

COMPORTAMIENTO DE LOS EDIFICIOS
ANTE UN SISMO

CONTENIDO:

1. LOS SISMOS.
 - 1.1. CARACTERISTICAS DE LOS SISMOS.
 - 1.2. LA REACCION DE LOS EDIFICIOS
2. EL SISMO DEL 19 DE SEPTIEMBRE DE 1985.
3. LA FORMA DE LOS EDIFICIOS.
4. EL USO DE LOS EDIFICIOS.

CONCLUSIONES.

BIBLIOGRAFIA.

PONENTE: Arq. Norma Suinaga Alvaro
Francisco.

Noviembre - 1987.

1. LOS SISMOS

Un sismo es una sacudida de la corteza terrestre, son muchos los fenómenos naturales que pueden originarlos: la actividad volcánica, las explosiones, el colapso de los techos de las cavernas, etc. Sin embargo, los sismos más importantes desde el punto de vista del diseño de estructuras y cimentaciones son los de origen tectónico, es decir a los asociados con deformaciones a gran escala en la corteza terrestre, debido a la energía tan grande que se libera, y a lo extenso de las áreas que resultan afectadas.

Mientras el océano Atlántico se ensancha 10 cms. anuales, el continente Americano se aleja de Europa y Africa la misma distancia. Numerosas cuencas, como la de Mar del Norte, continuamente se estan hundiendo, en tanto que las llanuras cercanas a ellas se elevan, como es el caso de la Plataforma Escandinava. Estos fenómenos sin aparente relación, se explican actualmente mediante la llamada "Tectónica de Placas" o "Tectónica Global". Pese a que ésta se considera aún como una hipótesis y no una teoría completamente probada, ha logrado explicar muchos de los fenómenos que ocurren en la corteza terrestre. El argumento principal de esta hipótesis, se basa en el hecho de que la mayor parte de la energía del interior de la tierra se disipa en su superficie, manifestándose en unos cuantos cinturones orogénicos, que rodean grandes áreas. En ellas se concentra la mayor parte de la actividad sísmica y volcánica del mundo.

Se le ha dado el nombre de "Placas" a las áreas de la superficie terrestre delimitadas por los cinturones orogénicos (fig. 1). El movimiento relativo de dos de ellas, al ser rígidas, conlleva fenómenos geológicos que producen los sismos. En el mapa mundial de la figura 1, se muestran las 6 placas principales: Placa Africana, Americana, Del Pacífico, Euro asiática, Indoaustraliana, y Antártica. Y las 6 Placas menores: Nazca, Cocos, Caribe, Egeo, Arábica y Filipina.

