

EVIDENCIAS DE LEVANTAMIENTO TECTONICO ASOCIADO CON EL SISMO DEL 19 DE SEPTIEMBRE DE 1985, EN LA REGION DE CALETA DE CAMPOS, ESTADO DE MICHOACAN

Rodolfo Corona-Esquiuel¹,
Fernando Ortega-Gutiérrez¹,
Juuentino Martínez-Reyes² y
Elena Centeno-García¹

RESUMEN

El reconocimiento de un segmento de la costa en la región epicentral de los sismos de 19 ($M_s = 8.1$) y 20 ($M_s = 7.5$) de septiembre de 1985, comprendido entre la Playa de Tizupan, Michoacán y Zihuatanejo, Guerrero (aproximadamente 180 km), permitió establecer con certeza razonable el levantamiento que sufrió la costa como consecuencia directa de dichos terremotos. En ausencia de mareógrafos en el área, el levantamiento se cuantificó comparando el nivel de una franja blanca horizontal marcada en las costas acantiladas, constituida por organismos sésiles muertos al ser desplazadas de su hábitat por el levantamiento, y el nivel en el que éstos debieron encontrarse antes del sismo; estos organismos son principalmente el balano *Chthamalus fissus* Darwin y algas coralinas costrosas que se desarrollan en la zona alta de intermareas y la zona de salpicadura de las olas, respectivamente.

Esta franja de organismos se observó a 0.50 m sobre su nivel normal en Neixpa, a 0.60 m en el km 46 de la Carretera Playa Azul-Caletade Campos, a 0.45 m en Chuquiapan y a 0.35 m en Las Penas, lo que permite concluir que el segmento levantado tiene una longitud mínima de 32 km. La presencia en este tramo de costas acantiladas con terrazas de erosión marina de hasta 60 m de altitud, flanqueadas por tramos largos de playas de perfil suave, sugiere que el segmento levantado ha sufrido una historia sísmica reiterada y de gran intensidad relativa durante los últimos miles de años. La disminución sistemática del levantamiento de WNW a ESE observada a lo largo de los 32 km indica que el bloque fue basculado en esta última dirección.

ABSTRACT

Observations made in the epicentral coastal region of the September 19th ($M_s = 8.1$) and 20th ($M_s = 7.5$) Mexican earthquakes, between Tizupan beach, Michoacán and Zihuatanejo, Guerrero (approximately 180 km), permitted to establish with reasonable certainty the uplift of the coast as a direct consequence of the earthquakes. In the absence of tidal gauges in the area, the uplift was measured by comparing the difference between the level of the horizontal white band marked on rocky beaches by dead sessile organisms pushed up from its habitat and its normal level before the earthquakes, these organisms are constituted chiefly by barnacles *Chthamalus fissus* Darwin and coralline algae, which grow at the high tide sea level and splash zone, respectively.

This band was found 0.50 m above its normal level at Neixpa beach, 0.60 m at km 46 of the Playa Azul-Caletade Campos highway, 0.45 m at Chuquiapan beach and 0.35 m at Las Peñas beach, allowing to conclude that the uplifted segment is at least 32 km long. The presence in this segment of coastal cliffs with marine erosion terraces of up to 60 m high, bordered by long, gently sloping sandy beaches, suggests that the raised segment has suffered a relative, continuous history of intense seismicity during the last thousands of years. The systematic decrease of the measured uplift from WNW to ESE along the 32 km indicates that the coastal block was tilted in this latter direction.

INTRODUCCION

El 19 de septiembre de 1985, a las 7:17 hrs tiempo local, un terremoto de magnitud $M_s = 8.1$ (Figura 1) sacudió la costa suroccidental de México, con epicentro localizado a 18.27° N y 102.48° W (Astiz *et al.*, 1985). Sesenta segundos después las ondas sísmicas llegaron a la Ciudad de México y este sismo se recuerda como el más destructor en toda la historia del país. Se estima que uno de cada mil habitantes del Distrito Federal murió y cuatro quedaron sin hogar.

