

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS

COLEGIO DE GEOGRAFIA

La Depresión Chapala - Acambay - México - Oriental

T E S I S

Para optar por el título de:
LICENCIADO EN GEOGRAFIA
que presentan:
JUDITH DURAN CASILLAS
MARIA TERESA HURTADO OLIVO
ROSA ESPRIU SEN.

MEXICO, 1973

17115

1362



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTO

Al Doctor Jorge A. Vivó Escoto por la dirección del trabajo de campo y de gabinete; por la colaboración en la redacción y revisión de la tesis.

A los profesores del Colegio de Geografía, Mauricio Aceves García, Consuelo Gómez Escobar, Isabel Mayén Pimentel, María Inés Ortiz Alvarez, Carmen Valverde Valverde y Enrique Zapata Zepeda; al maestro Juan Antonio Soto Romero; a la licenciado Rosalía Vidal Zepeda y a los pasantes José-Ayala Martínez y Luz María Tamayo Pérez.

Reconocemos la valiosa colaboración del profesor Mauricio Aceves García en la obtención de algunas de las fotografías que ilustran este trabajo; así como la confección de las curvas de nivel de las cartas tectónicas y los cortes verticales correspondientes, a las licenciados Carmen Valverde Valverde e Inés Ortiz Alvarez.

A los dibujantes Humberto Robles Ubaldo y Wilfrido Ayala García.

A los señores profesores Doctor Felipe Guerra Peña, Maestro Gilberto Hernández Corzo, Maestra Dolores Riquelme de Rejón y Licenciado Consuelo Gómez Escobar por el interés que tuvieron en la revisión de esta tesis.

A C L A R A C I O N

Es necesario hacer la aclaración de que en los trabajos sobre la Depresión Chapala-Acambay-México-Oriental se mantiene el empleo de la designación tradicional y correcta del Valle de México, en lugar de la errónea de Cuenca de México.

Según las investigaciones de Federico Mooser existieron en el plioceno dos valles fluviales tributarios, respectivamente, de los ríos Cuernavaca y Cuautla que recogían -- las aguas de una extensa región en el sur de la Altiplanicie Mexicana.

Además, aunque ese autor no lo afirma textualmente, -- según sus estudios geológicos los dos valles fueron cerrados por el vulcanismo desarrollado al sur de dicha región, -- dando lugar al sistema de las sierras Chichinautzin-Tlaloc -- y transformándolos en un valle lacustre.

Es decir, la cuenca hidrológica fluvial exorreica se transformó en una cuenca hidrológica lacustre endorreica.

Es obvio que para la hidrología, los lagos constituyen un episodio en el ciclo de los ríos; que el ciclo de -- las regiones de hidrología fluvial puede transformarse y -- dar lugar a una etapa lacustre para terminar volviendo a -- ser fluvial.

En consecuencia, un valle fluvial puede ser suplantado por un valle lacustre, y éste puede dar lugar a un posterior valle fluvial, como resultado de la terminación del ciclo hidrológico.

Por otra parte, cuenca --un concepto que es hidrológico y no lo es morfológico-- es la región que tributa sus aguas a una corriente o depósito de agua, por lo que incluye no sólo la región menos elevada de los valles sino también los declives de las montañas y mesetas que lo circundan hasta la divisoria de las aguas (parteaguas, es un disparate muy difundido y erróneo, porque el agua no puede --- "partirse" como si fuera cuerpo sólido).

En consecuencia, la cuenca del Valle de México llega hasta los declives de las sierras de las Cruces, Monte Alto y Monte Bajo en el oeste; las de Ajusco, Chichinautzin y -- Tlaloc en el sur; Nevada en el este; Tezontlalpan y Pachuca en el norte; etcétera; es decir, a regiones montañosas que no corresponden a la región que tradicionalmente se ha denominado valle de México.

J.A.V.E.

P R O L O G O

El presente trabajo tiene por objeto aclarar conceptos fundamentales en forma sistemática y cronológica, sobre la Depresión Chapala-Acambay-México-Oriental, localizada al sur de la Altiplanicie Mexicana.

Diferentes secciones de la depresión han sido estudiadas por algunos autores, lo cual ha contribuido a que no se tenga una idea clara acerca de la continuidad de la misma. Uno de los objetivos de nuestro trabajo consiste en demostrar dicha continuidad.

Por otra parte era necesario aclarar si la zona objeto de estudio era una falla como se menciona en algunos trabajos, o bien, una depresión como se infería del estudio -- que se hizo antes de realizar la investigación.

Mediante el trabajo de campo, el estudio de fuentes bibliográficas y de cartas topográficas, se llegó a la conclusión de que la zona estudiada es una Depresión tectónica dividida en tres secciones, cada una de las cuales presentan diferentes características geomorfológicas.

La sección del Lago Chapala-Valle de La Barca, se caracteriza porque es una fosa profunda al oeste que contrasta con una extensa planicie de origen lacustre al este.

La sección Zamora-Acambay, es una depresión alargada e interrumpida por edificios volcánicos, situada entre dos series de importantes montañas.

La sección del Valle de México, situada al norte del mismo, con rumbo oestenoeste-estesureste, contrasta con otra depresión orientada de norte a sur, integrando ambas la cuencia hidrográfica del Valle de México.

Por esta razón, el trabajo se presenta dividido en tres partes, correspondiendo cada una a las regiones geomórficas señaladas anteriormente.

Cartas Generales

La depresión Chapala-Acambay-México-Oriental.

Arreglo cartográfico: Jorge A. Vivó.

Carta Sísmica del Sur de la Altiplanicie Mexicana

Recopilación y elaboración: Judith Durán Casillas.

Índice de la Carta Tectónica

- 1.- Archipiélago Revillagigedo.
- 2.- Sangangüey-Colima
- 3.- Chapala-La Barca
- 4.- Zamora-Cuitzeo
- 5.- Solís-Acambay
- 6.- Valle de México
- 7.- Apan-Oriental
- 8.- Los Tuxtlas

Relación de Cortes Verticales

Sección Chapala-La Barca

- 1.- Lago Chapala
- 2.- Lago Chapala
- 3.- Valle de La Barca

Sección Zamora-Acambay

- 4.- Valle de Zamora
- 5.- Valle de Puruándiro
- 6.- Lago Cuitzeo

- 7.- Valle de Zinapécuaro
- 8.- Valle de Solís
- 9.- Valle de Maravatío
- 10.- Valle de Tepuxtepec
- 11.- Valle de Toxhi
- 12.- Valle de Acambay
- 13.- Valle de San Juanico

Sección del Valle de México

- 14.- Valle de Huehuetoca
- 15.- Lago Xaltocan
- 16.- Lago Zumpango
- 17.- Valle de Teotihuacán
- 18.- Valle de Sahagún

Relación de Cortes Geológicas

Sección Chapala-La Barca

- 1.- Corte geológico de la región con fallas en Chapala
- 2.- Corte geológico Guadalajara-Chapala

Sección Zamora-Acambay

- 3.- Corte geológico del Lago Cuitzeo
- 4.- Corte de la falla de Dongú, en Acambay

Sección del Valle de México

- 5.- Corte de la falla de Barrientos, de la Sierra Guadalupe
- 6.- Corte de la falla de Tequixquiác

7.- Corte geológico de Apaxco-Yautepec

Relacion de laminas con fotografías sobre la región de Los Olivos, cercana al volcán San Lorenzo

Sección del Valle de México

- 1.- Fotomapa de la región donde se han destruido o dañado - casas por hundimiento y se han formado grietas en el te rreno, cerca del volcán San Lorenzo.
- 2.- Casas destruidas o dañadas por hundimiento cerca del -- Volcán San Lorenzo.
- 3.- Casas dañadas y grietas en el terreno cerca del Volcán- San Lorenzo

Relación de láminas con composiciones fotográficas - ordenadas según el itinerario de la investigación.

Sección Chapala-La Barca.

- 1.- Depresión del Valle de La Barca, sección sur.
- 2.- Depresión del Valle de la Barca desde la Piedad hasta - Jamay y este del Lago Chapala.
- 3.- Cerros que limitan al norte la depresión del Lago Chapa la.
- 4.- Cerros que limitan al oeste y sur, la depresión del La- go Chapala.
- 5.- Cerros que limitan al sur la depresión del Lago Chapala.

Sección Zamora-Acambay.

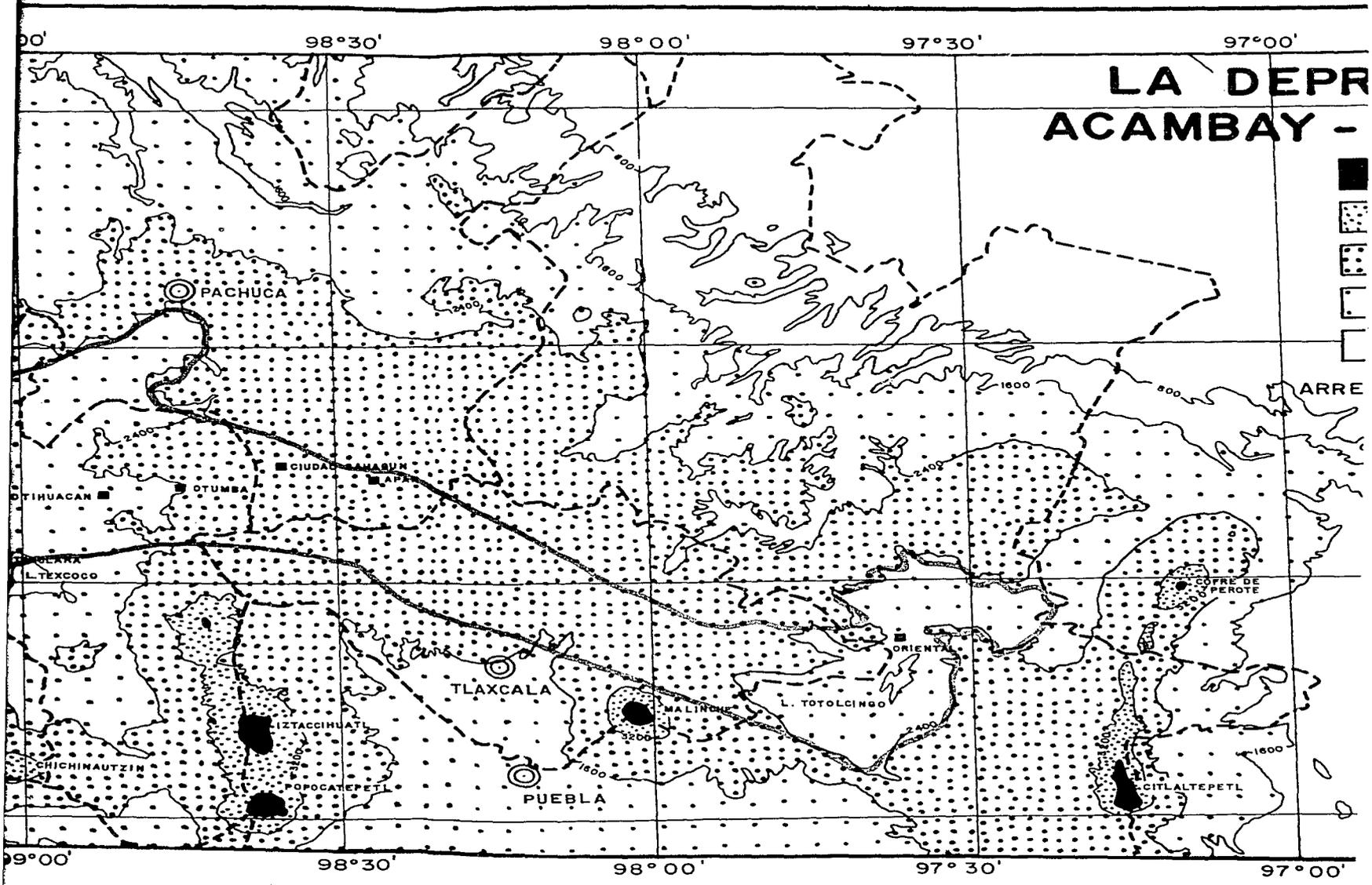
- 6.- Cerros que limitan al norte la depresión del Valle de-

Acambay.

