

EL SISMO DE 1985: UNA AGENDA PARA LA SISMOLOGIA LATINOAMERICANA

Cinna Lomnitz

El sismo de México acaecido el 19 de Septiembre de 1985 costó cerca de 20,000 vidas y asestó un duro golpe al país. Más de 350 edificios, diseñados por ingenieros de acuerdo a los más avanzados conocimientos disponibles en la profesión, se derrumbaron en el centro mismo de la ciudad. Por este motivo, el sismo de 1985 no representó tan sólo la catástrofe natural más grave que haya sufrido México en su larga historia; fue también un descalabro sin precedentes para la sismología y la ingeniería sísmica a nivel internacional.

Hubo, desde luego, materiales de construcción y detalles constructivos de mala calidad. Sin embargo, los edificios situados fuera de la zona arcillosa, presumiblemente, padecían de los mismos defectos y no se cayeron. Además, las normas sísmicas vigentes eran mucho más estrictas en la zona arcillosa que en el resto de la ciudad. Las características de las aceleraciones registradas en el sismo de 1985 fueron las previstas en las normas. Los sismólogos habían previsto correctamente la localización de la región epicentral y la magnitud del terremoto. No hubo, pues, errores profesionales en cuanto al enfoque preventivo de este sismo.

En rigor, el comportamiento de los edificios tampoco decepcionó. Sólo dos edificios se voltearon. En la zona arcillosa las ondas sísmicas se presentaron con períodos de dos a tres segundos, exactamente como preveían las normas: sin embargo, el tren de ondas fue mucho más monocromático y mucho más largo que lo previsto. La aceleración basal no superó los 240 gales previstos por las normas; en cambio, los efectos de rotación dinámica de la base de los edificios excedieron cuanto podía haberse anticipado.

Planteadas así las cosas, cabe preguntarse por qué no se admite la posibilidad de que en el sismo de 1985 hubo un efecto nuevo o un proceso causal no previamente tomado en cuenta. Sabemos que la arcilla del Valle de México contiene, en volumen, de 9 a 13 veces más agua que materia sólida. Cuando se deforma más allá de cierto umbral —que fue ampliamente excedido durante el terremoto— pierde



su rigidez y se deforma cada vez con mayor facilidad. En otras palabras, la relación esfuerzo-deformación no es lineal. No puede extrapolarse el comportamiento de las arcillas en base a los efectos observados en sismos débiles.

Oportunidades de la geofísica

Todo lo anterior es materia conocida. Haciendo un cálculo elemental, podemos verificar que las ondas de Rayleigh generadas durante un sismo en una capa sedimentaria tenderán a acortar su longitud de onda y se asemejarán, cada vez más, a olas hidrodinámicas. Este acortamiento de la longitud de onda no está previsto en las normas sísmicas; su efecto consistirá en incrementar dramáticamente la rotación y deformación de la base del edificio.

Ahora bien, ondas superficiales de corta longitud se han observado visualmente en muchos grandes terremotos de América Latina. Se trata de ondas mucho más lentas y mucho más cortas que un onda elástica lineal.

A través de numerosas conversaciones y consultas personales, he descubierto que existe un consenso tácito entre los principales ingenieros sísmicos de

México, Estados Unidos y Japón, en el sentido de que los daños espectaculares registrados sobre terreno blando no se deben tanto a las aceleraciones basales (que en el caso de México no rebasaron los 200 gales) como a los esfuerzos adicionales inducidos por la rotación y deformación de la base.

La destrucción de la ciudad de Huaraz, Perú, a 200 km del epicentro del sismo de 1970; los daños espectaculares que hubo en la zona blanda de Caracas en el sismo de 1967; los daños en zonas blandas por el sismo chileno de 1985, y por el de 1960; los efectos destructores de los grandes sismos ecuatorianos (como el de 1987), correlacionados claramente con cuencas sedimentarias; y tantos otros casos que podrían citarse con igual validez: ¿no constituirán otros tantos ejemplos de la acción de las ondas superficiales no lineales en sedimentos?