El sismo llenó un claro con un mínimo de 50 años de inactividad sísmica relativa, rompiendo un segmento de la zona de subducción de 180 km de longitud. El impacto se inició a una profundidad promedio de 17 km y se propagó en dirección de la inclinación de la falla (Trinchera Mesoamericana) unos 70 km. Otros parámetros de importancia (Astiz *op. cit.*) son que el evento tuvo una solución focal de falla inversa con su plano inclinado 12° y un azimut de 295° . El momento sísmico, basado en las ondas Raleigh, fue de aproximadamente 9×10^{27} dinas-cm y la caída de esfuerzo se estimó en 10 bares (Anderson *et al.*, 1985). El deslizamiento neto del segmento desplazado fue cercano a los 2 m.

Después de un rápido reconocimiento llevado a cabo entre los días 23 y 24 de septiembre en el área afectada por el sismo para determinar en forma preliminar un mapa de iso-

¹ Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán, 04510 México, D. F.

² Estación Regional del Centro, Instituto de Geología Universidad Nacional Autónoma de México, Apartado Postal 376, 36000 Guanajuato Gto.

sistas (Ortega-Gutiérrez et al., 1985), la investigación se concentró en un análisis más detallado de los efectos geológicos asociados con el sismo en el área del epicentro, realizándose la etapa de campo del 27 de noviembre al 7 de diciembre del

mismo año. Estos esfuerzos se concentraron en la posibilidad de un levantamiento tectónico de la costa como resultado directo del terremoto. Los resultados de esta investigación constituyen el objetivo principal del presente artículo.