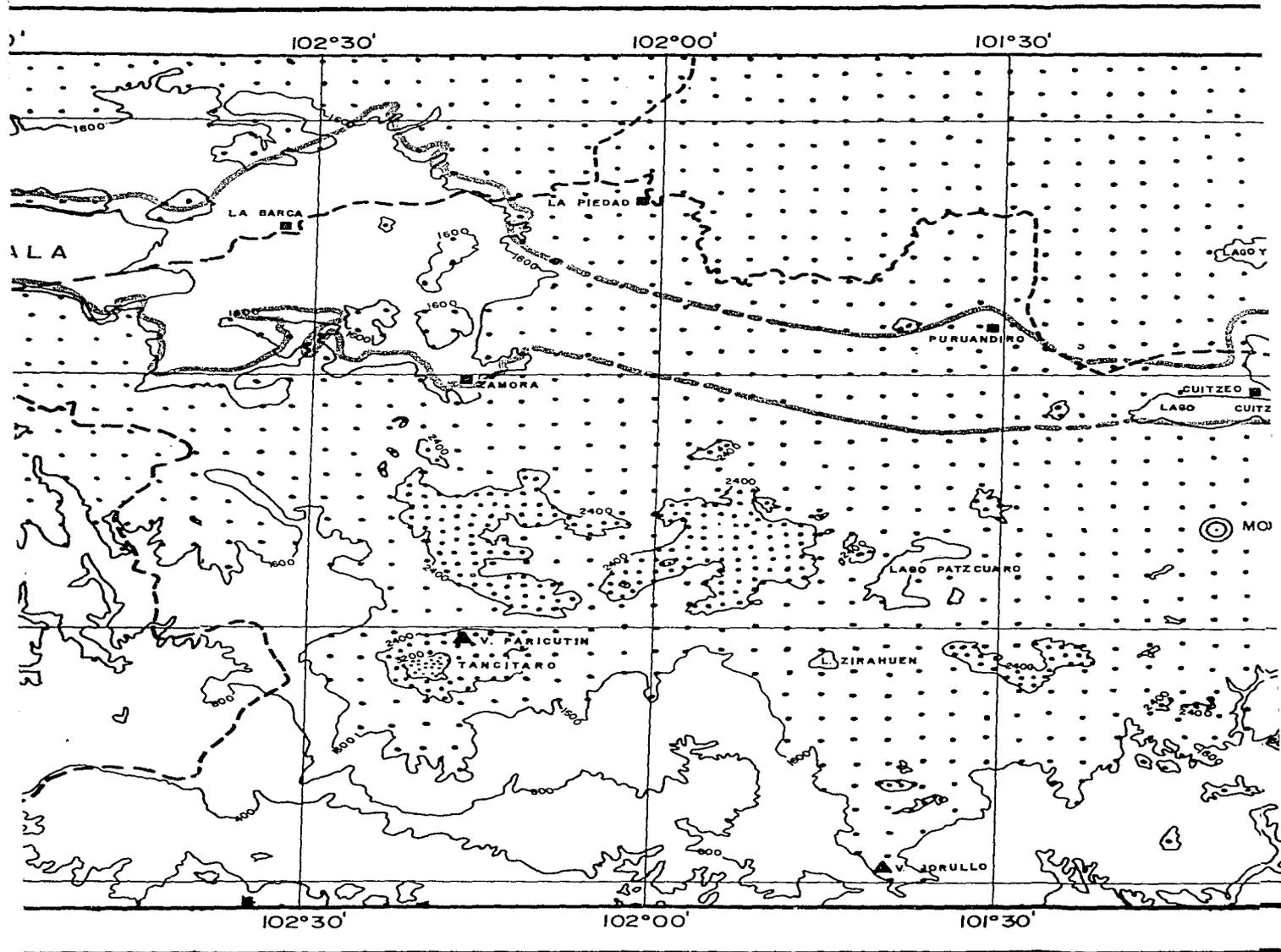
- 7.- Cerros que limitan al sur la depresión del Valle de --
Acambay.
- 8.- Cerros y planicies al oeste de la depresión del Valle -
de Acambay.
- 9.- Cerros y planicies en la depresión del Valle de Acambay
- 10.- Depresiones de los valles de Tepuxtepec, Maravatío y So
lís.
- 11.- Depresiones del Lago Cuitzeo, de Zinapécuaro y Puruándi
ro.

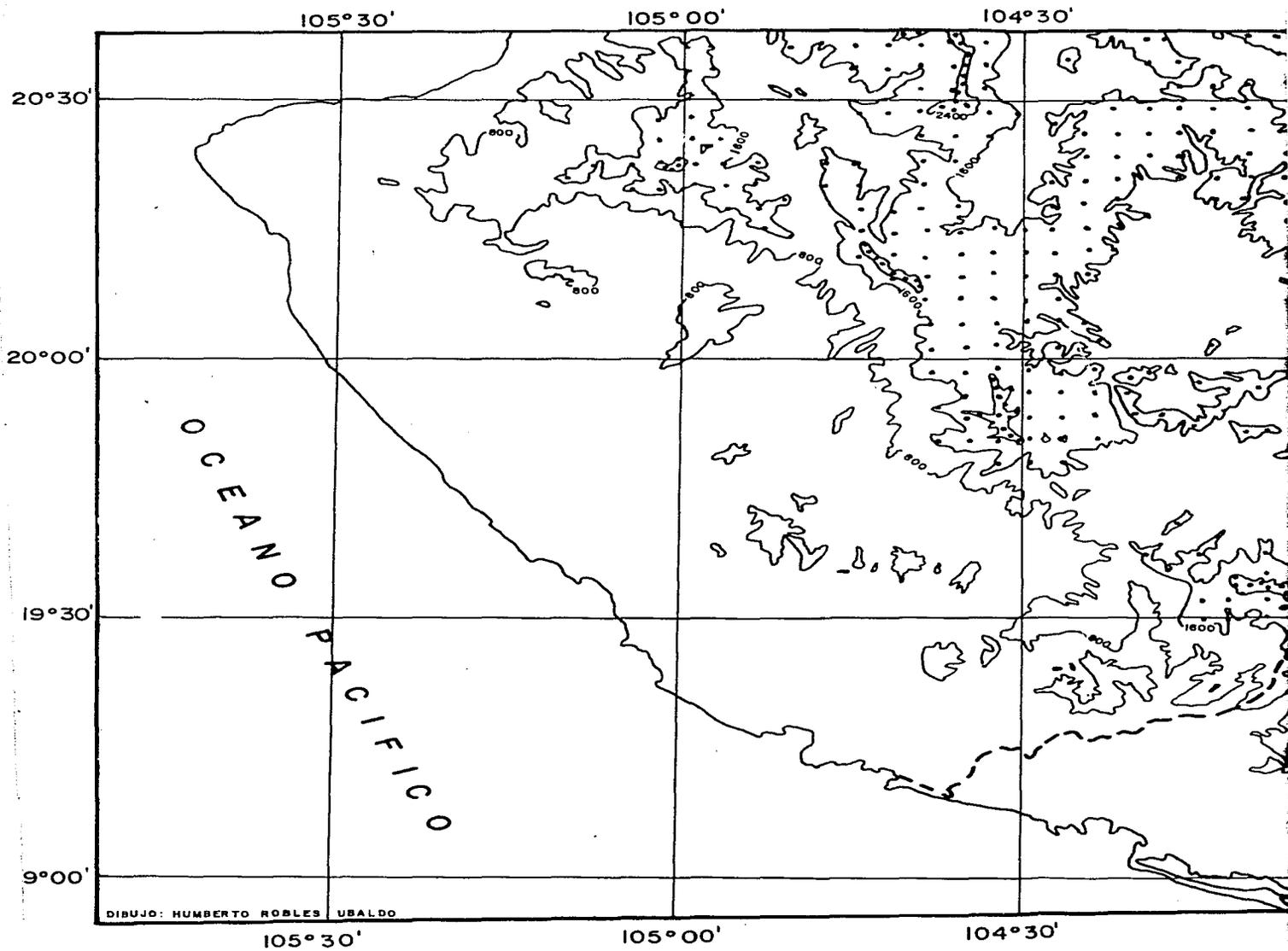
Seccion del Valle de México

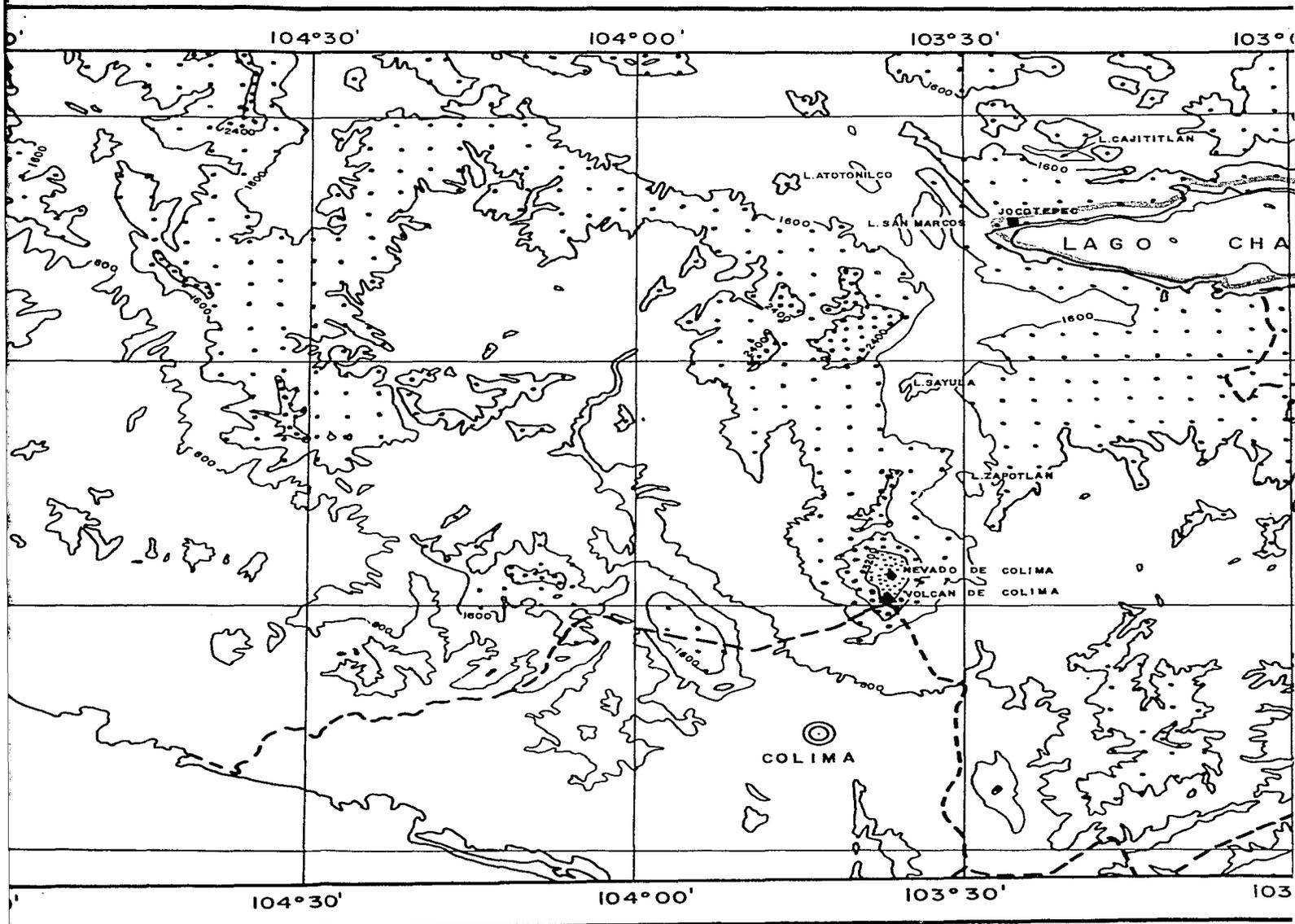
- 12.- Valle de Ixtlahuaca y cerros que limitan al oeste la de
presión norte del Valle de México.
- 13.- Cerros que limitan al sur, oeste y norte, la depresión-
norte del Valle de México.
- 14.- Región noroeste de la depresión norte del Valle de Méxi
co.
- 15.- Valles de Xaltocan, Teotihuacán y Otumba, en la depre--
sion norte del Valle de México.
- 16.- Valle de Irolo o Sahagún en la depresión norte del Va--
lle de México.

