

I. Sismicidad en el estado de Oaxaca

I. SISMICIDAD EN EL ESTADO DE OAXACA

I.1 MARCO TECTÓNICO

México se ubica entre cinco placas tectónicas: Pacífico, Caribe, Cocos, Rivera y Norteamericana (fig I.1). En esta última se encuentra la mayor parte del territorio mexicano, los Estados Unidos de Norteamérica, Canadá, parte del océano Atlántico y parte de Asia; en la placa del Pacífico se localiza la península de Baja California, gran parte del océano Pacífico y California; la placa del Caribe alberga parte del sur de Chiapas, las islas Caribeñas y los países de Centroamérica. Las placas de Cocos y Rivera son oceánicas y se encuentran debajo del océano Pacífico.

La actividad sísmica en la República Mexicana se debe particularmente, a los desplazamientos entre las placas de Cocos, Rivera, del Pacífico y de Norteamérica, la interacción de estas dos últimas originan la actividad sísmica que se manifiesta en la parte norte de la Península de Baja California, en tanto que la subducción de la placa de Cocos y Rivera bajo la placa Norteamérica, origina la actividad sísmica en el Sureste de México, esta área de contacto comprende toda la costa del Pacífico desde el estado de Jalisco hasta el de Chiapas.



Figura I.1 Placas tectónicas en la República Mexicana

A su vez el estado de Oaxaca está dividido en las siguientes unidades tectónicas (fig I.2):

- A. Cuenca sedimentaria de Tlaxiaco
- B. Cuenca de Tehuantepec
- C. Batolito de Chiapas
- D. Cuenca de Papaloapam
- E. Cuencas Terciarias
- F. Península de Oaxaca
- G. Sierra Madre del Sur



Figura I.2 Mapa tectónico del estado de Oaxaca (ref 11)

En las unidades tectónicas se localizan fallas, que son discontinuidades formadas a partir de fracturas en rocas superficiales de la Tierra, ocasionadas cuando las fuerzas tectónicas rebasan la resistencia de las rocas. En Oaxaca los terrenos Maya, Cuicateco, Zapoteco, Mixteco y Chatino (fig I.3), están definidos por las fallas de mayor consideración en el estado las cuales son:

- Cabalgadura de Vista Hermosa, limita parte de los terrenos Maya y Cuicateco
- Falla Oaxaca, limita a los terrenos de Cuicateco y Zapoteco. Se extiende desde los límites con el estado de Puebla hasta la parte norte de la Ciudad de Oaxaca, es de tipo normal, (ver ANEXO), de la misma forma que las siguientes.
- Falla de Tamazulapan, su extensión abarca desde la parte norte del estado hasta la falla Juchatengo.
- Falla Juchatengo, se extiende desde los límites con el estado de Guerrero hasta la falla Chacalapa.
- Falla Chacalapa, continuación de la falla Juchatengo, extendiéndose hasta la región del Istmo de Tehuantepec.