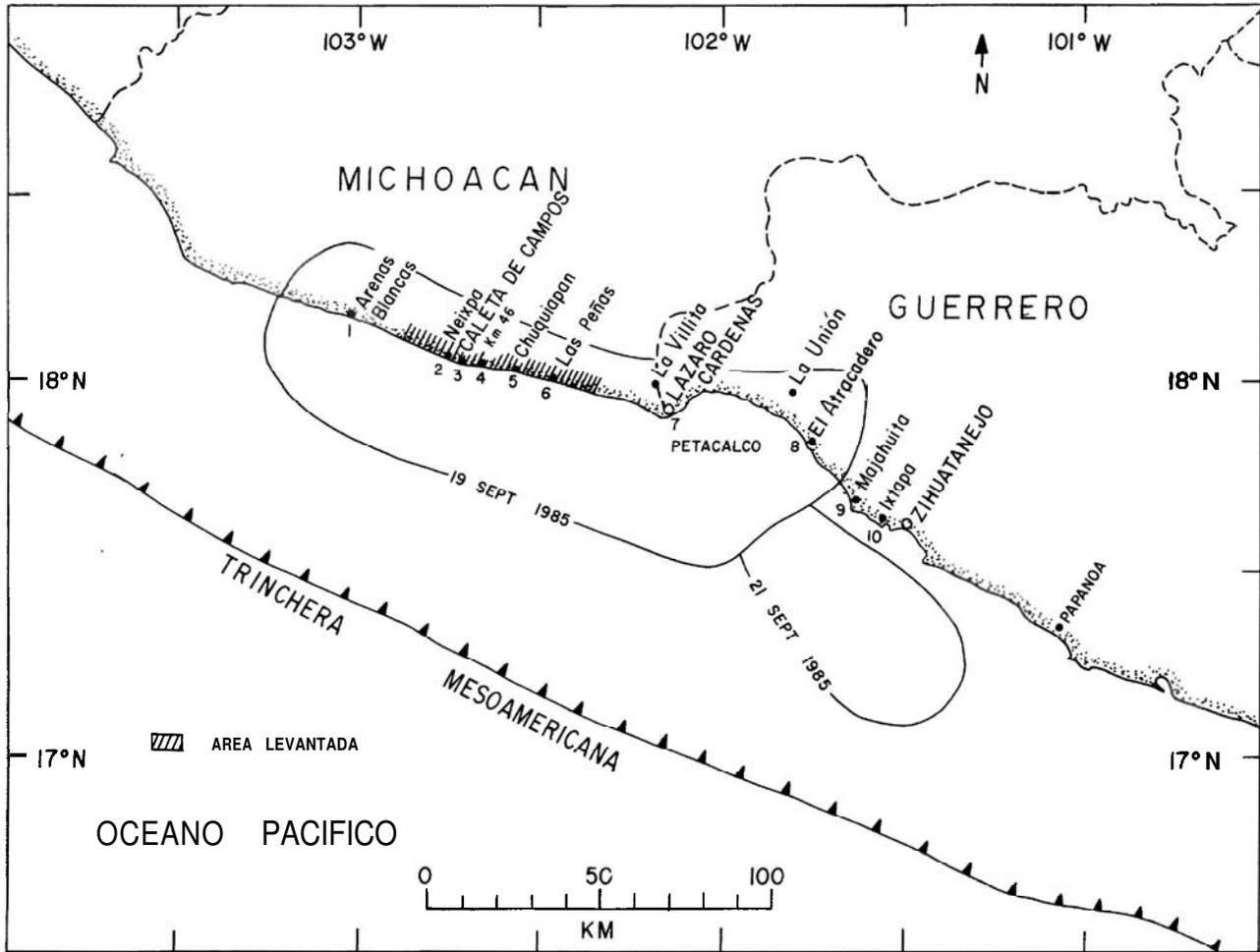


Figura 1.- Mapa índice que muestra la zona epicentral de los sismos de septiembre de 1985 (Bodin, comunicación personal, 1986), lugares donde se realizaron las observaciones y segmento levantado.

MÉTODOS

El estudio se basó principalmente en el reconocimiento de varios puntos con afloramientos acantilados en un segmento de la costa de 180 km de longitud adyacente a la zona del epicentro (Figura 1). En ellos se buscaron marcas permanentes en la roca que pudieran indicar evidencias de levantamiento. En este caso, las mareas utilizadas fueron organismos sésiles que se desarrollan en la zona de intermareas (Figura 2).

En cada localidad se midió la altura de cada horizonte respecto al nivel del mar, anotándose la fecha y hora de observación a fin de poder hacer las correcciones por marea y referirlos al plano de referencia (nivel de baja-mar media inferior), que es el utilizado para pronosticar las mareas en las costas del Océano Pacífico y Golfo de California (Instituto de Geofísica, 1984).

Los horizontes que se midieron para cuantificar el levantamiento, de abajo hacia arriba, son los siguientes:

- A) Arrecife del coral *Podlopora elegans* Dana (solo se observó este horizonte en la localidad del Km 46).
- B) Zona de 0.40 m constituida por *Chama sordida* Broderip, *Branchiodontes (Acidimythillus) adamsianus* Dunker, *Modiolus capax* Conrad y *Megabalanus* sp.
- C) Zona de algas verdes enteromorfas, de espesor variable.
- D) Zona de 0.10 m a 0.20 m constituida por el balano (*Chthamalus fissus* Darwin), junto con algas coralinas costrosas. Ambos organismos recientemente muertos forman un franja blanca muy conspicua en las costas acantiladas, levantadas por el sismo.

El habitat de estos organismos es la zona de intermareas, la cual comprende en promedio 0.60 m de anchura en el área estudiada; dentro de ella, los organismos pueden ocupar diferentes alturas dependiendo de las condiciones del medio y de su facilidad de adaptación.