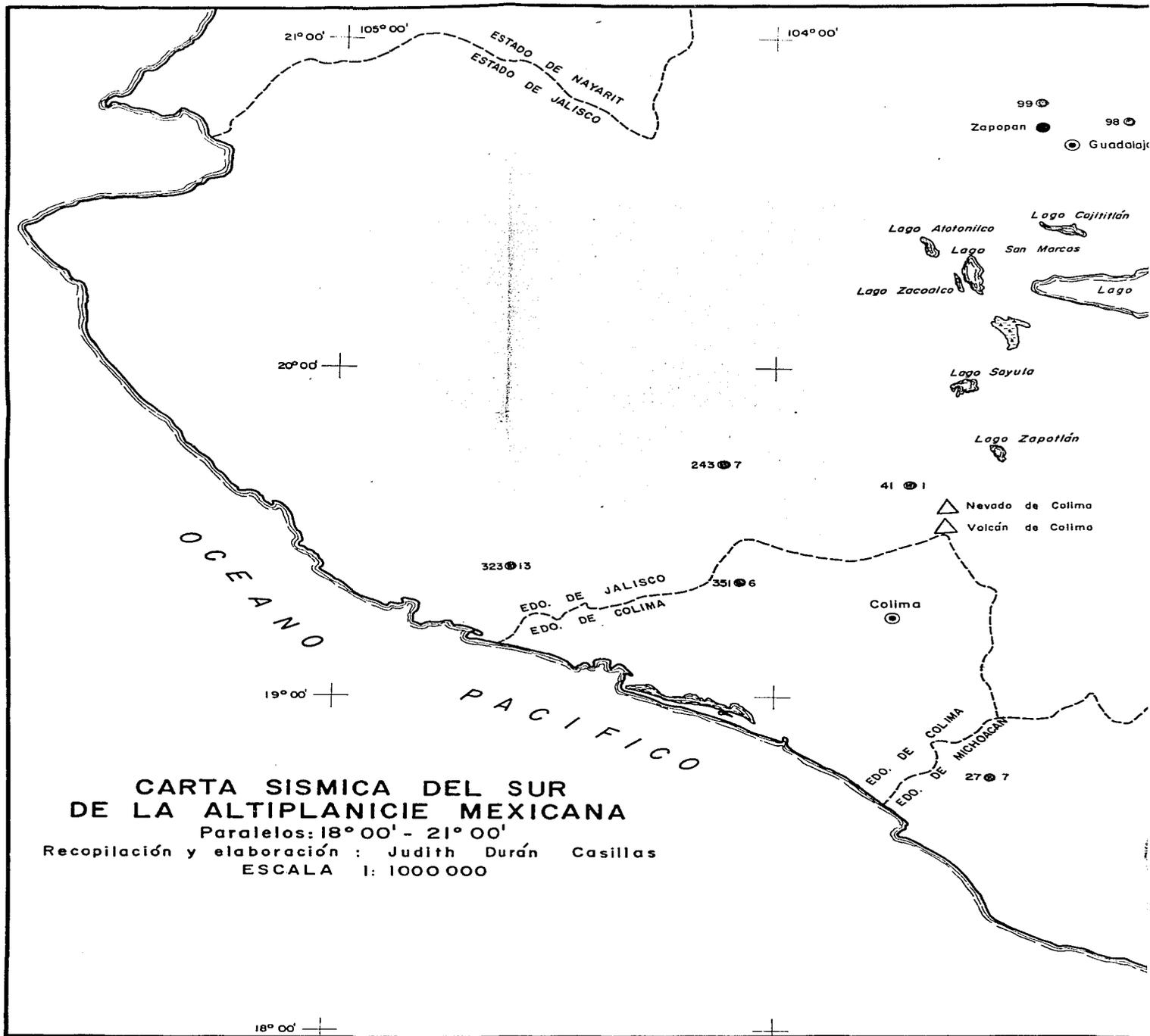


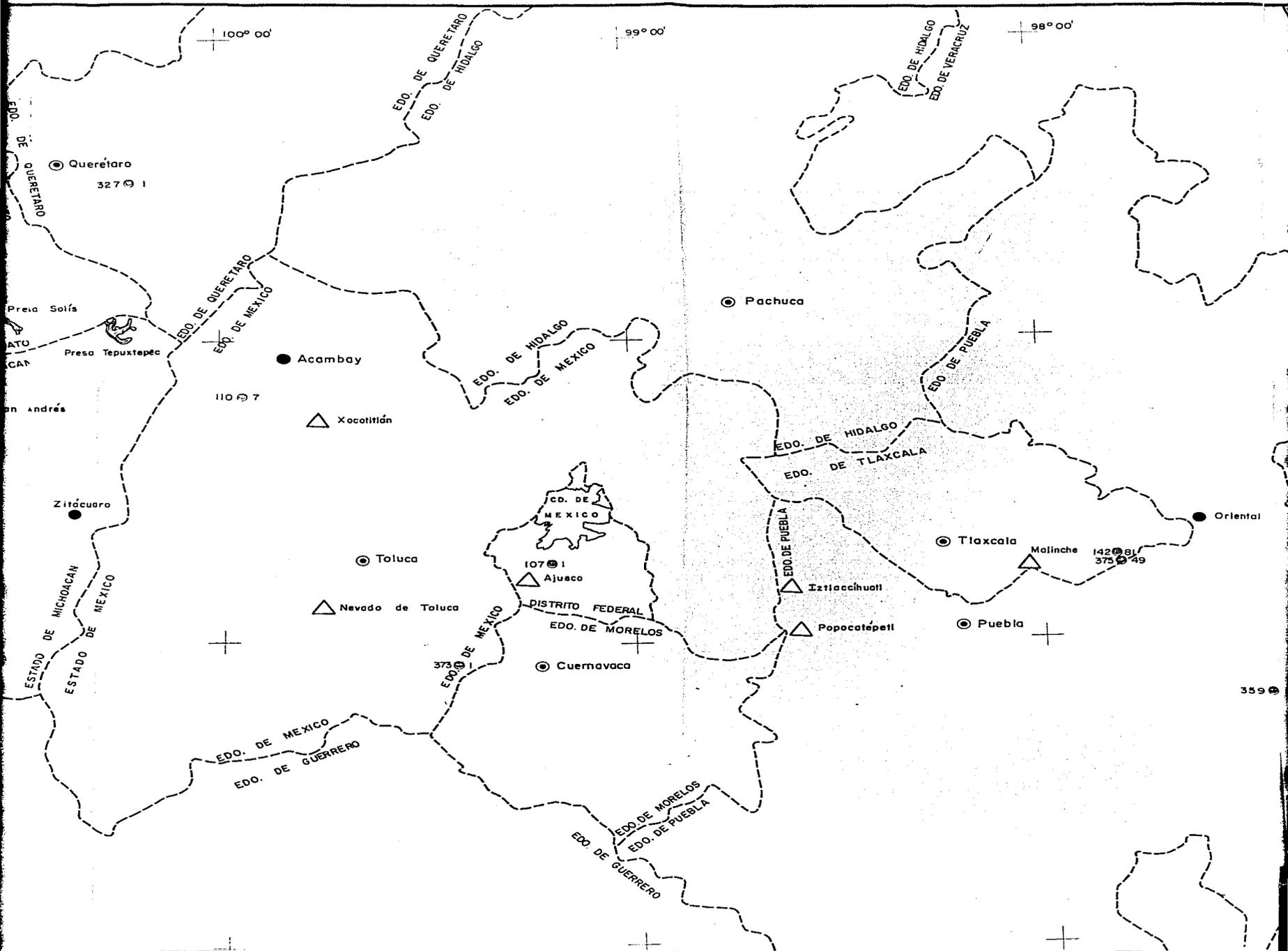


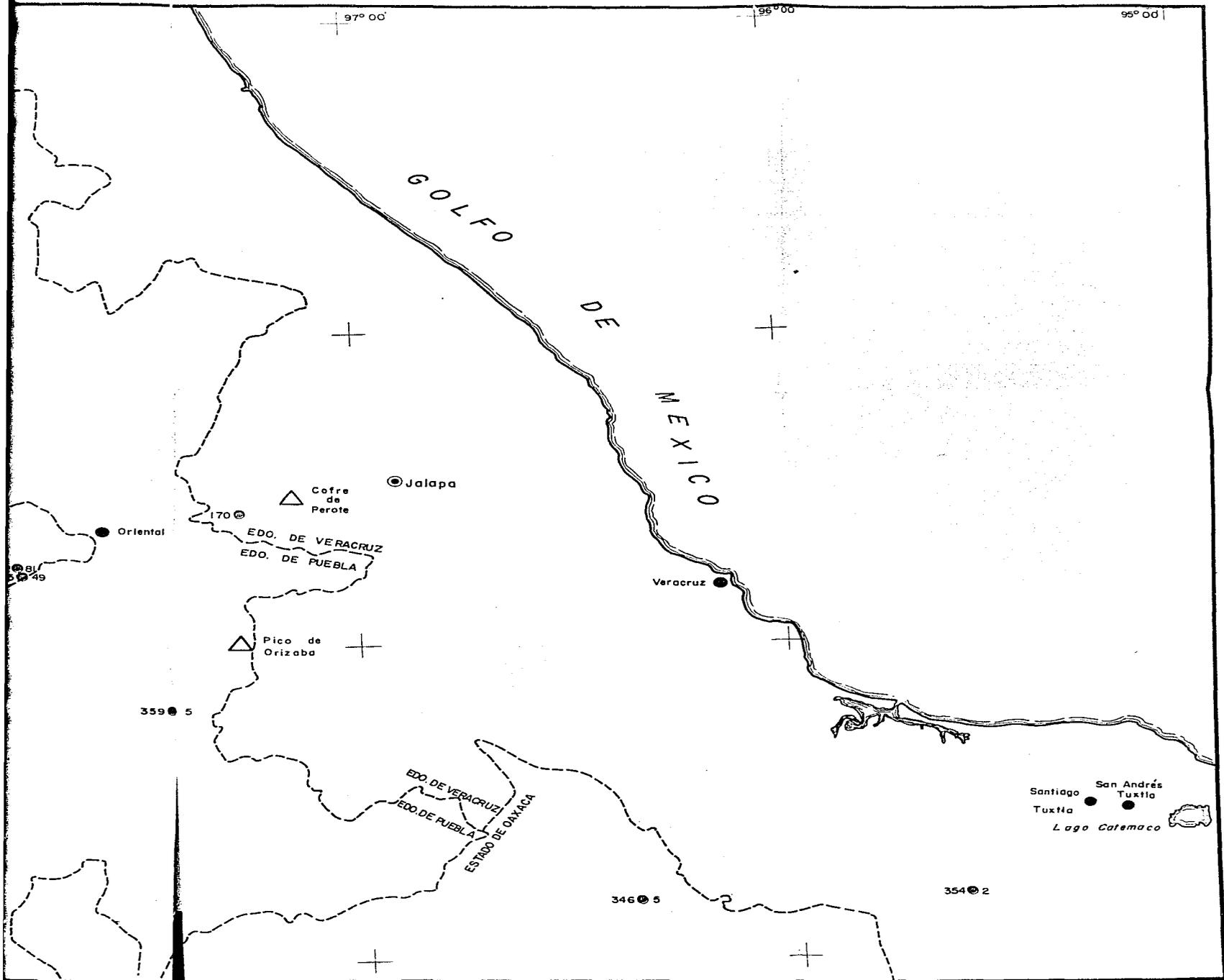












LA DEPRESION CHAPALA-ACAMBAY-MEXICO-ORIENTAL

SECCION CHAPALA-LA BARCA

Judith Durán Casillas

C O N T E N I D O

Página

Introducción.....	3
Geología histórica.....	8
Estratigrafía.....	11
Fallas y fracturas.....	14
Vulcanismo.....	20
Etapa pluvial pleistocénica.....	22
Valle Querétaro-La Piedad.....	24
Valle de La Barca.....	27
El Lago Chapala.....	29
Lago Cajititlán.....	33
Valle de Guadalajara.....	34
Los temblores de Guadalajara.....	39
La depresión Zacoalco-Sayula.....	44
Temblores relacionados con la región.....	47
Descripción general de la Sección Chapala-La Barca de la depresión.....	50
El Archipiélago Revillagigedo.....	58
Relación entre la depresión de Chapala con otras..	59

INTRODUCCION

El trabajo de campo y el estudio de las fuentes bibliográficas referentes a la sección Chapala-La Barca de la depresión Chapala-Acambay-México-Oriental incluyó dos regiones: 1) el lago Chapala, y 2) El valle de La Barca.

El trabajo de campo se realizó de acuerdo al itinerario que incluyó las rutas siguientes:

- 1) Zamora, Ixtlán, Briseña, La Barca;
- 2) La Barca, Jamay, Ocotlán, Poncitlán, Chapala;
- 3) Chapala, Ajijic, Jocotepec;
- 4) Jocotepec, San Luis Soyotlán, Tuxcueca, Tizapán - el Alto, Cojumatlán, Sahuayo;
- 5) Sahuayo, Jiquilpan, Chavinda, Jacona, Zamora; y
- 6) Zamora, Ecuandureo, La Piedad.

Se identificaron fallas y fracturas como parte del trabajo geomorfológico, con el objeto de relacionarlas con los edificios volcánicos de la región, y en determinados casos con las intrusiones.

Además de esos estudios geomorfológicos, el trabajo de campo consistió en la delimitación del área de las depresiones, y en la observación de las relaciones que las mismas tuvieron con depósitos lacustres del pasado y con los lagos actuales.

La naturaleza de las rocas de las montañas en la región, se determinó de acuerdo con el recorrido por los cerros que circundan a las depresiones y con las fuentes bibliográficas consultadas.

Especial atención se prestó a las relaciones entre la cuenca lacustre de Chapala y el valle de la Barca; en la primera a los procesos de fallamiento que relacionan al lago Chapala con otros depósitos lacustres y en el segundo a la influencia de los volcanes desarrollados en fracturas que estableció una división en el valle de La Barca.

Aunque fueron pocas las fallas que pudieron ser observadas en el terreno, las cuales fueron reconocidas en el Lago Chapala, por el contrario, se logró inferir numerosas fallas en toda la región mediante el estudio de las cartas topográficas.

También se infirieron algunas fracturas importantes mediante el estudio de los materiales cartográficos.

Todo este trabajo fue complementado con la obtención de fotografías de los aspectos más interesantes de la morfología, y en todos los casos en que fue posible se obtuvieron series de fotografías para formar perfiles fotográficos.

El trabajo de campo se realizó con la cooperación de profesores y alumnos del Colegio de Geografía, lo que permiti

tió la discusión en el terreno de muchos de los problemas - que se iban observando en el curso de dicho trabajo.

El trabajo de campo de esta sección de la depresión- fue complementado con el estudio de las fuentes bibliográficas y de la cartografía regionales.

Las obras fundamentales que se consultaron fueron -- las siguientes:

- 1) 1808, Alejandro de Humboldt. Ensayo Político sobre - la Nueva España.
- 2) 1913, Severo Díaz. Estudio sobre los temblores sentidos en Guadalajara en el año de 1912.
- 3) 1919, Paul Waitz y Fernando Urbina. Los temblores de Guadalajara en 1912.
- 4) 1923, Severo Díaz. Las manifestaciones volcánicas en las cercanías de Guadalajara.
- 5) 1930, C. Burckhardt. Etude synthétique sur le meso--zoique mexicain.
- 6) 1943, Paul Waitz. Reseña geológica de la cuenca del Lerma.
- 7) 1944, Ralph W. Imlay. Cretaceous formations of Cen--tral America and México.
- 8) 1944, Gabriel Ortíz Santos. La zona volcánica "Coli--ma" del Estado de Jalisco.

- 9) 1953, A.R.V. Arellano. Estratigrafía de la Cuenca de México.
- 10) 1956, Federico Mooser. Bosquejo Geológico del Sur -- del Valle de México. Libreto-guía de la Excursión -- C-9.
- 11) 1956, F.M. Bullard. Resumen de la Historia del Volcán Parícutin.
- 12) 1959, Jesús Figueroa A. Carta Sísmica de la República Mexicana.