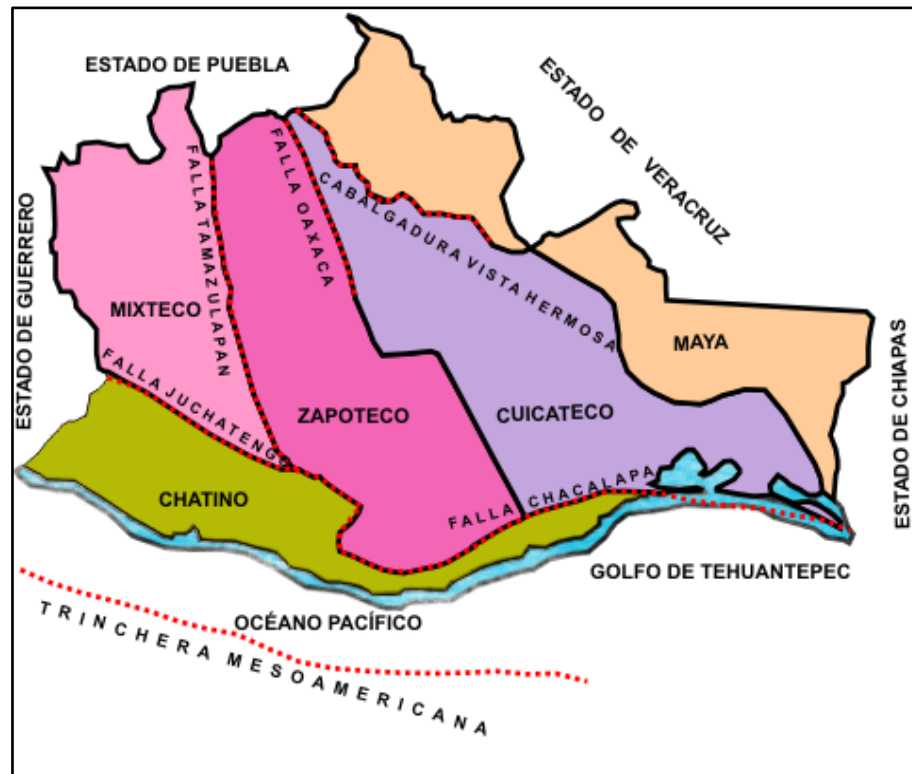


Figura I.3 Fallas en el estado de Oaxaca (ref 12)

1.2 HISTORIA SÍSMICA

El tamaño de un sismo es función de la región que sufre resquebrajamiento, entre mayor sea el área que se rompe por la acción de las fuerzas tectónicas, mayor es el tamaño del temblor. Dado que el área máxima de contacto entre placas se encuentra en las zonas de subducción, es aquí donde se originan los sismos más fuertes.

Los eventos sísmicos con mayor impacto que se han registrado en México, han tenido su origen a lo largo de la costa del Pacífico, en la zona de subducción de la placa de Cocos y de Rivera bajo la placa Norteamericana. En esta zona el ángulo de buzamiento de la placa de Cocos es aproximadamente de 14° , la velocidad relativa con respecto a la de Norteamérica es de 6.4 cm/año y su zona de contacto se encuentra a 16 km de profundidad a lo largo de una franja de 80 km (ref 13). El

estado de Oaxaca se ubica en una zona de alta sismicidad para México, donde la actividad sísmica se clasifica en tres diferentes tipos (ref 14):

- a) Actividad sísmica superficial. Es generada en la zona de subducción de las placas citadas previamente, en una franja aproximada de 80 km a todo lo largo de la costa, en donde la velocidad de penetración de la placa de Cocos es de 7.8 cm por año. Los eventos generados tienen un mecanismo focal de falla inversa, epicentro en la costa y su profundidad promedio es de 16 km. Algunos de los sismos más importantes que han ocurrido son Huatulco 1965 (M=7.8), Pinotepa 1968 (M=7.4), Pochutla 1978 (M=7.8), Ometepec 1982 (M=7), Ometepec 1995 (M=7), Puerto Escondido 1999 (M= 7.4).
- b) Actividad sísmica intermedia. Es debida a un proceso gravitacional asociado con la ruptura de la placa de Cocos con epicentros al sur de la ciudad de Oaxaca y que genera eventos a profundidades entre 25 y 40 km. Estos sismos han alcanzado magnitudes considerables como los del 15 de enero de 1931 (M=7.8) y del 30 de septiembre de 1999 (M=7.5).
- c) Actividad sísmica profunda. Es ocasionada por un proceso gravitacional conocido como mecanismo de falla normal, tienen lugar en la placa subducente con epicentros en el interior del continente al norte de la ciudad de Oaxaca y a una profundidad de 65 a 115 km. Algunos de los eventos ocurridos en esta zona son: 10 de febrero de 1928 (M=6.7), 26 de julio de 1937 (M=7.3), 11 de octubre de 1945 (M=6.5), 25 de mayo de 1959 (M=6.8), 28 de agosto de 1973 (M=7.3), 24 de octubre de 1980 (M=7.1) y 15 de junio de 1999 (M=7).