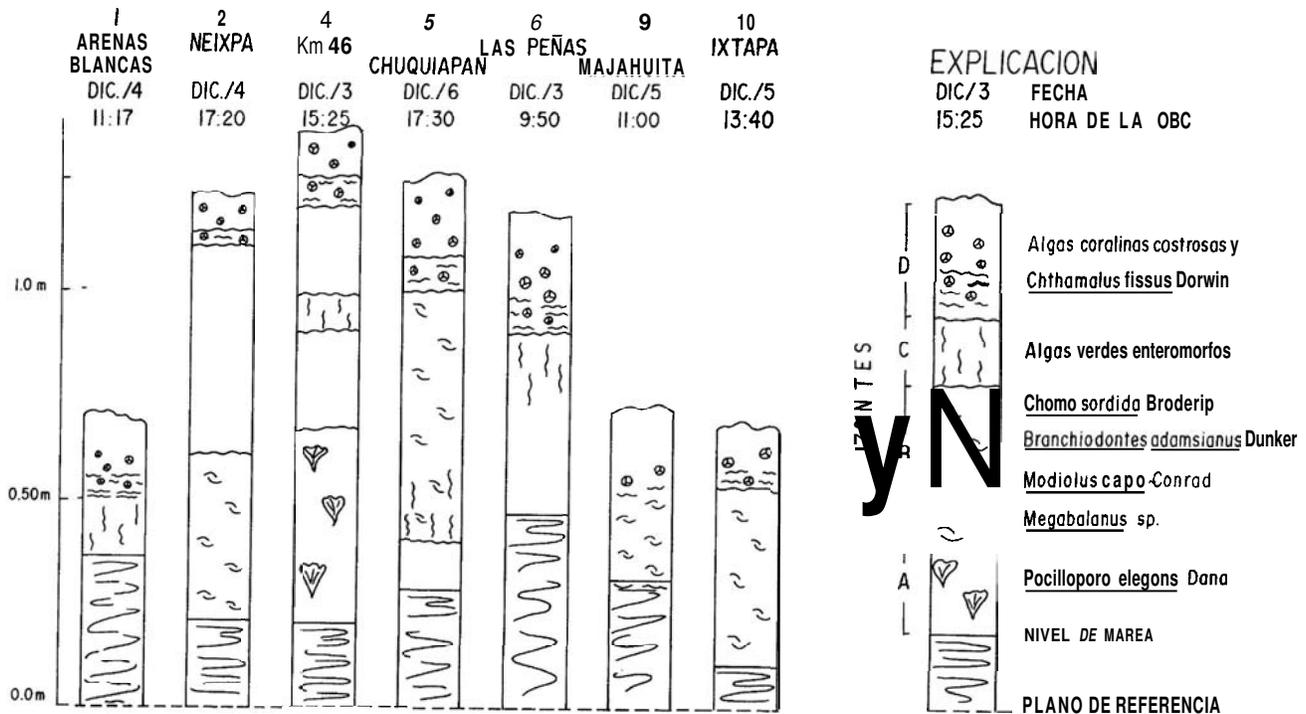


Figura 2.- Secciones que muestran la ubicación de los organismos sésiles respecto al plano de referencia, en cada localidad.

De estos horizontes, según Brusca (1973) el D corresponde al nivel de pleamar media, debido a que el habitat de *Chthamalus fissus* se restringe a la zona de máxima pleamar y a la zona de salpicadura de las olas. Por otra parte, las algas coralinas costrosas encontradas en este mismo horizonte solo se desarrollan en la zona supralitoral (Biol. Carlos Candalaria, comunicación personal, 1986).

De acuerdo con lo anterior, se considero como magnitud de levantamiento para cada localidad la diferencia entre la altura del horizonte D y el nivel de pleamar media correspondiente al área, el cual de acuerdo con las Tablas de Predicción de Mareas (Instituto de Geofísica, 1984) es de 0.55 m, que es el resultado de la **interpolación** entre Manzanillo (0.723 m) y Lazaro Cardenas (0.527 m). En segundo termino se trato de obtener datos absolutos del nivel del mar antes y después del sismo en algunas oficinas gubernamentales como Secretaria de Marina, Secretaria de Desarrollo Urbano y Ecología, Secretaria de Asentamientos Humanos y Obras Publicas y Siderurgica Lazaro Cardenas Las Truchas, con resultados infructuosos, debido a que los **mareógrafos** instalados en la región estudiada tuvieron algunos problemas. Por **último**, se **recurrió** a la entrevista de numerosos habitantes de la zona costera (comerciantes y pescadores), a fin de conocer su opinión sobre cambios aparentes en la posición normal del nivel del mar observados después del sismo, pudiéndose confirmar algunos de estos comentarios.

RESULTADOS

A continuación se describen las evidencias observadas en las 10 localidades visitadas; partiendo del norponiente al suroriente. las alturas de los horizontes de organismos están

referidas al nivel del mar en el momento de la observación las cuales, como ya se indicó, fueron relacionadas con el plano de referencia.

