

INTRODUCCIÓN

Introducción

El estado de Puebla es una de las 32 entidades federativas que existen en México, está localizado en la región central del país, al oriente de la capital, colinda al norte y al este con Veracruz, al sur con los estados de Oaxaca y Guerrero, al oeste con Morelos, estado de México, Tlaxcala e Hidalgo, como se ilustra en la figura 1. En esta entidad viven más de cinco millones de habitantes, lo cual la convierte en la quinta entidad más poblada del país y al contar con una superficie de 34 251 kilómetros cuadrados ocupa el puesto número 21 entre las entidades federativas (ref 1).

El relieve del estado se encuentra lleno de contrastes ya que las cañadas y serranías son comunes en gran parte del territorio, lo cual es evidencia de una actividad tectónica importante en la zona. En el centro del estado se localiza el valle de Puebla el cual es muy antiguo geológicamente y se extiende hasta el estado de Tlaxcala. Al poniente del valle de Puebla se localiza la Sierra Nevada (ref 2), en donde destacan los volcanes Popocatepetl e Iztaccíhuatl, que señalan los límites entre el valle poblano y los estados de México y Morelos.

Al sureste de la Sierra Nevada, en el Eje Neovolcánico, se encuentran numerosos valles cuya altitud va disminuyendo mientras se encuentran más hacia el sur. El valle de Atlixco, compuesto de suelos de origen volcánico, está localizado al suroeste del valle poblano, al sur se encuentra la mixteca poblana que posee un relieve bastante irregular y formado por numerosas cordilleras. Otros valles que destacan en la Mixteca poblana son los de Chiautla y Acatlán (ref 3).

Al este de la Mixteca poblana está el valle de Tehuacán, compuesto por una planicie alargada que se extiende desde el valle de Tepeaca hasta el sureste del estado. En el límite con Oaxaca se encuentra la cañada de Cuicatlán, que es producto de fallas originadas por el plegamiento del Eje Neovolcánico, la Sierra Madre Oriental y la Sierra Madre del Sur. El valle de Tehuacán está separado de la Mixteca por la sierra de Zapotitlán, de mayor altura que la sierra Mixteca. Al norte del valle de Ciudad Serdán se encuentra el Pico de Orizaba, el volcán más alto de México y que se encuentra en el límite entre Puebla y Veracruz. Al poniente del Citlaltépetl se encuentra el volcán Sierra

Negra, el declive de este volcán y el pico de Orizaba forma los llanos de San Andrés que descienden progresivamente hasta el valle de Tepeaca y los llanos de San Juan que constituyen la zona de transición entre el Eje Neovolcánico y la sección meridional de la Sierra Madre Oriental, que en Puebla es llamada Sierra Norte de Puebla la cual también ocupa regiones de los estados de Hidalgo y Tlaxcala.



Figura 1. Localización del estado de Puebla (ref 4)

Sismicidad en el estado de Puebla. En el estado de Puebla y en algunos de sus estados colindantes, los eventos sísmicos son habituales debido a su situación geográfica, principalmente atribuidos al Eje Neovolcánico y al movimiento relativo entre las placas de Norteamérica y Cocos. Sin embargo, el registro y estudio de eventos sísmicos en la zona es relativamente reciente.

En el año de 1973 se registró un sismo de 7.1 en Orizaba el cual causó pérdidas humanas en Ciudad Serdán y otras localidades de Puebla y Veracruz, otros eventos

importantes son los de Huajuapán de León con magnitud 6.5 ocurrido el 24 de octubre de 1980 y el de Tehuacán del 15 de junio de 1999 con magnitud 7.

El sismo ocurrido en Huajuapán de León, que produjo graves daños en ese sitio y en la zona mixteca, tuvo características similares con el de 1999 dado que ambos están asociados como eventos de profundidad intermedia en la placa de Cocos subducida bajo la de Norteamérica.

El conocimiento del historial sísmico de la zona es un apoyo para la identificación de regiones vulnerables, lo cual es fundamental para prevenir pérdidas humanas y materiales.