- 13) 1960, Ramón Rubín. Lago Cajititlán.
- 14) 1961, Federico Mooser. Informe sobre la Geología de la Cuenca del Valle de México y zonas colindantes.
- 15) 1964, Henry Menard. Marine Geology of the Pacific.
- 16) 1964, Boletín Hidrológico No. 24. No. 3 de la Comisión Lerma-Chapala-Santiago. Secretaría de Recursos-Hidráulicos.
- 17) 1965, Ernesto Ramos Meza. Lago Chapala.
- 18) 1971, Esperanza Yarza de De la Torre. Volcanes de México.
- 19) 1971, Enrique Díaz C. y Federico Mooser. Formación -- del Graben de Chapala.

El trabajo de campo y el estudio de las fuentes bibliográficas también fue complementado con el estudio de --

las cartas topográficas de 1 : 500 000 del Comité Coordinador de la Carta Geográfica de la República.

De dicha carta a 1 : 500 000 se obtuvieron las cartas topográfico-tectónicas, los cortes transversales y los cortes geológicos.

Asimismo, se utilizó el Atlas de Caminos de México -- para la elaboración de la Carta de la Depresión Chapala-Acambay-México-Oriental y de la Carta Sísmica.

El estudio de las fuentes también se realizó en forma colectiva y, de modo semejante se llevaron a cabo las actividades de elaboración de los materiales que integran el estudio.

Pero, ese carácter colectivo del trabajo no eliminó -- las responsabilidades individuales que estaban asignadas a cada uno de los miembros del grupo de trabajo, por lo cual -- se presenta por separado la parte que corresponde a cada uno de los componentes de dicho grupo.

GEOLOGIA HISTORICA

La cuenca del Lago Chapala y los valles de La Barca y La Piedad estuvieron cubiertos por el mar durante parte - del cretácico inferior, todo el medio y parte del superior, pues sólo en los postrimerías de la segunda etapa del cretácico mencionada, estas regiones pasaron a ser continentales.

Esta conclusión se deduce del análisis de las cartas incluídas por Ralph W. Imlay en su recopilación sobre las - formaciones del cretácico en México, ya que en dichas regiones estuvieron representadas las facies marinas cretácicas, que siguen: aptiano, albiano, cenomaniano, turoniano, conia ciano y santoniano, así como las facies terrestres campaniã no y maestrichtiano (1).

Las mencionadas regiones, la cuenca lacustre y los valles, continuaron siendo terrestres durante los periodos - paleoceno, eoceno y oligoceno, según se desprende del estudio de las cartas geológicas incluídas por Charles Schuchert en su obra sobre geología de México, América Central y las Antillas (2).

-
- (1) Ralph W. Imlay. Cretaceous Formations of Central America and México. The Bulletin of the American Association of Petroleum Geologist. Vol. 28. August 1944. pp. 1091.-1098, 1101, 1104.
- (2) Charles Schuchert. Historical Geology of the Antillean -- Caribbean Región. Wiley. New York, 1935, Maps 8, 9, 10.-11, 12, 13.

Durante los periodos siguientes, es decir, paleoceno, eoceno y oligoceno, no se conoce en qué forma fue afectada la región por la erosión o por la denudación, debido a la insuficiencia que sobre el particular existe en los estudios geológicos.

En contraste, es bien conocida la actividad volcánica que tuvo lugar durante los periodos mioceno y plioceno, la cual es base para la reconstrucción que puede establecerse de la historia geológica de la región.

Esa actividad volcánica existió debido a la presencia de fracturas y fallas que la condicionaron.

Las fracturas y fallas que se presentan en la región se desarrollaron en las depresiones originadas desde el mioceno. La depresión formada por fallamiento y las posteriores fracturas son semejantes a las que se observan en otras regiones del continente americano, pues han sido agentes tectónicos semejantes los que han determinado la morfología.

La depresión que comprende el Lago Chapala y los valles de La Barca y La Piedad, se formaron, como queda dicho, en el mioceno.

Las fracturas que surgieron en ese periodo, o en el plioceno, fueron las que influyeron en el desarrollo del vulcanismo que corresponde al centro y a las márgenes de la de-

presión, por lo que, en consecuencia, la actividad volcánica regional es mioceno-pliocénica.

En cambio, en los dos períodos siguientes, pleistoceno y holoceno, generalmente no hubo actividad volcánica en la región, pues la misma se reduce a pequeñas áreas; y, no obstante, la depositación y el acarreo son muy activos, especialmente en las fases pluviales del período pleistoceno, contemporáneas de las glaciaciones de altas latitudes.