ARENAS BLANCAS

Corresponde a la primera localidad y se sitúa 35 km al NW de Caleta de Campos; **ahí** se observó, entre los 0.35 y 0.50 m sobre el plano de referencia, el horizonte de **balanos** y algas coralinas costrosas vivas, por lo que se infiere que no hubo levantamiento perceptible.

HEIXPA

Se ubica 3.5 km al NW de Caleta de Campos; en esta localidad se observó el horizonte B (*Chama sordida* y organismos asociados) entre los 0.20 y 0.60 m sobre el plano de referencia. La mayoría de estos organismos estaba muerta y solo unos cuantos sobrevivían en la parte inferior gracias a las salpicaduras de las olas. Se infiere que estos bivalvos tenían poco tiempo de muertos porque algunos conservaban la valva superior y unos cuantos aun presentaban las partes blandas en estado de descomposición. El horizonte D (**balanos** y algas coralinas costrosas muertas) se observó entre 1.05 y 1.15 m sobre el plano de referencia. En este lugar se calculó que el levantamiento fue de 0.50 m, aproximadamente.

CALETA DE CAMPOS

En los penascos **de** esta bahía (Figura 1) no se observó organismos **sésiles**, por lo que no fue posible determinar la magnitud del levantamiento. Según el testimonio de algunos pescadores, después del temblor del **19**, el mar se retiró más de lo normal **para** esta **época** del año, de tal manera que el **per-**

cebe normalmente recogido bajo el nivel del mar quedo expuesto en la superficie.

KILOMETRO 46

En una pequeña bahía frente al Km 46 de la carretera Playa Azul-Caleta de Campos (Figuras 2, 3 y 4), se observó un arrecife del coral *Pocillopora elegans* (horizonte A) con la cima emergida a 0.40 m aproximadamente del nivel del agua en el momento de la observación (0.65 m del plano de referencia). En la parte inferior de la colonia que permanecía bajo el agua, los polipos se encontraban aun vivos, en contraste con la parte superior (Figura 4), que estaba expuesta a la intemperie, y cubierta por una costra verdosa compuesta por los polipos recientemente muertos, lo cual apoya la hipótesis de un levantamiento reciente. A 0.23 m la cima de la colonia de corales (0.90 m sobre el plano de referencia), se observó una zona de algas enteromorfas (horizonte C) desecadas sobre los escarpes rocosos. Por último, a los 0.54 m de la cima de la colonia de corales (1.20 m sobre el plano de referencia), se ubicó el horizonte blanco de *balanos* y algas coralinas costrosas muertos (horizonte D), como se muestra en la Figura 3. Realizando las operaciones correspondientes, se calculó un levantamiento del orden de 0.60 m para esta localidad.



Figura 3.- Fotografía de la bahía frente al Km 46 de la carretera Playa Azul-Caleta de Campos, que muestra en la parte inferior a la colonia de corales y hacia la porción media el horizonte D, constituido por balanos y algas coralinas costrosas.

CHUQUIAPAN

Se ubica 16 km al suroriente de Caleta de Campos (Figura 1).

En la parte rocosa de esta bahía se encontró, desde el nivel de la marea hasta los 0.17 m de altura, algas enteromorfas vivas, probablemente desarrolladas durante los dos meses posteriores al sismo; también se encontró una zona con una población muy densa de *Chama* sp. de los 0.18 m hasta aproximadamente 0.68 m del nivel de la marea; estos bivalvos murieron recientemente, quedando aun vivos solo aquellos que están adheridos a grietas u oquedades bajo la sombra. Entre los 0.72 y los 0.80 m sobre el nivel de marea, se ubicó al horizonte D correspondiente a los balanos y algas coralinas costrosas. El levantamiento calculado para este lugar es de 0.45 m.



Figura 4.- Misma bahía que en la figura anterior, mostrando al arrecife de corales emergido como resultado del levantamiento asociado al sismo.

LAS PEÑAS

Se localiza entre Caleta de Campos y Playa Azul (Figura 1). En el momento de la observación, la marea estaba a 0.47 m sobre el plano de referencia. Entre los 0.28 y 0.43 m sobre el nivel de la marea se observó el horizonte C de algas enteromorfas y entre los 0.43 y 0.48 m el horizonte D, calculándose un levantamiento de 0.35 m aproximadamente.