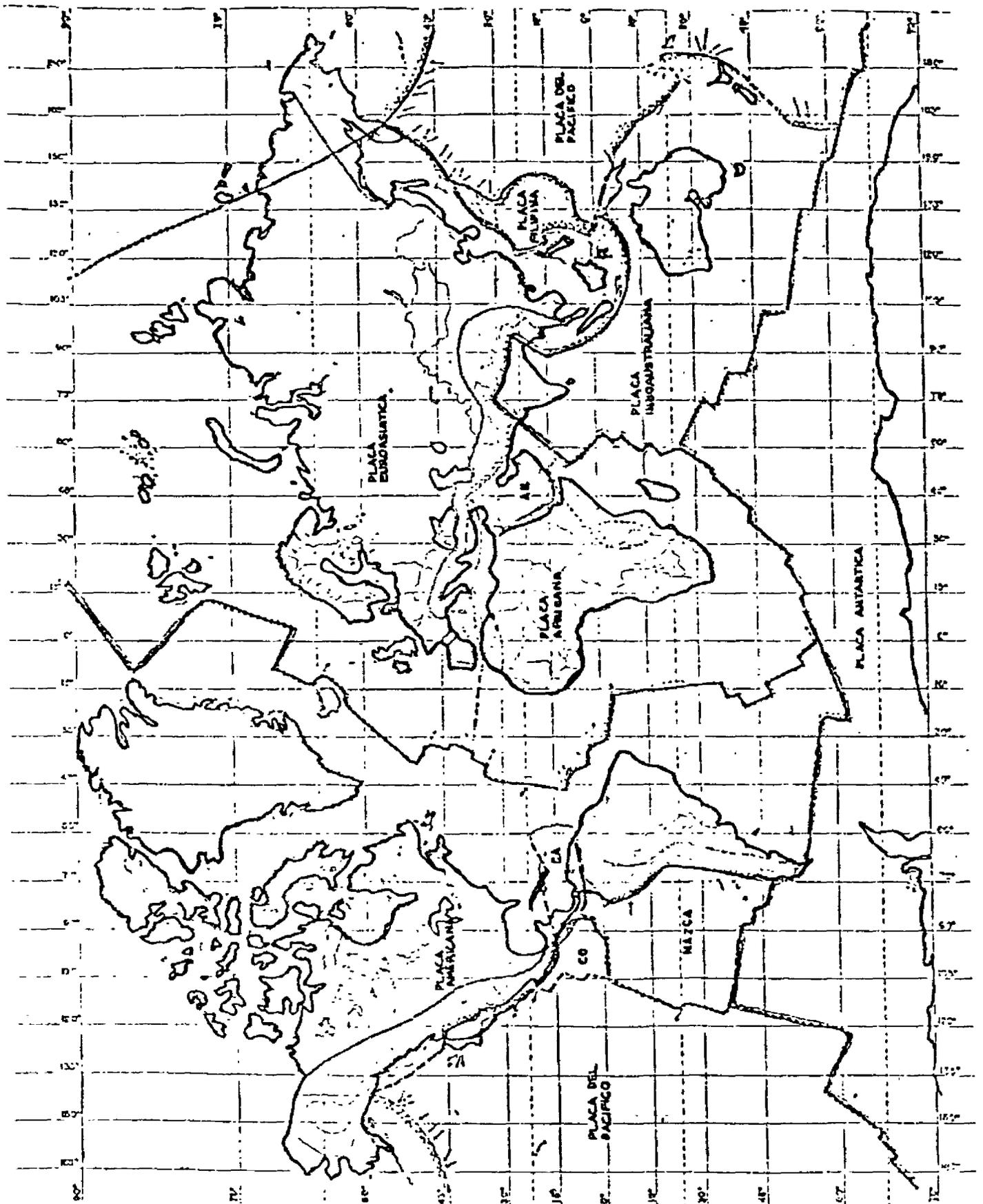


Fig. 1 PLACAS TECTONICAS

1.1 CARACTERISTICAS DE LOS SISMOS

Foco, Magnitud e Intensidad. El foco, centro o hipofoco de un sismo, es el punto de la corteza terrestre en que los cálculos indican el origen de las ondas sísmicas.

La Magnitud es una medida de la energía liberada; es una medida cuantitativa del tamaño de un sismo, y es independiente del lugar de observación. Se determina a partir de la medición de las amplitudes registradas en sismogramas. La escala de magnitudes mas comun es la de Richter, que es una escala logarítmica, de tal manera que un incremento de una unidad en la escala, constituye un aumento de diez veces en la energía liberada. Así un sismo de magnitud 6.0 es diez veces mayor a uno de 5.0. La máxima magnitud registrada en esta escala es de 8.9.

La Intensidad es una medida local de destrucción sísmica, es una medida subjetiva de los efectos de un sismo en un lugar dado. La escala de intensidades que más se utiliza es la denominada "Mercalli Modificada". A un sismo con una magnitud dada según la escala de Richter, corresponderán intensidades diferentes, según la distancia al foco, y las características del suelo donde se efectúa la observación. La escala de Mercalli Modificada (M.M.) tiene doce grados, de acuerdo a la siguiente descripción.

- I. Instrumental. Se observa únicamente con instrumentos especiales.
- II. Muy ligero. Lo sienten las personas que se encuentran en reposo absoluto. Los objetos suspendidos oscilan ligeramente.
- III. Ligero. Sentido por muchas personas localizadas en los pisos altos de los edificios. Se sienten vibraciones semejantes a las que produce un camión al pasar.