Fue de especial importancia durante el pleistoceno el desarrollo de la cuenca lacustre que entonces abarcaba el actual Lago Chapala y el Valle de La Barca, cuya cuenca lacustre fue captada por el río Santiago, determinando con ello la configuración actual del Lago Chapala, así como la desecación del presente Valle de La Barca.

ESTRATIGRAFIA

Las capas cretácicas del mesozoico en la depresión del Lago Chapala y el valle de La Barca, según las investigaciones geológicas de C. Burckhardt (3) y de Ralph W. Imlay (4) no han sido determinadas en su antigüedad ni en su espesor.

En casi toda la depresión y zonas aledañas afloran estratos conocidos de procedencia volcánica.

Según Paul Waitz, "...En todo el contorno de la inmensa cuenca del río Lerma, afloran a la superficie casi únicamente rocas eruptivas, mientras que las sedimentarias sólo se encuentran concentradas en muy pocos puntos y en zonas muy reducidas".

El mismo autor afirma que las rocas predominantes en la depresión del Lago Chapala, en los valles de La Barca y La Piedad, son andesitas, aunque, como más tarde se verá, también existen riolitas y rocas basálticas (5).

Esto se explica porque, según los estudios geológi--

-
- (3) C. Burckhardt, Etude Synthétique Sur le Mésozoïque Mexicain. Memoires de la Societe Paléontologique Suisse. Volumen I. Bale, 1930. pp. 231-235.
 (4) Ralph W. Imlay. Ob. cit. pp. 1090-1100.
 (5) Paul Waitz. Reseña Geológica de la Cuenca del Lerma. Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística. México, --- 1943. p. 137.

cos realizados, los períodos mioceno y plioceno se caracterizan por el predominio de tobas y lavas de origen andesítico.

Según Federico Mooser (6), las cámaras magmáticas -- que alimentaban las efusiones de los períodos mioceno-plioceno, contenían material del sial, o sea, de la capa terrestre menos básica que la que alimentó a los basaltos de épocas recientes y por lo tanto, la naturaleza de los materiales volcánicos de estos períodos es andesítica.

Es difícil que las tobas y lavas andesíticas de esta zona alcancen a tener el mismo espesor que las que se encuentran en el Valle de México, ya que en éste la actividad volcánica y la depositación de origen lacustre fueron de mayor significación durante la época pluvial del pleistoceno.

En el Valle de México, el espesor de las capas andesíticas de los períodos mioceno y plioceno, fue calculado por A. R. V. Arellano (7) en 400 metros, en tanto que en la zona que se estudia en este trabajo, donde la actividad volcánica fue de poca intensidad, las capas andesíticas no han logrado un espesor igual.

(6) Federico Mooser. Bosquejo Geológico del Sur del Valle de México. Congreso Geológico Internacional. Libreto -- Guía de la Excursión C-9. 1956. p. 15.

(7) A. R. V. Arellano. Estratigrafía de la Cuenca del Valle de México. Memoria del Congreso Científico Mexicano. Tomo III. México 1953. p. 180.

Los depósitos de acarreo y de origen lacustre, correspondientes a los períodos pleistoceno y holoceno están situados en la capa superior del corte estratigráfico de la depresión y zonas cercanas.

El espesor medio de las capas en el Valle de México de acuerdo con A. R. V. Arellano, es de 8 metros y en casos excepcionales llega hasta 60 metros, sin embargo, la zona correspondiente a la depresión del Lago Chapala y los valles de La Barca y La Piedad, tienen menor espesor debido a la disminución de la lluvia en la etapa pluvial y del vulcanismo, por un lado y, por otro, el espesor es diferente según las diversas comarcas de la región. (8)

En el Lago Chapala, cuenca cerrada en el pleistoceno, alcanza mayor espesor la capa de depositación lacustre; en el valle de La Barca, los depósitos pleistocénicos son de menor espesor debido a que se desecó en el período antes mencionado.

(8) A. R. V. Arellano. Ob. cit. p. 182.

FALLAS Y FRACTURAS

Si bien, la cuenca del Lago Chapala y el valle de La Barca son depresiones que se han formado por un proceso de fallamiento, sólo es posible reconocer las fallas que se originaron en la zona en algunos de los cerros que rodean a la comarca.

Como resultado de la exploración que se realizó por nuestro grupo de trabajo, se observaron fallas que se han fotografiado y que pueden apreciarse en las composiciones fotográficas que se anexan para mostrar aspectos de la morfología de la región.

Las fracturas, en contraste con las fallas, sólo pueden reconocerse en la región por la presencia de edificios volcánicos de mayor o menor altura.

Dichos edificios volcánicos están alineados, especialmente en las márgenes del norte y sur del Lago Chapala, a lo largo de las fracturas, por lo que éstas pueden reconocerse por la alineación de aquéllos.

Además, las fracturas y fallas han dado lugar al desarrollo de horsts o pilares y de grabens o fosas que se localizan al norte del Lago Chapala; corresponde a una de las fosas la cuenca del Lago Cajititlán, situada al norte de la del Lago Chapala.

En los mapas esquemáticos con curvas de nivel que se anexan a este trabajo, se han unido los edificios volcánicos que se alinean en una misma dirección para indicar la existencia de una fractura y sólo en los casos en que existe evidencia de una falla, se ha representado a la misma; - en ambos casos, las líneas que indican estos aspectos de la tectónica son, a la vez, indicadores de rasgos importantes de la morfología.

Al sur de la actual depresión, pero fuera de ella, - se encuentra una fractura cubierta de tobas y otros materiales volcánicos de tipo andesítico que puede ser identificada por la alineación de varios edificios correspondientes a volcanes inactivos.

La línea que une a los volcanes situados en la fractura al sur de la depresión cruza las elevaciones siguientes: cerro Patambán, sierra de El Tigre y cerro de El Recreo; estas dos últimas montañas jaliscienses son de menor altitud que las del sur de Michoacán.

En la depresión, unas veces dentro de ella y otras - en sus límites se localiza una fractura que atraviesa Michoacán, desde Coeneo hasta Tangancicuaro, y que desde este último cerro pasa por las estribaciones del lado norte del Cerrito Blanco, el cerro de La Uña y el de El Filón, estos-

tres últimos en la ladera sur del lago Chapala.

La otra fractura importante es la que limita el norte de la depresión constituida por la cuenca del Lago Chapala y el valle de La Barca, la cual pasa por los cerros Varral, Villachuato y Grande antes de entrar a la mencionada depresión y, ya en ella, atraviesa los cerros El Tarango, La Huaracha y San Jacinto.

Al sur de esta fractura existen otras dos regionales, a saber: 1) la que pasa por los cerros Grande, El Molino y otro también llamado Grande; y 2) la que atraviesa los cerros Gonzalo, Jamay, de La Vieja, Mezcala, Chapinaya y de El Viejo.

Estas alineaciones de fracturas, situadas dos de ellas al sur de la cuenca del lago Chapala y del valle de Jamay y las otras tres hacia el norte de las mismas, tienen una orientación que es sensiblemente de este a oeste.

Al sur del anterior sistema de fracturas se localizan otras dos que son importantes desde el punto de vista tectónico porque están relacionadas con la actividad volcánica reciente del país; una de ellas va del Parícutin al volcán de Colima, a lo largo del paralelo $19^{\circ} 30'$ de latitud norte, y la otra, que es continuación de la del paralelo 19° , pasa por el cerro Salinas, al sur del Tancítaro y

del Parícutin, y por el Volcancillo, al sur del Nevado de Colima y del volcán Colima.

A lo largo del meridiano $102^{\circ} 20'$ de longitud oeste se observa una fractura orientada de norte a sur que une al cerro Patambán con los volcanes Parícutin y Tancítaro, y -- que puede prolongarse hasta el cerro Salinas, situado sobre el paralelo 19.

Esta misma orientación se presenta al observar el Nevado y Volcán Colima, que se hallan a lo largo del meridiano que los une con el llamado Volcancillo, situado también sobre el paralelo 19, cuyo meridiano es el $103^{\circ} 40'$.

Si bien se reconocen las orientaciones de este a oeste y de norte a sur antes mencionadas, también existe en la región objeto de estudio una orientación sureste al noroeste, concordante con la de la Sierra Madre Occidental, que se presenta en otras fracturas, a partir del meridiano -- $103^{\circ} 20'$.

Las alineaciones que indican fracturas, con dirección sureste a noroeste, son los siguientes: 1) el que une el cerro Viejo, la sierra de La Venta y el cerro Tepopote; 2) el que pasa por la sierra de García y el volcán Tequila; y 3) el que establece una relación entre el Volcán Colima y los volcanes Ceboruco y Sanganguey, en Nayarit.

Algunas de las fallas de esta región se relacionan con las fracturas, especialmente en la cuenca del Lago Chapala y en el valle de La Barca, porque se observa que tanto las fallas como las fracturas tienen la misma dirección.

Las fallas de la cuenca del Lago Chapala están muy cerca de las márgenes del propio lago, y entre unas y otras existe una pequeña planicie formada con los materiales desprendidos de las laderas por la erosión.

Las fallas del valle de La Barca están distantes del centro de la planicie y son difíciles de reconocer.

Otras fallas paralelas se encuentran cerca de las márgenes norte y sur del lago Cajititlán.

Las fallas de estas tres regiones, es decir de la cuenca del Lago Chapala, del valle de La Barca y del lago Cajititlán, tienen una orientación de este a oeste.

Al oeste de la depresión del Lago Chapala se presenta otra depresión que se extiende principalmente de norte a sur, la cual está limitada por fallas que se encuentran en las direcciones que siguen: 1) en su sección sur, donde se hallan los lagos Zapotlán y Sayula, de sur a norte, 2) en su sección norte, que abarca los lagos San Marcos y Atotonilco, de sureste a noroeste, y 3) en su sección central, caracterizada por su aspecto pantanoso, de este a oeste, es

decir, con la misma orientación que los lagos Chapala y Cajititlán.

Al noroeste del lago Chapala existe otra falla, con rumbo sureste a noroeste, que separa el pilar constituido por la sierra volcánica de La Venta de la fosa tectónica de Guadalajara.

Como puede observarse por la anterior descripción -- las fracturas y fallas tienen las direcciones este-oeste, -- sur-norte, sureste-noroeste.

VULCANISMO

Como ya se dijo, la zona objeto de estudio ha sido afectada por un vulcanismo mioceno-pliocénico que ha determinado la morfología por la acumulación de materiales volcánicos que han formado montañas y rellenado depresiones.

Las manifestaciones más antiguas de esta actividad volcánica han sido de materiales riolíticos que se extienden al norte de la ciudad de Guadalajara y de la sierra de La Venta, según el estudio de Paul Waitz y Fernando Urbina (9).

En contraste con estas muy antiguas riolitas, se encuentran tobas y lavas andesíticas en la cuenca del Lago -- Chapala y en el valle de La Barca, según se desprende de -- los estudios de Paul Waitz sobre la cuenca del río Lerma y del mencionado Lago (10).

Las más recientes rocas volcánicas son las tobas y lavas basálticas de las montañas situadas al oeste del estado de Jalisco, incluyendo dentro de esta categoría el volcán Tequila, el cerro Tepopote, la sierra de La Venta, el cerro Colli y la sierra de San Isidro, según los estudios --

(9) Paul Waitz y Fernando Urbina. Los Temblores de Guadalajara en 1912. Instituto Geológico de México. Boletín -- Núm. 19. México, 1919. p. 64.