LAZARD CARDENAS

En este lugar, los efectos de mayor relevancia geológica del sismo ocurrieron en la zona costera, especialmente en la localidad denominada "La Isleta", donde se asienta FERTIMEX. Los muelles y construcciones con cimientos profundos y provistos de pilotes no parecen haber sufrido cambios de nivel respecto al mar después del sismo. Sin embargo, otras construcciones sin cimientos profundos como bodegas, bases de torres de electricidad, patios de almacenamiento, etc. se hundieron entre 10 y 18 cm, probablemente porque las arenas no consolidadas, sobre las que están construidos, se esparcieron y compactaron por vibración durante el sismo. En esta localidad el fenómeno de licuación fue general.

EL ATRACADERO

En esta playa, que está situada entre Lázaro Cardenas e Ixtapa (Figura 1), no se observó zonas rocosas con fauna sessil y al entrevistar a algunos pescadores, estos dijeron que no observaron cambios del nivel del mar después del sismo.

MAJAHUITA

En esta localidad, situada 14 km al noroeste de Zihuatanejo (Figura 1), las narraciones de los pescadores fueron contradictorias en el sentido de que uno dijo que después del temblor habían quedado bancos de ostiones afuera, levantados aproximadamente 0.50 m pero, según otros dos pescadores que contradijeron al primero, los ostiones aun estaban bajo el agua y su nivel era normal.

En esta localidad no se consideró levantamiento perceptible, puesto que durante la visita pudo observarse como las olas banaban a los balanos del horizonte D.

IXTAPA

En el lugar denominado Playas Cuatas se observó entre los 0.10 y 0.50 m sobre el plano de referencia un banco de ostras; y entre los 0.50 y 0.60 m el horizonte D correspondiente a **balanos** y algas coralinas costrosas. La hora en que se hicieron las observaciones coincidió con la marea baja (Figura 2), de forma tal que el límite de la marea alta quedaría aproximadamente 10 cm debajo del horizonte D y significa que si hubo levantamiento este fue mínimo, casi imperceptible.

En esta misma localidad se observó el horizonte D sobrepuesto a un banco de ostreidos, en el cual solo se conservaban adheridas a las rocas las valvas inferiores, que mostraban **abrasión** por la acción de las olas. El desarrollo de los **balanos** del horizonte D requiere de un tiempo determinado y que ahora se encuentren creciendo sobre el banco de ostras muertas indica una migración de aquellos hacia abajo como resultado de un levantamiento anterior de la costa. Según testimonio de los pescadores, las ostras ya habían emergido varios años atrás, por lo que se considera que el nivel del mar no **sufrió** cambios sensibles después de los sismos de septiembre.

El levantamiento aparente, calculado entre 0.30 y 0.60 m, queda fuera de la amplitud a largo plazo de las oscilaciones del nivel medio del mar documentadas en la región suroccidental de México entre 1952 y 1972 (Godin *et al.*, 1980). Según estos autores, la oscilación máxima en ese periodo fue de unos 15 cm, hecho que indica que el levantamiento propuesto en la región estudiada (cuatro veces superior) es real y de origen tectónico.

Con los datos obtenidos hasta la fecha, no es posible determinar con exactitud la longitud del área levantada ni constatar si hubo hundimiento en otras áreas, ya que en un tramo intermedio del área estudiada se interpone el delta del Balsas, donde por la falta de costas acantiladas el desarrollo de organismos **sésiles** no es evidente, reapareciendo nuevamente ya en su posición normal 60 km al suroriente en El Atracadero y Majahuíta. Sin embargo, se estima que el área levantada (desde Neixpa a Las Penas) es, por lo menos, de 32 km y que el levantamiento no fue uniforme, quedando la porción noroccidental más levantada que la suroriental, según se muestra en la Figura 2. Tampoco es posible precisar con los datos actuales si el levantamiento lo causó el rompimiento de la placa continental (cabalgante) como ocurrió en el terremoto de Alaska en 1964 (Plafker, 1964) o si fue el resultado simplemente de su deformación como consecuencia del empuje de la **placa** oceánica del Pacífico en su proceso de subducción (LeFebvre y McNally, 1985).

