L. T. y M. Paparoni (1995 ). *Seismic Microzoning As A Tool For The Development Of Municipal Urban Ordinances In A Hazardous Sector Of Caracas, Venezuela*. En las memorias de *Fifth International Conference On Seismic Zonation*. Association Française du Génie Parasismique (AFPS) y el Earthquake Engineering Research Institute (EERI). Niza, Francia.
- Guevara, L. T., B. Jones-Parra and O.D.Cardona (1996) *Non-Structural Seismic Vulnerability Assessment Of Buildings In The Health-Care District, Caracas, Venezuela* en las memorias de la 11 World Conference on Earthquake Engineering. International Association for Earthquake Engineering y el Earthquake Engineering Research Institute (EERI). Acapulco, México.
- International Conference of Building Officials. (1988). *Uniform Building Code, 1988 Edition*. Whittier, California.
- Lagorio, H. J (1988). Lessons from the 1985 Mexico City Earthquake: Performarce of Existing Buildings and Nonstructural Elements. Architectural and Urban Design Lessons from the 1985 Mexico City Earthquakes: 327-360. San Francisco: CAM/SAM & AIA/ACSA.
- Lagorio, H. J. (1990). *Earthquakes: An Architect's Guide to Nonstructural Seismic Hazards*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Miranda, Eduardo. (1998). "Respuesta de edificios al movimiento sísmico". *Material docente entregado en el curso "Diseño y construcción de estructuras sísmo-resistentes"*. CENAPRED-UNAM. México D.F., México.
- McCue, G., A. Skaff, y J. Boyce (1978), *Architectural Design of Building Componentets for Earthquakes*. National Science Foundation (RANN), Washington, D.C. MBT Associates. San Francisco EE.UU.
- Structural Engineers Association of California: (SEAOC) (1988). *Recommended Lateral Force Requirements and Tentative Commentary*. San Francisco: SEAOC

The International Association for Earthquake Engineering (1986). *Guidelines for Earthquake Resistant Non Engineered Construction*. Tokyo, Japan.