Figura 2. Fallas geológicas en el Estado de Puebla (ref 5)

Efecto de sismos. Uno de los sismos que causó daños en el estado de Puebla fue el llamado temblor de Tehuacán, ocurrido el 15 de junio de 1999 cuyo epicentro se localizó a 20 kilómetros aproximadamente al sur-sureste de Tehuacán (ref 6).

El sismo de Tehuacán provocó daños en algunas estructuras ubicadas en la zona epicentral. Los inmuebles más afectados fueron edificios antiguos, debido a una configuración estructural inadecuada, baja resistencia de los materiales componentes, deterioro por intemperismo, inadecuado mantenimiento, daños anteriores debidos a temblores e insuficiencia de las reparaciones después de estos. Como ejemplo se puede señalar la iglesia de la Compañía que se ilustra en la figura 3.



Figura 3. Daños en la iglesia de la Compañía (ref 7)

Las construcciones coloniales, templos y monumentos presentaron la mayor cantidad de daños, en su mayoría las torres y cúpulas de las iglesias; además de que muchos ornamentos en estas construcciones se desprendieron y cayeron. Con relación a la Catedral de la ciudad de Puebla se puede señalar la presencia de grietas y desprendimientos de elementos de ornato en la cúpula de la nave principal y torres. Otras estructuras afectadas fueron: la iglesia de la Compañía, la iglesia de San Agustín, el templo de la Concepción, el edificio Carolino, el Museo Universitario (casa de los muñecos), el Palacio Municipal, el seminario Palafoxiano, la iglesia de la Soledad y la iglesia de San Jerónimo, entre otras. En la ciudad de Cholula: la iglesia de Nuestra

Señora de los Remedios, la parroquia de San Andrés (construida en 1620) y el convento de San Gabriel, entre otras.



Figuras 4 y 5. Daños ocasionados durante el sismo de Tehuacán en el edificio Carolino (ref 8)

En la ciudad de Puebla se presentó el colapso de dos edificios de 3 niveles más planta baja, ubicados en la calle 3 oriente. El edificio de la Facultad de Medicina de la BUAP y una unidad habitacional en la colonia Amalucan también tuvieron afectación estructural grave y debieron ser demolidos.

Algunas de las líneas vitales se interrumpieron durante las primeras horas posteriores al sismo, no hubo suministro de energía eléctrica alrededor de 2 horas, se interrumpió temporalmente el suministro de agua potable en la ciudad de Puebla debido a la falta de energía eléctrica, mientras que el servicio telefónico funcionó con lentitud debido a la saturación de las líneas.

En edificios del sector salud, se presentaron algunos daños en elementos no estructurales e instalaciones. Los hospitales del IMSS en San Alejandro y el de Traumatología y Ortopedia en la ciudad de Puebla tuvieron que ser evacuados.

Aunque en algunas carreteras se reportaron derrumbes y en algunos puentes grietas en elementos estructurales y/o pavimentos, en general no se vio interrumpida la circulación. En el centro histórico de la ciudad de Puebla se decidió cerrar calles donde a juicio de las

autoridades existía la probabilidad de que vibraciones ambientales generaran daños adicionales en las construcciones o en donde se ponía en riesgo la integridad de las personas por construcciones inestables (ref 9).

Objetivo.

Determinar los efectos de sitio en las estaciones acelerográficas Paseo Nicolás Bravo y Lomas del Mármol ubicadas en la Ciudad de Puebla. Para ello se hará uso de funciones de transferencia empíricas.

Contenido.

En el primer capítulo se describe muy generalmente la composición geológica del estado de Puebla, también se presenta el arreglo estratigráfico, así como los principales afloramientos en la zona junto con resultados de estudios geotécnicos realizados en lugares de interés.

En el capítulo dos se presenta la red acelerográfica de la Ciudad de Puebla con algunos aspectos relevantes de su operación, características de los equipos y estadísticas históricas en la red. Se incluyen en este capítulo los registros de los sismos utilizados para determinar los efectos de sitio.

Posteriormente en el tercer capítulo se hace una descripción de los efectos de sitio y su importancia en el análisis sísmico. Se incluye un marco teórico de las funciones de transferencia; así como de los espectros de Fourier y de Respuesta.

Por último se presentan los efectos de sitio observados y las conclusiones obtenidas con dichos resultados.