SIGNIFICADO GEOLOGICO

La historia sismotectónica del sur de México nace con la individualización de la Placa de Cocos y el inicio de su subducción al comenzar el Mioceno, hace unos 25 Ma. Este proceso de colisión litosférica ha ocasionado que el margen continental del sur de México se eleve paulatinamente, ya sea discretamente durante los grandes terremotos o **asísmicamente** en forma lenta y continua. McMillen y Bachman (1982), con base en el estudio micropaleontológico de los sedimentos submarinos del área de Pinotepa Nacional-Acapulco obtenidos durante el crucero oceanográfico Etapa 66 del Programa de Perforación Profunda del Mar (Deep Sea Drilling Project), calcularon un ritmo sostenido de levantamiento del margen

continental de esta región en 130 m/millón de años para los últimos 16 Ma.

Por otro lado, asumiendo un promedio constante de unos ocho sismos de magnitud (M_s) 8 o más por siglo (Singh *et al.*, 1985) en el segmento de 1,600 km de longitud de la Trincherá Mesoamericana en territorio nacional y como resultado del levantamiento de un tramo de 32 km semejante al que estableció en el presente artículo, el levantamiento total del área, con base en los 45 cm de promedio obtenidos para el caso del sismo del 19 de septiembre sería de 720 m/millón de años, que es una cifra superior a la obtenida por los estudios batimétricos de McMillen y Bachman (*op.cit.*). Sin embargo, una cifra de tres por siglo debe considerarse como más aproximada a la realidad con base en revisión de los datos antes mencionados (S. K. Singh, comunicación personal, febrero de 1986). El levantamiento entonces sería únicamente de 270 m/millón de años, que es una cifra semejante a la de McMillen y Bachman (*op. cit.*).

La presencia de terrazas de erosión marina elevadas hasta 60 m.s.n.m. y con base acantilada coincide **significativamente** con el segmento donde se observó el levantamiento. La formación de estas terrazas por elevación eustática del nivel del mar en periodos interglaciales anteriores al actual es poco factible, puesto que playas de perfil suave flanquean precisamente al segmento elevado por el sismo; por ello, es probable que reflejen una historia sismotectónica más intensa y reiterada del mismo bloque durante las últimas decenas de miles de años. Es importante mencionar en este contexto que la curva de variación del nivel medio del mar a largo plazo en la región de Acapulco presenta tendencias netas atribuibles, según Godin y colaboradores (1980), a un origen tectónico. Según estos autores, la tendencia del nivel del mar es descendente y corresponde a una elevación constante de la costa de aproximadamente 35 cm, en un periodo de 25 años comprendido entre 1952 y 1975; en él, aparentemente no se registró un ascenso sensible de la costa a causa del sismo de 1957 ($M_s = 7.7$), cuyo epicentro se localizó en las cercanías de Acapulco. El ritmo correspondiente de levantamiento **asísmico** en esta región de Acapulco es de 1.4 cm/año y se ignora si el fenómeno continúa hasta la fecha. Esta velocidad de deformación local es aproximadamente 50 veces superior que la derivada del análisis sismotectónico hecho arriba, por lo que es probable que se mantenga únicamente hasta que los esfuerzos concentrados que la están produciendo se liberen sísmicamente.

CONCLUSIONES

1— Con base en la ubicación de la fauna marina **sesil** muerta recientemente a 0.50 - 0.60 m sobre su posición normal respecto al nivel del mar, se concluye que un área comprendida entre Arenas Blancas y Playa Azul sufrió levantamiento de esa magnitud como consecuencia del sismo reciente del 19 de septiembre de 1985.

2— El levantamiento diferencial desde el área de Neixpa hasta Las Penas sugiere un basculamiento hacia el oriente del bloque levantado.

3— La ausencia de acantilados en algunas playas a lo largo de la costa podría indicar que estas pertenecen a bloques o segmentos de la placa que se han mantenido relativamente quietos en los últimos miles de años.