(10) Paul Waitz. Ob. cit.

de Severo Díaz (11); esta zona está relacionada con la región neovolcánica que se extiende desde los volcanes Sangüey y Ceboruco, en Nayarit, hasta el volcán Colima --- en Jalisco, cerca de los límites de Colima.

(11) Severo Díaz. Las Manifestaciones Volcánicas en las Cerranías de Guadalajara. Guadalajara, 1923. p. 27.

ETAPA PLUVIAL PLEISTOCENICA

El clima, especialmente el pluvial pleistocénico, ha determinado aspectos importantes de la morfología modificando la estructura que fue originada por el vulcanismo.

Las frecuentes e intensas lluvias de cada una de las etapas pluviales que correspondieron a las glaciaciones de altas latitudes, influyeron en la hidrología de esta región del territorio mexicano.

En el "Ensayo Político sobre la Nueva España", Alejandro de Humboldt (12), dice: "Llanuras inmensas, que parecen otros tantos lechos de antiguos lagos, se suceden unas tras otras, separadas únicamente por colinas que apenas se elevan de 200 a 250 metros sobre el fondo de esos mismos lechos".

Acerca del tema de las llanuras de origen lacustre, Humboldt insiste en la forma siguiente: "Los lagos de que abunda México, y cuya mayoría parece disminuir de año en año, no son sino los restos de aquéllos inmensos depósitos de agua que al parecer existieron en otros tiempos en las grandes y altas llanuras de la Cordillera". (13).

(12) Alejandro de Humboldt. Ensayo Político sobre la Nueva España. Sexta edición castellana. Editorial Pedro Roldano. México, 1941. Tomo I. p. 351.

(13) Alejandro de Humboldt. Ob. cit. p. 364.

Paul Waitz, en época reciente, al referirse a la ---
cuenca del río Lerma y del lago Chapala, dice: "Todas ellas
(las planicies lacustres) estaban ocupadas en una época re-
mota probablemente del mioceno al pleistoceno por un solo -
lago continental o por una serie de lagos escalonados hasta
que el río Santiago abrió una vía de drenaje hacia el Paci-
fico a través de la Sierra Madre Occidental. Entonces los -
lagos superiores desaparecían porque podían drenarse a la--
gos inferiores, de los cuales el de Chapala es el único ---
resto" (14).

Al tratar de las cuencas cerradas de los lagos Za---
coalco y Sayula, Waitz dice que los depósitos de origen vol-
cánico "...se encuentran mezclados con material lacustre, -
es decir material aportado por la erosión y depositado en-
el fondo de los lagos". (15)

La acción combinada de la etapa pluvial pleistocéni-
ca, por una parte, y de la sedimentación de las cuencas la-
custras, por otra, junto con el depósito de materiales clás-
ticos de origen volcánico, han modificado las antiguas es-
tructuras tectónicas de la región.

(14) Paul Waitz. Ob. cit. pp. 127-128.

(15) Paul Waitz. Ob. cit. p. 133.

VALLE QUERETARO-LA PIEDAD

Paul Waitz, en su "Reseña Geológica de la Cuenca del Lerma" (16) reconoce la existencia de una depresión que se extiende de Querétaro a La Piedad, y al respecto dice: "La depresión Querétaro-Piedad que el Lerma atraviesa entre Salvatierra y Corrales se compone de una serie de ensanchamientos parciales unidos por el río, pero separados en sus contornos por montañas aisladas antiguas, de mayor o menor altura y extensión, y a veces por efusiones más recientes de basaltos."

"Así, el valle de Salvatierra está separado del de Celaya por una corriente basáltica que llega a muy poca altura sobre el fondo de los valles, por lo que no representa ningún obstáculo a la vía del ferrocarril de Empalme Escobedo a Acámbaro, pero sí obliga al río a tomar el curso hacia el W, donde la continuación del valle en la región de Yuriaria queda separada del valle del río Laja entre Celaya y Villagrán por los grandes volcanes de La Gavia y de Culiacán, volcanes andesíticos de los cuales especialmente el segundo es de perfecta forma cónica, y debido a su posición aislada y a su gran altura es un cerro que se ve y puede identi--

(16) Paul Waitz. Ob. cit. p. 133.

carse desde muchos kilómetros en derredor..." (17).

La depresión Querétaro-La Piedad no sólo recibe las aguas del río Lerma sino también las del río Laja así como las de su afluente el río Querétaro.

Esta depresión Querétaro-La Piedad era, según Paul Waitz, "...una porción de la más vasta depresión que incluía también las del lago Chapala y de los bolsones de Zacoalco, Sayula y Magdalena" (18).

La depresión se ha rellenado con materiales de origen volcánico a consecuencia de las efusiones, del acarreo y de la sedimentación lacustre; al respecto Paul Waitz, dice: "...cuyo espesor es desconocido, pero que pasa de 500 metros... en Salamanca" (19).

Paul Waitz continúa diciendo: "En el tramo entre Salamanca y La Piedad el curso del río se desarrolla en forma de múltiples meandros en las fajas de terreno plano que rodean a los numerosos volcanes aislados que se presentan en esta región. En terrenos de la antigua hacienda de Zurumato se le junta al Lerma el río Turbio en un ensanchamiento del

(17) Paul Waitz. Ob. cit. p. 128.

(18) Paul Waitz. Ob. cit. p. 129.

(19) Paul Waitz. Ob. cit. p. 129.

valle que es el vaso de la presa ...Corrales, donde una corriente basáltica descansando sobre antiguas riolitas y depósitos lacustres forma un estrechamiento relativo de una antigua cañada abierta en aquellas rocas riolíticas". (20)

Esta larga y amplia depresión, que es conocida con el nombre de El Bajío, termina en el valle de La Piedad.

"Después de atravesar el valle de La Piedad, formado por depósitos lacustres, el río Lerma se encuentra con el segundo gran escalón de su curso, escalón que separa la zona de El Bajío propiamente dicho de la depresión cuya parte más baja ocupa el lago Chapala".

"Este escalón que el río atraviesa en profunda barranca con un descenso de unos 150 metros entre La Piedad y Yurécuaro, está formado por las enormes efusiones basálticas -- que probablemente tuvieron su origen en el cerro de La Piedad, antiguo volcán de grandes dimensiones que actualmente se encuentra bastante destruido por la erosión", dice Paul Waitz (21).

(20) Paul Waitz. Ob. cit. p. 129.

(21) Paul Waitz. Ob. cit. p. 129-130.

VALLE DE LA BARCA

Contrasta la enorme extensión de este valle con la escasa zona que ocupa el cauce del río Lerma desde la barranca situada entre La Piedad y Yurécuaro hasta la desembocadura en el delta sobre el lago Chapala. (Véase fotografía del valle de La Piedad). Paul Waitz dice al respecto: "Al salir de la barranca de Yurécuaro o de la Peña de Soró como también se llama, el río penetra al extenso plan (planicie) de la Barca-Chapala que en su forma original -- probablemente corresponde a una fosa tectónica, en la cual una faja de la costra terrestre, confinada entre sierras -- alargadas en dirección EW, ... se ha hundido." (22)

Es de gran interés esta observación acerca de la naturaleza tectónica de la fosa, es decir del graben que incluye al valle de La Barca y el Lago Chapala.

El geólogo alemán continúa diciendo: "... en esta depresión se han acumulado enormes cantidades de depósitos lacustres con la intercalación de tobas volcánicas antiguas, y con la intercalación y sobreposición de lavas basálticas más recientes" (23).

(22) Paul Waitz.. Ob. cit. p. 130

(23) Paul Waitz. Ob. cit. p. 130

En el sureste del valle de La Barca se encuentra -- una porción del mismo que es conocida con el nombre de valle de Zamora, el cual tiene la peculiaridad de que se halla entre montañas al igual que los de Puruándiro, Cuitzeo y Zinapécuaro (véase fotografía anexa).

El valle de La Barca se extiende en el suroeste hasta la región en que se encuentran las poblaciones de Sahuayo, Jiquilpan y Chavinda (Véase composiciones fotográficas anexas).

En el norte, dicho valle se comunica con el valle de Atotonilco el Alto, el cual se ha formado entre montañas -- que lo limitan al norte y al sur.

En medio del valle se levantan algunos cerros de origen volcánico que se han formado por efusiones a través de las fracturas que lo atraviesan.

La actividad volcánica de la región aún se manifiesta en forma secundaria mediante los geysers que existen en la región central, donde se encuentra Ixtlán de los Hervores (véase fotografía anexa).

La región norte del valle de La Barca es una extensa planicie en la que las montañas situadas en fracturas o que lo limitan, se encuentran a gran distancia (véase com posición fotográfica anexa).

EL LAGO CHAPALA

"La emisión de grandes masas ígneas extrusivas... -- (impidió)... la salida de las aguas continentales hacia -- los mares y se formaron enormes lagos..." dice Paul Waitz-- (24), y uno de ellos se extendía a las regiones que ahora-- ocupan el de Chapala, el Valle de La Barca y los lagos de-- la cuenca cerrada que se extiende al oeste del Chapala.

La máxima extensión de esos enormes lagos correspondió a las etapas pluviales del período pleistoceno; el área y el volumen que ocupaban las aguas disminuyeron a partir -- del período holoceno en el que no se presentan fases pluvia-- les.

La configuración del lago Chapala se debe a que en -- la región se desarrolló: "... una enorme fosa tectónica en-- la cual una faja de la costra terrestre (quedó) confinada -- entre sierras alargadas en dirección EW", según Paul Waitz-- (25).

En esta fosa tectónica, como suele ocurrir en casi -- todas ellas, se desarrollaron fallas además de las fractu-- ras que las condicionaron, y unas y otras permitieron las --

(24) Paul Waitz. Ob. cit. p. 133.

(25) Paul Waitz. Ob. cit. p. 130.

efusiones de material volcánico.

Estas erupciones de material basáltico obstruyeron - la antigua salida de las aguas del lago hacia regiones del norte, a la altura de Poncitlán, según los estudios de los geólogos de la Secretaría de Recursos Hidráulicos. (26)

Se sabe que este material basáltico es moderno porque "se han encontrado debajo de ellos, restos de animales prehistóricos y troncos de árboles con raíces," (27) según los mencionados estudios, y esto permite suponer que los ba saltos son posteriores a esa flora y fauna.

Todos los lagos de la región del Bajío y el de Chapala, fueron afectados como consecuencia de la captura de las aguas lograda por el río Santiago. Waitz afirma que esos -- lagos existieron "... hasta que en el río Grande de Santiago (se) abrió una vía de drenaje hacia el Pacífico a través de la Sierra Madre Occidental" (28)

El proceso hidrológico que tuvo lugar una vez que el río Santiago capturó las aguas del Lago Chapala, también es tá bien expuesto por el propio Waitz en la forma que sigue:

(26) Boletín Hidrológico. No. 24. Secretaría de Recursos Hidráulicos. Dirección de Hidrología de la Comisión Lerma-Chapala-Santiago. No. 3. México, 1964. p. 3.

(27) Boletín Hidrológico. Ob. cit.

(28) Paul Waitz. Ob. cit. p. 127.

