

**INSTRUMENTACION SISMICA**

**ING. ENRIQUE MENA SANDOVAL  
INVESTIGADOR DEL INSTITUTO DE INGENIERIA DE LA  
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

Normalmente vemos los volcanes en reposo absoluto, en otras ocasiones arrojando lava y con fumarolas generando un sismo que es un movimiento del terreno por causas naturales, algunas veces esos temblores o esos sismos alcanzan a afectar áreas importantes como en este caso el temblor del 19 de septiembre de 1985 que afectó del orden del 40% del total del área de la República Mexicana. Cuando se presentan calamidades de este tipo entonces es cuando nos empezamos a preguntar que podemos hacer los Ingenieros, que podemos hacer en general la sociedad para prevenirnos de estos eventos.

Algunos de estos eventos alcanzan intensidades tales que provocan daños en obras y construcciones y principalmente pérdidas de vidas humanas que es lo que más tenemos que lamentar en una calamidad de este tipo. Otros temblores únicamente provocan daños en estructuras o en edificios y solamente pérdidas económicas.

Algunos más, son más graves y pueden alcanzar a afectar líneas vitales, como en este caso un conducto de agua que provoca que la calamidad afecte durante un tiempo más largo que la propia duración del temblor a una amplia zona y a un gran sector de población. Otro de los efectos derivados de los temblores son desde luego las dificultades de comunicaciones, transportes y desde luego la ayuda a las personas afectadas en la zona.

La corteza terrestre no está formada por una placa sólida, consiste en una serie de segmentos que se mueven unos con respecto a otros y que en esas juntas, por llamarlas así, entre una placa y otra es donde se provocan los temblores.

Las placas que afectan a la República Mexicana, la placa de Cocos que se ubica hacia el suroeste, se mueve en dirección noreste, empujando o chocando contra la placa de América que es la que provoca los temblores de mayor magnitud en la República Mexicana, principalmente a lo largo de la Costa desde Jalisco y Colima hasta Chiapas.

El proceso de subducción en esa zona consiste en que la placa de - -

Cocos se mete bajo la placa de América, como ese movimiento no es continuo sino que va avanzando conforme se va venciendo la resistencia de los materiales, de repente es brusco y provoca un temblor.

Otro tipo de temblores que se generan en la República Mexicana son -- también debidos a que la placa de Cocos que está bajo la placa de -- América y que se rompe a una profundidad de entre 80 y 100 kms., esos temblores como los que ocurren en Huajuapán de León, Oaxaca o Ciudad Serdán, Jalisco son llamados temblores de falla normal, los temblores como los decía que se generan en la zona de subducción son temblores que llevan el mismo nombre. Adicionalmente producto del proceso de hundimiento de una placa bajo la otra se producen cambios en la temperatura y composición de los materiales que dan origen a los temblores y en consecuencia a volcanes.

Para tener una idea de la cantidad de eventos sísmicos que ocurren -- en México, basta que en una gráfica se representen los temblores ocurridos en la República que se alcanzaron a registrar con la escasa -- instrumentación que existía en diciembre de 1987, se contaron más de 350 eventos con magnitud mayor de tres, si nosotros graficáramos los eventos que ocurren a lo largo de un año sería una mancha completa.

Para registrar los temblores, para tener una idea de que es lo que está ocurriendo en la corteza terrestre se utilizan diferentes instrumentos, uno de los primeros de que se tiene conocimiento para el registro es una especie de sismógrafo que se encontró en China aproximadamente en el año de 300 de nuestra era. El sistema es muy simple, -- un péndulo que sostiene una serie de pelotitas las cuales caen en función de la intensidad del movimiento. Para 1912 se instala en México, en el sismológico de Tacubaya, un sismógrafo Widger de 12 toneladas, el cual es el primer instrumento con registro de cierta calidad científica de los eventos que están ocurriendo en el país, este sismógrafo continúa en operación hasta nuestros días y ha proporcionado la colección más valiosa de datos sísmicos que se tienen en México.

Un sismoscopio construido en la Universidad, en el año de 1960, como

un reflejo del avance y de la preocupación científica nacional por la instrumentación sísmica, registra únicamente la aceleración máxima -- provocada por un temblor en tres direcciones: la norte la sur este-oeste o la vertical o las dos direcciones horizontales en las cuales se orienta el instrumento.

Un poco antes de la olimpiada de P68, se adquirieron una serie de instrumentos de este tipo, acelerógrafos R-240 los cuales ya registran la historia completa de la aceleración provocada por el temblor en el sitio donde está instalado el instrumento. De estos aparatos se colocaron posteriormente en la alberca olímpica y en el palacio de los deportes para verificar y conocer un poco mejor cual era el efecto que estaban ocasionando los temblores en esas estructuras. Quisiera aclarar una cosa con fines de ingeniería o fines de estudios posteriores que se hacen con los datos de los temblores; se utiliza el registro de aceleraciones en razón de que de acuerdo con Newton es bastante sencillo relacionar la aceleración del terreno con las fuerzas que se provocan en una estructura al conocer la masa de la misma; por su tercer ley que dice que fuerza=masa por aceleración. Por este motivo el instrumento empleado dado que lo está almacenando en esa memoria 5 segundos antes de que se alcance el umbral del disparo o el umbral de arranque del instrumento, con lo cual se asegura que se obtiene un registro de la parte inicial del temblor y desde luego de su desarrollo, estos instrumentos ya proporcionan datos que son directamente transferidos a una computadora para su análisis posterior.