El estado de Oaxaca a su vez se ha dividido en ocho zonas sísmicas (ref 15), que se aprecian en la figura I.4

- 1) Zona Mixteca Media, en esta zona los temblores afectan a los estados de Guerrero y Oaxaca, sintiéndose con menor intensidad en la costa y Huajuapán de León, el valle central de Oaxaca y las zonas de Tlapa y Chilapa en Guerrero. En algunos casos presentan intensidades más fuertes al oeste de la zona como se observó durante el sismo de 1894 que causó graves daños en la ciudad de

Oaxaca, Silacayoapan e Ixapantepec. En otras ocasiones se han generado intensidades más fuertes al este, por ejemplo el temblor de 1854 ($M=7.7$) que afectó principalmente la Mixteca, Cañada y Valle en especial las poblaciones de Jamiltepec, Juquila, Huaxolotitlán, Amatenango, Tlaxiaco y Juxtlahuaca, también fue sentido en la ciudad de México.

- 2) Zona Huajuapan, los temblores de esta zona afectan primordialmente el sur del estado de Puebla, el noroeste del estado de Oaxaca y el noreste del estado de Guerrero. Esta zona se caracteriza porque en relación con el epicentro la intensidad es más fuerte en la dirección sur que en la dirección norte. Dentro de esta zona se destacan dos temblores el del 19 de julio de 1882 sentido en gran parte del país y el sismo del 24 de octubre de 1980 ($M=7$) debido a un mecanismo de falla normal y con una profundidad de 65 km, se sintió en las ciudades de Oaxaca, Huajuapan de León, Tamazulapan e Ixtlahuaca.
- 3) Zona Norte y Cañada, se caracteriza porque los sismos en relación con su epicentro son más intensos hacia el norte que hacia el sur, afectando principalmente las ciudades de Tehuacán, Orizaba, Córdoba, Veracruz y Puebla. Esta zona es la más extensa y bordea el Eje Volcánico Mexicano, como ejemplos se pueden citar 1928 ($M=7.7$), 1937 ($M=7.6$), 1945 ($M=6.5$) y 1973 ($M=6.8$), todos ellos tuvieron un mecanismo de falla normal y profundidades que oscilaron entre los 82 y 95 km.
- 4) Zona Istmo, es un área comprendida dentro del estado de Oaxaca y limitada al este por el Istmo de Tehuantepec y al oeste por las zonas 5, 6 y 7. Existen tan sólo cinco eventos reportados en los últimos 200 años, dentro de los que destaca el del 27 de agosto de 1911 ($M=6.7$) que fue sentido en el Istmo y alcanzó el grado VI en la escala de intensidades de Mercalli Modificada.
- 5) Zona Mixe, los temblores de esta zona han causado destrucción importante en la ciudad de Oaxaca y el área Mixe. Un evento característico de esta es el del 17 de abril de 1928 ($M=7.7$), que presentó un mecanismo de falla normal, una

profundidad de 115 km y fue sentido en la ciudad de Oaxaca causando graves daños en Villa Alta, Oaxaca.

- 6) Zona Valle, los sismos en esta zona han producido daños en la ciudad de Oaxaca y en la parte sur del Valle de Oaxaca. El temblor del 15 de enero de 1931 ($M=7.8$) ocurrió en esta zona, presentó un mecanismo focal de falla normal y una profundidad de 25 km, causó grandes daños en todo el valle y el poblado de Mihuatlán resultó gravemente dañado.