"Al unirse el caudal del Lerma (en el tiempo pluvial mucho más caudaloso que ahora), al de dicho río, la erosión tanto por el caudal como por el ímpetu de sus aguas originado por el fuerte desnivel (unos 1500 m. en menos de 50 km. o sean 30 m. por km.) debe haber sido formidable, por lo que no es de extrañarse que el río haya podido profundizar su lecho -- en un tiempo relativamente corto a través de las sierras -- que actualmente aparecen infranqueables, y que por erosión retrógrada haya podido cortar hacia aguas arriba su profunda barranca hasta Puente Grande y Juanacatlán donde existe uno de los últimos escalones de basalto que impiden actualmente todavía el vaciamiento de la depresión rellenada de Chapala sin que el río, con el caudal de agua que lleva en nuestros tiempos y que es incomparablemente menor que el -- del diluvial, pudiera hacer un trabajo de erosión tan activo como entonces". (29)

Chapala cubre una superficie de 1740 kilómetros cuadrados y es el lago más extenso de México. (30)

El lago está rodeado de dos sistemas de montañas, -- uno al norte y otro al sur, en las que se han desarrollado

(29) Paul Waitz. Ob. cit. pp. 135-136

(30) Ernesto Ramos Meza. Lago Chapala. Testimonio y Paisaje. Ediciones Tlacuilo. Guadalajara, 1965.

las fallas que originaron la fosa tectónica.

Los cerros del sistema montañoso del norte son: - -

1) Jamay y La Laja, en el noroeste, en el camino de Jamaya a Ocotlán (véase composiciones fotográficas); 2) Chapinaya entre Chapala y Cosalá, en el norte; (véase composiciones fotográficas); 3) La Cruz y Viejo cerca de Jocotepec, en el noroeste.

En el extremo oeste del lago se encuentra La Sierra de García, que tiene una orientación de sureste a noroeste (Véase fotografía).

Los cerros del sistema montañoso del sur del lago - Chapala son: 1) Chicho y San Pedro (véase composición fotográfica); 2) El Filón, el más alto de la región, en el camino de Jocotepec a Soyotlán, antes de llegar a esta población (véase fotografía); 3) los de Soyotlán (véase composición fotográfica); 4) los de Tuxcueca, en el camino de esa población a Tizapán el Alto (véase composición fotográfica); 5) las mesas de Tizapán el Alto (véase composición fotográfica); 6) el de Palo Alto, en el camino de Tizapán el Alto a Cojumatlán, que muestra una falla (véase fotografía); 7) las mesas de Cojumatlán (véase composición fotográfica); y 8) Escuinapa, que muestra una falla, en el camino de Tizapán el Alto a Cojumatlán (véase fotografía).

LAGO CAJITITLÁN

Esta depresión se encuentra al noroeste del Lago -- Chapala entre dos sistemas de cerros; 1) al norte, los de Cuexcomatitlán, Sacramento, El Carnero y Grande; y 2) al sur, el Cerro Viejo y la Sierra Tecuán, que a su vez se en encuentran al norte de la Sierra Chapinaya (31) .

La cuenca de Cajititlán se formó en una fosa tectónica, cuyos pilares son los dos sistemas de cerros situados al norte y sur de la misma ya enumerados; además, forma un sistema junto con la fosa del Lago Chapala y con otra que se mencionará más adelante, puesto que en la región se alternan pilares y fosas como se muestra en el cor te geológico anexo.

El Lago Cajititlán corresponde a una cuenca cerrada que hasta hace pocas décadas tenía un nivel más alto, a pe sar del cambio en las condiciones climáticas que ha afecta do a la hidrología de toda la región; el descenso en el ni vel del lago que se observa en los últimos años como conse cuencia del uso que se ha venido haciendo de sus aguas - - (32) .

(31) Ramón Rubín. Lago Cajititlán. Jalisco en el Arte. México, D.F., 1960. p. 9.

(32) Ramón Rubín. Ob. cit. p. 43.

VALLE DE GUADALAJARA

"El valle de Guadalajara, propiamente dicho, está limitado al norte por el cerro Río Blanco (al norte de Zapopan) y la mesa de San Isidro y por la Barranca del Río Grande en el noreste, y al este y sureste por unas lomas basálticas que se extienden desde el cerro La Reyna, cerca del lugar llamado La Junta...; al sur por los cerros El Cuatro, Santa María y Gachupín, y al oeste por la Sierra de La Venta". (33)

Las montañas situadas al norte del valle de Guadalajara que se han mencionado, son eminencias riolíticas del antiguo relieve de la región (34), por lo cual existe un contraste entre este sistema de montañas y las lomas basálticas del sur del valle mencionadas anteriormente.

El valle limita al oeste con un conjunto de cerros que recibe el nombre de Sierra de La Venta; a esta sierra pertenecen los cerros Popoca y Colli, así como el de San Isidro; además se considera que el cerro Tepopote, situado al norte de dicha sierra es su prolongación en esa dirección.

(33) Paul Waitz y Fernando Urbina. Ob. cit. p. 31.

(34) Paul Waitz y Fernando Urbina. Ob. cit. p. 35.

Los geólogos Waitz y Urbina, afirman que si "se observa las elevaciones de las cuales se componen (la Sierra de La Venta), son los restos de una sola meseta, formada por capas casi horizontales superpuestas que han sido cortadas por la erosión; en algunas partes, las capas superiores han desaparecido a causa de la erosión, la sierra tiene un aspecto escalonado" (35)

La Sierra de La Venta tiene una base riolítica, - - puesto que las riolitas son las rocas características de la zona, pero sobre ese cimiento descansan una serie de escalones basálticos, que constituyen el elemento principal del sistema montañoso (36).

La Sierra de La Venta constituye un pilar orientado de noroeste a sureste, en relación con la región hundida del valle de Guadalajara, y por ello Waitz y Urbina dicen que: "...las faldas orientales de la Sierra de La Venta, - alineadas en toda la extensión, corresponden probablemente a una fractura, a lo largo de la cual, el trazo al oriente, correspondiente a dicho Valle, se ha hundido considerablemente, mientras la Sierra de La Venta, con la ligera incli

(35) Paul Waitz y Fernando Urbina. Ob. cit. p. 36.

(36) Paul Waitz y Fernando Urbina. Ob. cit. p. 41.

nación de sus capas hacia el oeste, forma el borde levantado, (o mejor dicho, mantenido en su posición alta), de la depresión del Valle de Guadalajara" (37).

Sobre el mismo tema, Severo Díaz, dice: "Todo esto indica que la Sierra de La Venta es la parte más alta de un bloque alargado y estrecho que ha quedado en su posición levantada, mientras que la parte que se extiende a lo largo de su pie noroeste, se ha hundido considerablemente y en menor escala la parte suroeste. La separación de los bloques se ha efectuado a lo largo de varias fracturas a uno y otro lado del bloque de La Venta, entre las cuales la del río Salado está marcada con la línea termal. La fractura o fracturas al otro lado del bloque no se hacen notables por haber quedado enterradas debajo de los depósitos del relleno del valle Guadalajara y solamente una, la principal, se hace perceptible en la superficie, como ya dijimos, por la alineación en dos flancos de este lado de la Sierra de La Venta y por la depresión alargada del Bajío, situada al pie del plano indicado de los flancos" (38).

(37) Paul Waitz y Fernando Urbina. Ob. cit. p. 64.

(38) Severo Díaz. Ob. cit. p. 24.

El material de relleno del valle de Guadalajara es - principalmente de arena; Severo Díaz, refiriéndose al suelo del mismo dice que: "...Está formado en general de una arena que llaman jal (tomado del nombre mexicano xal arena).."
(39).

Al este del valle se abren las barrancas del río --- Santiago, las cuales, más adelante, desembocan en un largo y profundo cañón que sirve de cause a dicha corriente.

Según opinión de Ezequiel Ordóñez, recogida por Severo Díaz en una de sus obras: "Nuestros estudios en largos - espacios del cañón del río de Santiago prueban que el origen de este cañón es una serie de fallas, durante y después de las cuales ha habido tremenda erosión. Las fallas son excesivamente aparentes en las numerosas quiebras de los diques que se encuentran a cada paso en el fondo del cañón, - con una longitud que se puede estimar en 350 kilómetros y - con profundidades hasta de 1000 metros, donde corta a la-- Sierra Madre Occidental, está cavado en andesitas miocénicas, alternadas con algunos macizos de granitos, dioritas - terciarias y el todo cubierto por rhyolitas y por gruesas - masas de tobas rhyolíticas. La altura de los primitivos va-

(39) Severo Díaz. Ob. cit. p. 15

lles cortados por erosión para crear el grandioso cañón, -- se indica hoy por cornizas gigantescas. Locales y pequeñas cuencas, se identifican a lo largo del cañón y sus afluentes, por girones de conglomerados y areniscas" (40).

(40) Severo Díaz. Estudio Sobre los Temblores Sentidos en -
Guadalajara en el Año de 1912. Guadalajara, 1913. p.51

LOS TEMBLORES DE GUADALAJARA

El valle de Guadalajara y las regiones cercanas muestran numerosas fallas y fracturas, algunas de ellas ocasionadas por fallamientos, que explican su naturaleza sísmica.

Esto explica por que Waitz y Urbina, en las conclusiones de su trabajo sobre los temblores de 1912, que: "La región central del Estado de Jalisco y en ella, sobre todo el Valle de Guadalajara, ha sido conmovida varias veces por temblores poco fuertes, pero alarmantes y perjudiciales, -- por el gran número de movimientos que se registraron, formando en su conjunto lo que en sismología se llama "Enjambre de Temblores" (41)

En 1912 tuvieron lugar temblores sucesivos entre el 8 de mayo y el 10 de septiembre, los cuales se presentaron en tres grupos de sismos: 1) de 8 de mayo a 8 de junio, -- 2) de 8 de julio a 2 de agosto, y 3) de 31 de agosto a 10 de septiembre.

Según el estudio mencionado, esos temblores tuvieron como antecedentes otros sismos que afectaron a la región -- desde fines del siglo XVIII hasta fines del XIX, en los -- años que siguen:

(41) Paul Waitz y Fernando Urbina. Ob. cit. p. 82.

- 1) 1770-1771
- 2) 1806, 25 de marzo a junio
- 3) 1844, 27 de marzo a 27 de mayo
- 4) 1875, 11 de febrero al 30 de septiembre

También tuvieron lugar temblores menos intensos y -
 numerosos: en 1877, del 28 de abril al 5 de noviembre; en-
 1878, del 20-22 de marzo al 1-28 de abril y al 25 de mayo;
 y también en 1878, del 9 al 30 de diciembre.

Debido a la frecuencia con la que se presentan los-
 terremotos en la zona, Waitz y Urbina, estudiaron la misma
 para determinar si existe periodicidad en dicha frecuencia,
 y obtuvieron los datos que siguen:

Año de temblor	Período de <u>cal</u> ma en años.
1770-1771	
1806	35
1844	38
1875	31
1912	37

La conclusión a la que llegaron los mencionados geó-
 logos fue: "Si aún se nota cierta regularidad aparente en-
 su repartición en el tiempo, pues se repitieron estos en-
 jambres en los últimos 150 años cada 30 o 40, hasta ahora-

es imposible decir si están sujetos a una ley de periodicidad o no, y, por lo tanto, mucho menos se puede desarrollar tal ley tomando como base el número insuficiente de datos de que disponemos" (42).

Waitz y Urbina tenfan razón, porque entre 1912 y - - 1973, es decir en un lapso de 61 años, no han vuelto a presentarse temblores en la región de Guadalajara, cuyo epicentro haya sido localizada en la misma.