4— En Ixtapa, el crecimiento de **balanos** sobre restos

de ostiones erosionados parcialmente y cuyo **habitat** es de profundidad mayor, permite concluir que hubo un levantamiento de la costa en las últimas decenas de años anterior al del 19 de septiembre de 1985.

5— El desarrollo de terrazas de erosión marina en Caleta de Campos y otras porciones de la costa, a alturas entre 40 y 60 **m.s.n.m.**, sugiere levantamientos tectónicos reiterados & ciertos segmentos de la costa con duración de varias decenas de miles de años.

ACRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la colaboración de los doctores José Guerrero G. y Luis M. Mitre S., Director y Secretario Académico del Instituto de Geología, durante el **desarrollo** de este trabajo, por el apoyo que brindaron para la realización del mismo.

Asimismo, agradecen la colaboración del Biol. Carlos Candelaria, Mto. J. Luis **Cifuentes**, Dra. **Lourdes** Segura, Dra. Ana Ma. Fernández y **Biól.** Rita González G., quienes **desinteresadamente** contribuyeron en la determinación de algunas de las especies mencionadas, proporcionando, al mismo tiempo, información sobre su **habitat**.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Astiz, Luciana, **Eissler**, Holly, y Kaharnore, Hideo, 1985, **Source** parameters of the September 1985, Mexico **earthquakes**: Oaxaca, Mexico, Union Geofis. Mexicana, Reunion Anual 1985, Simp. El temblor de Michoacán 1985 y sus efectos, Resúmenes GTS-64-165.
- Anderson, J., Bodin, P., Brune, James, Masters, G., **Vernon**, F., **Almora**, D., Mena, E., Onate, M., Prince, Jorge, Quaas, R., y Singh, S. K., 1985, Strong ground motion and **source** mechanism of the Mexico earthquake of September 19, 1985 ($M_s = 8.1$): Oaxaca, Mexico, Union Geofis. Mexicana, Reunion Anual 1985, Simp. El temblor de Michoacán 1985 y sus efectos, Resúmenes GTS-65-167.
- Brusca, R. C., 1973, Common intertidal invertebrates of the Gulf of California: Tucson, Univ. Arizona **Press**, 513 p.
- Godin, G., de la Paz, R., Rodríguez, N., y Ortiz, M., 1980, **Las** mareas y el nivel del **mar** a lo largo de la costa: **Geofís.** Internal. (Mexico), v. 19, p. 239-258.
- Instituto de Geofísica, 1984, Tabla de predicción de mareas 1985; Puertos del Océano Pacífico: Mexico, D. F., Univ. Nal. Auton. Mexico, **Inst.** Geofísica, 399 p.
- LeFebvre**, L. V., y **McNally**, K. C., 1985, Stress distribution and subduction of aseismic ridges in the Middle American subduction zone: Jour. Geophys. Res., v. 90, p. 4495-4510.
- McMillen**, K. F., y Bachman, S. B., 1982, Bathymetric and tectonic evolution of Project Leg 66: in Lee, M., ed., Initial reports DSDP, v. 66, Washington, D. C., U. S. Govt. Printing Office, p. 815-822.
- Ortega-Gutiérrez, Fernando, Corona-Esquivel, Rodolfo, Martínez-Reyes, Juventino, y Quintero-Legorreta, Odranoel, 1985, Isosistas preliminares de la región epicentral del sismo del 19 de septiembre de 1985 y fenómenos **geológicos** y **destructivos** asociados: Oaxaca, Mexico, Union Geofis. Mexicana, Reunion Anual 1985, Simp. El temblor de Michoacán 1985 y sus efectos, Resúmenes GTS-67-169.
- Plafker, George, 1964, Tectonics of the March 27, 1964 Alaska earthquake: U. S. Geol. Survey, **Prof. Paper** 543-I, p. 1-74.
- Singh, S. K., Rodríguez, M., y Espindola, J. M., 1985, A catalog of shallow earthquakes of Mexico from 1900 to 1981: in Número especial, Información Científica y Tecnológica, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, v. 7, num. 110, p. 13.

Manuscrito entregado: 26 de marzo de 1986.

Manuscrito corregido devuelto por el autor: 10 de septiembre de 1986.

Manuscrito aceptado: 5 de enero de 1987.