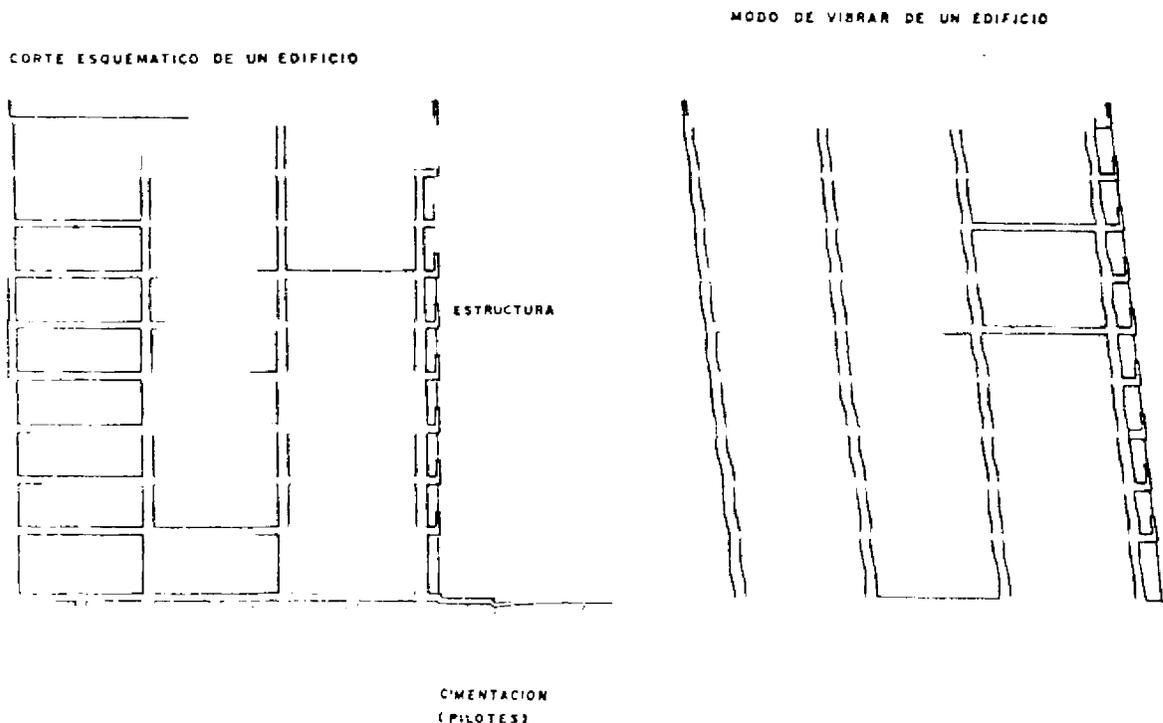
- IV. Mediano. Sentido por las personas en el interior de los edificios, y por algunos en el exterior. No causa pánico.
- V. Fuerte. Lo sienten muchos en el exterior de los edificios. Se rompen algunos vidrios y aparecen algunas grietas en recubrimientos.
- VI. Muy fuerte. Todos sienten el sismo. Produce daños ligeros en edificios pobremente contruidos.
- VII. Violento. Daños insignificantes en edificios bien diseñados y bien contruidos. Daños considerables en edificios mal diseñados o pobremente contruidos.
- VIII. Ruinoso. Daño ligero en estructuras contruidas especialmente para soportar sismos. Daños considerables en edificios ordinarios.
- IX. Destructor. Estructuras bien diseñadas se inclinan por daños en la cimentación. La tierra se agrieta notablemente, desplazamiento de vías férreas y de caminos.
- X. Muy destructor. Destruídas muchas estructuras especialmente diseñadas. Deslizamiento de colinas de arena, y montículos de lodo.
- XI. Catastrófico. Pocas estructuras permanecen en pie. Destrucción completa de sistemas de tubería subterránea.
- XII. Muy catastrófico. Destrucción completa. Las montañas se desplazan grandes distancias.

1.2. LA REACCION DE LOS EDIFICIOS

Un sismo no daña a los edificios por impacto, como lo haría un equipo de demolición, básicamente lo daña la fuerza de la inercia, que se genera a partir de la vibración de la masa del edificio. La masa del edificio, su forma, dimensiones y la configuración, determinan la fuerza que lo afecta, así como los factores que la resistirán.