- 7) Zona Puerto Escondido-Huatulco, los sismos generados en esta zona han afectado localidades de Puerto Escondido, Pochutla, Puerto Angel, Huatulco y Loxicha. Un temblor característico de esta zona fue el del 10 de marzo de 1727 que dejó a la ciudad de Oaxaca en ruinas, ocho días después ocurrió otro reportado como más fuerte que el anterior. Posteriormente con el evento de 1870 ($M=7.9$) Miahuatlán y Pochutla quedaron en ruinas, se formaron grandes grietas en los campos y hubo derrumbes en los cerros reportándose además un fuerte calentamiento del suelo, este sismo fue sentido muy fuerte en Puebla, Tlaxcala y Veracruz. Con relación al sismo del 22 de marzo de 1928 ($M=7.7$) se reportaron ruidos subterráneos en Tehuantepec e invasiones del mar en Puerto Ángel. Por otra parte, el 17 de junio del mismo año se presentó un sismo ($M=8$) que produjo un tsunami ocasionando fuertes daños en Chacahua, Huatulco, Pochutla y Puerto Ángel.

- 8) Zona Pinotepa Nacional-Jamiltepec, las áreas más afectadas por temblores son: Chacahua, Jamiltepec, Pinotepa Nacional y Ometepec. En esta zona es importante mencionar el temblor de San Sixto (28 de marzo 1787) que por los reportes de daños y el área afectada se infiere que tuvo una magnitud superior a 8. Siendo el más grande de todos los sucedidos en la región en los últimos 400 años, este gran terremoto fue seguido de 141 años de ausencia de sismicidad de gran magnitud en la zona.

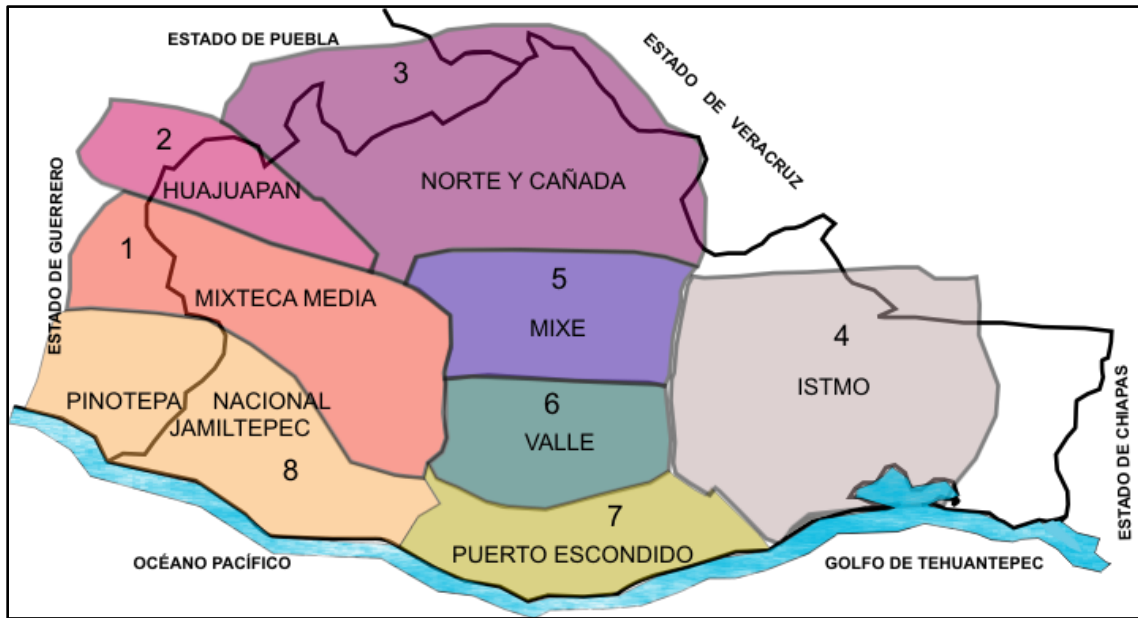


Figura I.4 Zonas sísmicas en el estado de Oaxaca (ref 16)

En la tabla I.1 se presenta un compendio de 30 sismos representativos de las ocho zonas sísmicas del estado de Oaxaca, esta recopilación incluye eventos desde 1727 hasta 2008 cuya $M \geq 6.5$. Los parámetros que la integran son: fecha, hora, zona sísmica, intensidad, magnitud y coordenadas epicentrales. La intensidad es la correspondiente a la escala de Mercalli Modificada (ver ANEXO), en cuanto a la magnitud, la abreviatura mb significa la magnitud basada en ondas de cuerpo y Ms es la magnitud de ondas superficiales (ver ANEXO). Los superíndices al final de las fechas indican la fuente de donde están publicados los parámetros de dichos sismos.