La investigación de estas ondas requiere un esfuerzo coordinado entre ingenieros y sismólogos que conviene extender más allá de México por muchas razones. Por una parte, somos muy pocos y nuestros recursos escasean. La tesis conservadora, según la cual no hubo factores imprevistos en la catástrofe de 1985, es aún dominante y es la que obtiene apoyo para la investigación tanto de fuentes mexicanas como internacionales. Conviene, por lo tanto, apartarnos del caso de México cuyas implicaciones son aún muy profundas y sensibles, por razones que todos debemos comprender y respetar.

Por otra parte, la geofísica latinoamericana se encuentra en una etapa de transición. La Generación del 58 (o sea, el grupo de líderes que surgió a raíz del Año Geofísico Internacional y de las expediciones de M. A. Tuve en Sudamérica) está abandonando las riendas y no hay sucesores a la vista. La participación de los latinoamericanos en los congresos internacionales ha decaído, y los recursos canalizados a la región por los organismos internacionales son ya francamente insignificantes.

Algunos pretenden que necesitamos a otro Mr. Tuve, para unirnos desde afuera y sacudir nuestra proverbial indolencia. Pero ya pasó el tiempo de depender de la benevolencia de protectores foráneos. Puedo asegurar a quienes continúan esperando este tipo de Mesías que los idealistas y visionarios de la geofísica ya se acabaron, si es que existieron alguna vez. Tuve fue un idealista, sin duda; pero si nos benefició fue por razones científicas y no por amor a América Latina. Lo mismo puede decirse de otros empresarios científicos extranjeros que se han interesado por nuestra región de vez en cuando.

En 1974, con base en consideraciones de esta

índole, hicimos el intento de crear una asociación a nivel latinoamericano. El momento parecía propicio, ya que el número de geofísicos había aumentado considerablemente en nuestra región. Sin embargo, aún faltaba madurez. Fracasamos esa vez; la asociación llegó a constituirse pero abortó debido a mezquinas disensiones internas. Quince años más tarde puede haber llegado otro momento favorable, ya que hoy existen uniones geofísicas nacionales, tales como la UGM, en varios países, y podremos apoyarnos en ellas para crear una organización latinoamericana sólida y duradera. Hemos sondeado a los colegas argentinos y brasileños, quienes poseen las asociaciones más activas y poderosas; y su respuesta inicial ha sido alentadora.

El problema de las ondas no lineales en los grandes sismos es típico, pues concierne a la mayoría de nuestros países en forma directa y prioritaria. Es un proyecto que vale la pena emprender en común, a escala regional. Interesa, por diferentes razones, también a los geofísicos de exploración. En efecto, el problema del *ground roll* —o sea de las ondas superficiales generadas por explosiones— subsiste como uno de los problemas no resueltos de la exploración petrolera: aún no se sabe cómo se genera el *ground roll*.

Se objetará que no tenemos pruebas de que ocurrieron ondas superficiales de corta longitud durante el sismo de 1985, ni en otros terremotos. En efecto, si tuviéramos tales pruebas, no sería necesaria la investigación. Pero hasta la teoría lineal predice un acortamiento de la longitud de onda, cuando se reduce la rigidez. Por lo tanto, nuestra agenda de investigación debe consultar, en forma prioritaria, la eventual realización de pruebas en arcillas y otros materiales sedimentarios utilizando vibraciones fuertes. Estos experimentos deben realizarse con sismógrafos espaciados a menos de 10 metros, para detectar ondas no lineales de corta longitud.

Asimismo, debe darse prioridad a investigaciones sobre medios efectivos para proteger a la población civil. No podemos predecir terremotos; pero sí cabe predecir que catástrofes como la de 1985 se repetirán tanto en México como en otros países. Todos los sistemas protectores de los edificios contra rotaciones de la base son prioritarios y deben desarrollarse urgentemente. Un ejemplo son los amortiguadores sintonizados, muy apropiados para el caso de México. La idea no es nueva; data por lo menos de ochenta años atrás. Sin embargo, aún no se ha aplicado en México, ni tampoco en otros países de América Latina. Nuestro compromiso está en razón de las vidas que podamos salvar.