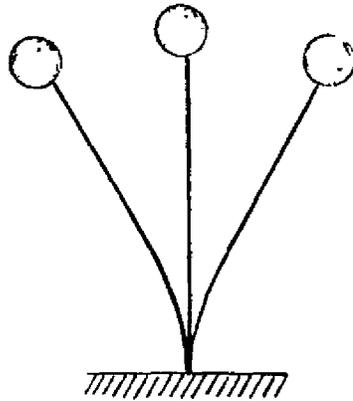
Entendemos por inercia al producto de la masa por la aceleración (Fórmula de Newton $F = m \cdot a$). Aceleración es el cambio de velocidad en un período de tiempo, y es también una característica de todos los sismos. La masa depende de los edificios, al incrementarse, generalmente resulta un incremento de la fuerza de inercia. De aquí se desprende que el uso de materiales ligeros, favorecerá a la estabilidad de los edificios.

La siguiente figura muestra que la vibración del suelo, produce esfuerzos sobre los elementos verticales de soporte.



El peso de los edificios es lo que produce el colapso. Ante un sismo, los edificios caen verticalmente, casi nunca se caen hacia los lados. Las fuerzas laterales tienden a doblar y quebrar las columnas y muros, la acción de la gravedad sobre la debilitada estructura produce el colapso.

Si una persona agita una pieza alargada y flexible, como podría ser un asta bandera, con la mano, y se afianza una pieza pesada en la parte superior del asta, prontamente aprenderá a sincronizar los movimientos de la mano con la tendencia natural de vibrar del asta. El período natural que tiene el suelo de vibración, podemos equipararlo a los movimientos de la mano, y el de los edificios con los del asta bandera. Si estos períodos de tiempo coinciden, el desplazamiento será mayor, podemos decir que entró en resonancia, las cargas se incrementarán.



Los períodos naturales de vibración del suelo, estan entre 0.5 y 2.0 segundos. Los períodos de las estructuras varían de 0.05 segundos para alojar a un equipo de precisión; 0.1 para un garage de un piso; 0.5 para una estructura de tres o cuatro niveles; 1 a 2 segundos para edificios de 10 a 15 niveles; un puente metálico con apoyos distantes puede tener un período de 6 segundos!

2. EL SISMO DEL 19 DE SEPTIEMBRE DE 1985

El jueves 19 de septiembre de 1985, a las 7 horas, 19 minutos, un terremoto de magnitud 8.1 en la escala de Richter, con epicentro localizado frente a la desembocadura del río Balsas, en los límites de los estados de Guerrero y Michoacán, sacudió la República Mexicana, causando enormes daños materiales y un gran número de pérdida de vidas humanas en la Ciudad de México, y en algunas otras poblaciones del país. Al día siguiente, a las 19:30 horas, un segundo sismo de menor magnitud, ocasionó daños adicionales y gran sobresalto entre la población del Distrito Federal. El sismo del 19 de septiembre es el movimiento de mayor intensidad que se ha logrado registrar al detalle en todas sus características.

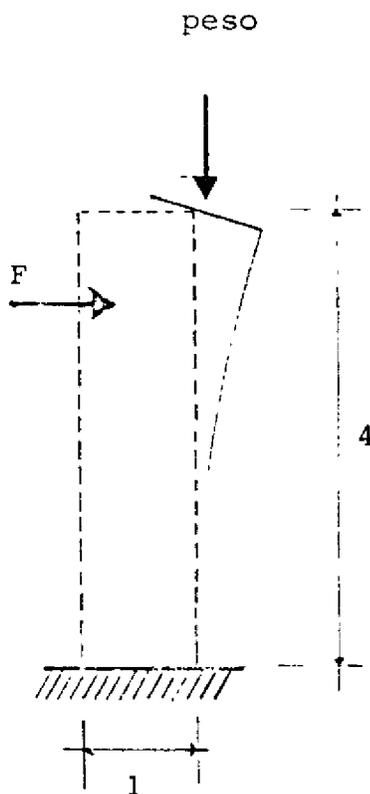
Los sismógrafos que estaban en funcionamiento en la Ciudad Universitaria, en el Centro SCOP, y en otros lugares de la ciudad de México, señalan los datos más relevantes en cuanto a las tres componentes de la aceleración, velocidad y desplazamientos calculados. Las características principales son:

- a. El fenómeno presenta veinte ciclos sostenidos, con un período dominante de vibración de 2 segundos.
- b. De estos ciclos sostenidos, 4 ciclos completos muestran aceleraciones del suelo superiores a 0.18 g.
- c. El factor de amplificación de las aceleraciones del suelo, que resulta de comparar los registros de Ciudad Universitaria con los del Centro SCOP, es del orden de 5.

De las observaciones anteriores, se deduce que aquellas construcciones cuyo período natural de vibración era de 2 segundos, o ligeramente inferior a este valor, entraron en resonancia con el sismo, y sufrieron cuantiosos daños o colapso total. Los factores de amplificación para las construcciones en la zona de transición o de lago, obligan a una zonificación más estricta de las obras.

3. LA FORMA DE LOS EDIFICIOS

Un edificio no es un bloque homogéneo, es un conjunto de partes unidas entre sí, cada una de ellas está sujeta a esfuerzos horizontales y verticales, por estar ligadas con el resto de la estructura. En edificios alargados, el movimiento del suelo afecta de diferente manera que aquellos con otro tipo de configuración. La altura de un edificio también influye en las fuerzas a las que estará sometido. De cualquier forma, la proporción es la característica más importante a considerar; para los edificios altos, la esbeltez (proporción entre alto y ancho) deberá limitarse a 4 por 1, en edificios comunes, que se calculan de igual forma que una columna individual.



Los edificios demasiado esbeltos al estar sujetos a las fuerzas de un sismo, pueden caer de lado, presenta algunas complicaciones evaluar las fuerzas a las que estarán sujetas las columnas ubicadas en el perímetro del edificio.

Para edificios con una relación de esbeltez mayor a 4 por 1, es recomendable llevar a cabo un análisis sísmico dinámico, que determinará las secciones adecuadas de los elementos estructurales. Generalmente estos edificios se construyen a base de estructura metálica.

4. EL USO DE LOS EDIFICIOS

Cuando se planea la construcción de un edificio, se toma en cuenta el uso que tendrá en el futuro, es diferente un edificio de oficinas a uno de habitación. Si a un edificio determinado se le aumenta peso que no se ha considerado en el cálculo, ya sea durante la ejecución o una vez terminado, las fuerzas sísmicas actuarán con mayor intensidad. De igual forma, un edificio cuyos usuarios modifican el sistema estructural (eliminando muros de apoyo), lo están debilitando, y es causa de mayores daños.

CONCLUSIONES

El sismo del 19 de septiembre de 1985, es el movimiento más intenso que ha afectado a la República Mexicana, desde que se han podido registrar estos fenómenos. El factor de amplificación de las ondas sísmicas resultó ser mayor a las consideraciones que se habían definido a partir de los movimientos anteriores. El Nuevo Reglamento de Construcciones para el D. F. contempla un mayor factor de seguridad en el cálculo de los edificios.

Es muy importante respetar el uso para lo que fue construido, no levantar otro piso, sin antes consultar a un especialista. Este es también el caso del edificio donde se encontraron pesados roys de tela, y que se colapsó.

Si se va a modificar un edificio, por ejemplo: quitar unos muros para utilizar la planta baja como estacionamiento; o modificar la planta de un departamento, eliminando parcial o totalmente algún muro de soporte; debemos asegurarnos de no debilitar al edificio.

BIBLIOGRAFIA

Nieto Ramirez, Jose Antonio.

Que enseñanzas nos dejan los sismos del 19 y 20 de Septiembre de 1985?. IMCYC. vol. 23, 1985, 174.

Christopher Arrol, Roberto Reitherman.

Building Configuration and Seismic Design. U.S.A. ,
John Wiley & Sons, Inc. 1982.

Adrian M. Chandler.

Building damage in Mexico City earthquake. Nature. vol. 320
April 1986.