En 1975 con apoyo de las Naciones Unidas se inició en México un proyecto muy ambicioso para instrumentar y colocar aparatos principalmente alrededor del Valle de México, dado que se sabía que la Ciudad de México es altamente vulnerable a los efectos de los temblores generados en la zona de subducción principalmente.

En 1975 se instaló el sistema de información sismotelemétrica de México, con estaciones dotadas de sismógrafos y acelerógrafos que transmiten su señal por radio a un puesto central de registro permitiendo hacer un análisis inmediato de la actividad y los datos que se están reci

biendo en el preciso instante, es decir, podemos tener un registro de lo que está ocurriendo en el sitio donde están colocadas las estaciones.

El puesto central de registro consta de un gran número de instrumentos algunos de los cuales, principalmente los que son más vistosos -- son los tambores, estos continuamente están registrando aún en días de navidad o de año nuevo la actividad sísmica que afecta al Valle de México, adicionalmente a estos tambores de registro se tiene una unidad de graduación de la información que se está recibiendo de manera de que se pueda posteriormente hacer un análisis en la computadora.

Dado que el principal problema de los temblores es que la intensidad del movimiento depende del sitio donde esten situados los instrumentos de medición se requiere de un gran número de acelerógrafos, de un gran número de instrumentos para poder definir adecuadamente las características del temblor en cada lugar, por tal motivo muchas Dependencias Gubernamentales principalmente Comisión Federal de Electricidad, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos se han dedicado a colocar acelerógrafos en sus presas; desde luego por dos razones principales, una para asegurar que el comportamiento dinámico, es decir, el comportamiento durante un temblor en una de esas presas es adecuado dada la magnitud de los daños que puedan esperarse en el caso de falla de una estructura de este tipo y desde luego, la segunda parte para que los diseños de futuras presas sean más confiables y más seguras.

Adicionalmente como parte de algunos proyectos de investigación con el Gobierno Federal, el Gobierno del Estado de Guerrero y algunas universidades de los Estados Unidos, el Instituto de Ingeniería ha instalado una red de acelerógrafos en la costa de Guerrero, nosotros pensamos que el próximo evento importante que se generará en la zona de subducción será en dicha costa, entre Acapulco y aproximadamente Petatlán, ese hueco sísmico donde hace muchos años no ocurre un temblor es la más probable que genere un evento de magnitud importante los próximos años; esta red además permitirá conocer los eventos en el --

momento que se está generando un temblor encima de la zona epicen- -  
tral. El objetivo de conocer el campo cercano es permitir el diseño\_  
de un sistema de alarma que sirva para la Ciudad de México principal-  
mente, dado que las señales se generarán en la costa y tardarán del -  
orden de 60 segundos en llegar a la Ciudad de México; de esta manera\_  
determinaremos si el temblor es de magnitud pequeña o de magnitud - -  
grande para establecer un sistema de alarma adecuado para la Ciudad.

Desde luego uno de los principales objetivos de los estudios en este\_  
momento son los enfocados al conocimiento de lo que está ocurriendo -  
en el Valle de México; el Valle de México ha sido tradicionalmente un  
sitio sumamente riesgoso por efectos de los temblores que se generan\_  
en la Costa si nosotros podemos comprender qué es lo que está ocu- -  
rriendo aquí entonces podremos diseñar mejores reglamentos de cons- -  
trucción mejores edificios, en consecuencia, estructuras que soporten  
mejor los movimientos que los van afectar, por esta razón el Depart-  
amento del Distrito Federal y el Gobierno Federal a través de CONACYT\_  
está apoyando una serie de proyectos de investigación colocando princi-  
palmente acelerógrafos en el Valle de México, en este momento o raíz\_  
del temblor de 1985 se encuentran en operación alrededor de 100 acele-  
rógrafos contra los ocho que había antes de 1985.

Desde luego otro sitio importante en el cual se requiere conocer ade-  
cuadamente cual es el comportamiento de los suelos de la zona y la in-  
tensidad del movimiento es Acapulco, por su proximidad a la zona del\_  
hueco sísmico, la Ciudad de Acapulco es la segunda en cuanto a número  
de instrumentos en la República Mexicana dado su proximidad a la zona  
de subducción.

Una estación acelerográfica consiste principalmente de un instrumento  
que registra el movimiento, dado que durante el temblor se espera que  
haya suspensión de energía eléctrica ese instrumento está respaldado\_  
por una batería, todo esto va colocado dentro de una caja metálica, -  
para protección.

Nuevos instrumentos están en desarrollo tanto en el extranjero como - en la propia Universidad, el Instituto de Ingeniería está diseñando - un instrumento propio, un acelerógrafo de manera que en los próximos\_ años no tengamos que importarlos como ha estado sucediendo hasta el - momento, los instrumentos nuevos ya algunos de ellos con registro de\_ memoria, o registro de diskett, para su lectura rápida en computadora y su análisis inmediato permitirá conocer y tener los datos en la ma- yor brevedad posible.

Ya para concluir, diremos que la zona de subducción mexicana es reco- nocida mundialmente como una de las zonas generadoras de más temblo- res fuertes, es quizás probablemente con la zona de Chile, una de las de más alto potencial sísmico. Todo esto que les he estado comentando - lo debemos examinar con cuidado de manera de que pensemos en que to- dos los datos y todos los registros que estamos obteniendo, que esta- mos analizando, son para que en esta Ciudad de México que vivimos po- damos hacerla más segura.

Muchas gracias por su atención.