Tabla I.1 Sismos representativos Oaxaca

FECHA	HORA	ZONA	INT (MM)	MAG	EPICENTRO	
					LAT. N	LONG. O
10 Mar 1727 ¹		7	IX	7.5 ≥ Ms ≤ 8.0 7.0 ≥ mb ≤ 8.0		
18 Mar 1727 ¹		7	VIII	7.5 ≥ Ms ≤ 8.0 7.0 ≥ mb ≤ 8.0		
28 Mar 1787 ¹	11:30	8	IX	Ms > 8.0 mb > 8.0		
05 May 1854 ¹	09:15	1	VIII	M = 7.7		
03 Oct 1864 ²	02:00	3	VII	M = 7.3	18.7	97.4
11 May 1870 ¹	23:30	7	X	M = 7.9		
27 Mar 1872 ¹	07:52	7	VIII	7.5 ≥ Ms ≤ 8.0 7.0 ≥ mb ≤ 8.0		
19 Jul 1882 ¹	14:20	2	VII	7.5 ≥ Ms ≤ 8.0 7.0 ≥ mb ≤ 8.0		
02 Nov 1894 ¹	18:35	1	VI	7.0 ≥ Ms ≤ 7.5 6.5 ≥ mb ≤ 7.0		
27 Ago 1911 ³	10:59:18	4	VI	M = 6.7	16.77	95.9
10 Feb 1928 ²	04:38:32	3	VII	M = 6.5	18.26	97.99
22 Mar 1928 ¹	04:18	7	VI	M = 7.7		
17 Abr 1928 ¹	03:25:25	5	VIII	M = 7.7		
17 Jun 1928 ¹	03:20	7	VII	M = 8		
04 Ago 1928 ³	18:27	8	VI	M = 7.4	16.4	97.8
15 Ene 1931 ²	01:51	6	VIII- VII	M = 7.8	16.34	96.87
26 Jul 1937 ²	03:47:04	3		M = 7.3	18.48	96.08
02 Ene 1938 ¹	22:28	1		M = 6.5		
11 Oct 1945 ²	16:52:56	3		M = 6.5	18.32	97.65
24 May 1959 ²	19:17:37	1		M = 6.8	17.72	97.72
28 Ago 1973 ¹	09:50:40	3	VII	M = 7.1	18.3	96.53
24 Oct 1980 ²	14:53:32	2	VI	M = 7	18.03	98.27
07 Jun 1982 ⁴	06:52:33	8		M = 6.9	16.42	98.25
24 Ene 1983 ⁴	08:17:40	4		M = 6.8	16.17	95.21
24 Oct 1993 ⁴	07:52:19	8		M = 6.6	16.17	98.77
14 Sep 1995 ⁴	14:04:33	8		M = 7.3	16.75	98.67
25 Feb 1996 ⁴	03:08:19	8		M = 7.1	15.88	97.98
19 Jul 1997 ⁴	14:22:09	8		M = 6.7	15.86	98.26
15 Jun 1999 ⁴	20:42:04	3		M = 6.7	18.13	97.54
30 Sep 1999 ⁴	16:31:13	7		M = 7.4	16.03	97
16 Ene 2002 ⁵	23:09:55			mb=5.8	15.43	93.55
12 Feb 2008 ⁵	12:50:18			M = 6.6	16.19	94.54

Superíndices:

1 = ref 17 4 = ref 20
 2 = ref 18 5 = ref 21
 3 = ref 19