Severo Díaz, al comentar el estudio de Waitz y Urbina, dice: "La circunstancia de que los temblores más fuertes se hayan sentido a ambos lados de la barranca, hacen -- presumir que el foco del movimiento está a mayor profundidad que el fondo de la barranca." (43) y además, concluye -- que: "La profundidad del foco será de entre 800 y 1500 metros" (44)

Waitz y Urbina, en sus conclusiones, afirman: "El estudio geológico de los alrededores de Guadalajara y de la barranca del río Grande, nos conducen a la opinión de que -- el origen de los temblores es tectónico y de que las sacudidas se efectuaron por el movimiento de bloques alargados --

(42) Paul Waitz y Fernando Urbina. Ob. cit. p. 82

(43) Severo Díaz. Estudio sobre los temblores Sentidos en -- Guadalajara en el Año de 1912. Guadalajara, 1913. p.52

(44) Severo Díaz. Idem. p. 53.

en dirección NW. (es decir, paralelos a la topografía de la Sierra Madre, al W. de la zona conmovida, y a la costa del Pacífico, en esta parte de la República), que se hundén y acomodan a lo largo de fracturas que tienen la misma dirección. Una de estas fracturas pasa al pie de la Sierra de -- La Venta, pero esta línea no ha estado activa en 1912. Los temblores de dicho año resultaron, al parecer, del acomodamiento de bloques más al E. de la mencionada línea" (45).

Según la Carta Sísmica de la República Mexicana, de Jesús Figueroa A. (46), el terremoto del 8 de mayo de 1912-- que afectó a la ciudad de Guadalajara fue de magnitud 6 en la Escala Richter.

Los epicentros correspondientes a los temblores de la región de Guadalajara en 1912 fueron los siguientes:

98 latitud 20° 46', longitud 103° 11'

99 latitud 20° 49', longitud 103° 23'

Las posiciones astronómicas correspondientes han sido localizadas en el mapa anexo, y se ha procedido a unir -- los dos puntos de los epicentros por medio de una línea, la cual probablemente es una fractura.

(45) Paul Waitz y Fernando Urbina. Ob. cit. pp. 82-83

(46) Jesús Figueroa A. Carta Sísmica de la República Mexicana. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Geofísica. Servicio Sismológico. México, 1959. pp. 79, 91.

Waitz y Urbina, así como Severo Díaz, estimaron que las fracturas en las que se originaron los terremotos de la región de Guadalajara tienen la dirección de la Sierra Madre Occidental.

Pero, como se ha afirmado, es posible que la línea que une los epicentros 98 y 99 esté indicando que la fractura está más bien orientada de este a oeste, es decir con el mismo rumbo que las fosas tectónicas o graben del lago Cajititlán, del lago Chapala y del pantano de Verdfa.

LA DEPRESION ZACOALCO-SAYULA

Al Oeste del Lago Chapala y abarcando una zona que llega hasta el Nevado Colima, se extiende una fosa tectónica o graben relacionada desde el punto de vista de la geología histórica y de la morfología con el referido Lago Chapala.

Durante el pleistoceno, esta región formó parte de un gran lago que incluía también otras regiones del actual Estado de Jalisco, pero, como afirma Paul Waitz, esos enormes lagos fueron drenados por el río Santiago (47).

"Al cortar el Lerma su cauce a través de la Sierra Madre en el norte-poniente, y al establecer el drenaje de las grandes depresiones atravesadas por su curso, quedaron separadas de ellas dos depresiones secundarias, la de Magdalena-Ahualulco-Ahuisculco por un lado, y las de Zacoalco -- Sayula por el otro" (48)

La primera de éstas es drenada por el río Ameca, y las otras cuencas han quedado cerradas y en la actualidad sufren una gran disminución de su caudal hidrológico; estas cuencas son, de norte a sur, las de los lagos Atotonilco, -

(47) Paul Waitz. Ob. cit. p. 133.

(48) Paul Waitz. Ob. cit. p. 136.

San Marcos, Zacoalco, Sayula y Zapotlán así como la del --- pantano de Verdía.

Esta fosa o depresión tectónica se extiende hacia el sur y es el "antecedente" del cauce del río Coahuayana.

En una de las fallas de la fosa se desarrolló la actividad volcánica que dio lugar a la formación del Nevado - Colima, el cual es un volcán andésítico y pliocénico. -- (49).

Aunque el Volcán Colima corresponde a la misma -- falla, su actividad está relacionada con las fracturas de -- los paralelos $19^{\circ} 00'$ y $19^{\circ} 30'$ de latitud norte; sus rela-- ciones más estrechas son con el Parícutin, ya que el Volcán Colima está a los $19^{\circ} 31'$ y el Parícutin a los $19^{\circ} 28'$.

El Volcán de Colima ha estado en actividad desde el siglo XVI, aunque ha mostrado mayor frecuencia en sus paro-- xismos durante los siglos XIX y XX, y por su muy frecuente-- actividad se le llama Volcán de Fuego (50).

El Parícutin tuvo sus erupciones entre 1943 y 1952, -- pero en el área de más o menos 300 kilómetros cuadrados que rodea a ese volcán, se han localizado 150 conos cineríticos del mismo tipo, por lo que el Parícutin es el último de los

(49) Esperanza Yarza de De la Torre. Volcanes de México. -- Aguilar. México, 1971. p. 179.

(50) Esperanza Yarza. Ob. cit. p. 217.

que pertenece a dicho tipo (51).

Es decir, en los dos extremos de la fractura del paralelo $19^{\circ}30'$ se encuentra el volcán de más frecuente actividad en el país, el Colima, y la zona con mayor número de conos cineríticos que se han venido formando sucesivamente y de los cuales el Parícutin es el último.

Por otra parte, también se ha sugerido una relación entre el Volcán Colima con el Ceboruco y con el San-gangüey, especialmente con el primero, por encontrarse los tres a lo largo de la misma alineación y porque en algunas ocasiones se han notado actividades secundarias, como emisiones de gases sulfurosos, simultáneamente, en el Colima y en el Ceboruco.

Recientemente, después del terremoto del 30 de enero de 1973 en Tecomán, Colima, desde los aviones del Colegio del Aire, de Guadalajara, se observaron fumarolas en los volcanes de Fuego y Ceboruco (52).

-
- (51) F.M. Bullard. Resumen de la Historia del Volcán Parícutin, Michoacán, México. Libreto Guía Excursión A-15. -- Congreso Geológico Internacional. México, 1956. p. 73.
(52) El Sol de México. 7 y 11 de febrero de 1973.

TEMBLORES RELACIONADOS CON LA REGION

Según la Carta Sísmica que se incluye en este trabajo, son numerosos los epicentros que corresponden a regiones cercanas a la sección del Lago Chapala-Valle de La Barca de la depresión del Sur de la Altiplanicie Mexicana.

Dichos epicentros pueden agruparse en tres regiones, a saber:

- 1) La situada al norte de Zapopan,
- 2) la del paralelo 19° 30' norte, y
- 3) la del paralelo 19° norte.

En la región situada al norte de Zapopan se localizan los epifocos 98 y 99 correspondientes al terremoto del 12 de mayo de 1912, considerado en la parte referente a -- los temblores de Guadalajara.

En la región cercana al paralelo 19° 30' norte, se localizan, de oeste a este los epicentros siguientes:

323 con 13 temblores, cerca de Cihuatlán, Jalisco, - en 1928, 1932, 1933, y 1934;

243 con 7 temblores, cerca de Autlán, Jalisco, con-macrosismo el 30 de abril de 1921;

351 con 6 temblores, cerca de Minatitlán, Colima, - en 1950;

41 con 1 temblor, al noroeste del Nevado Colima, -
 macrosismo destructor en Ciudad Guzmán, Jalisco, el 7 de -
 junio de 1911;

65 con 9 temblores, al este del volcán Colima, --
 Jalisco, macrosismo del 10 de febrero de 1928;

39 con 8 temblores, al sureste del volcán Colima, -
 Jalisco, macrosismo del 10 de febrero de 1928;

370 con 7 temblores, al norte del Parícutin, Michoa-
 can, con macrosismo en 1953; y

Sin número con 2 temblores, en Parícutin, Michoacán
 con sismos el 7 y el 19 de febrero de 1943 (53).

En la región cercana al paralelo 19° norte, se loca-
 lizan, de oeste a este los epicentros siguientes:

Sin número con 4 temblores, cerca de Tecomán, Coli-
 ma, con sismos el 30 de enero y 10 de febrero de 1973 (54)

27 con 7 temblores, cerca de Coahuayana, Michoacán,
 con sismos el 18 de junio de 1942 y el 15 de abril de 1941;

319 con 14 temblores, cerca de Apatzingán, Michoa--
 cán, con sismos 10 de octubre de 1933 y 25 de diciembre --
 de 1957;

(53) Teodoro Flores. Investigaciones geológicas relativas-
 al volcán Parícutin. El Parícutin, Estado de Michoa--
 cán. Instituto de Geología. Universidad Nacional Auto-
 noma de México. México, 1944. pp. 4-6.

(54) El Sol de México. 31 de enero, 1 y 11 de febrero de 1973.

309 con 8 temblores, al suroeste del volcán Jorullo, Michoacán, con sismos el 24 de enero de 1933, el 20 de junio de 1942 y el 19 de febrero de 1954;

198 con 1 temblor, al este del volcán Jorullo, Michoacán, con sismo en 1934 (55)

Como puede apreciarse, se concentra un mayor número de sismos cerca del paralelo $19^{\circ} 30'$, es decir en la zona en la que se encuentra el Volcán Colima o Volcán de Fuego, así como el ejambre de conos volcánicos al que pertenece el Parícutín.

Además, la gran cantidad de focos sísmicos que están situados a lo largo de los dos paralelos mencionados, en regiones cercanas a la región estudiada, demuestra que cerca de dichos paralelos existen zonas de debilidad tectónica.

DESCRIPCION GENERAL DE LA SECCION
CHAPALA-LA BARCA, DE LA DEPRESION

Las características de esta sección son diferentes a las de la sección Zamora-Acambay, ya que mientras en ésta se presenta una región con altas montañas al norte o al sur y la depresión ocupa una pequeña extensión, en el valle de La Barca es una extensa planicie y en el Lago Chapala una fosa de escasa elevación.

Al sur de la depresión se desarrolló en esta sección una fractura que permitió la formación de importantes cerros volcánicos como el Patambán con 3750 metros de altura y la Sierra del Tigre con 2839 metros así como de otros de menor significación; esta fractura, que en la sección atraviesa los Estados de Michoacán y Jalisco, viene desde el de Veracruz. Esta fractura también es el límite sur de la depresión en la región del valle de La Barca, en la que los materiales volcánicos del Patambán cubren parte del valle.

En la fractura que se encuentra en la margen sur de la depresión que formó el Lago Chapala, se hallan de este a oeste el Cerro Blanco con 2500 metros de altura, el Cerro Blanco con 2100 metros, y los cerros La Uña con 2300 metros y el Filón con 2757 metros.

El cerro de Las Trompetas con 2200 metros de altitud, separa el valle de La Barca del de Zamora; este cerro corresponde a una fractura que viene desde el cerro Brinco del Diablo, con dirección oestenoeste-estesureste.

En la fractura que se halla en la margen norte de la depresión que forma el Lago Chapala, se localizan los cerros Jamay con 1970 metros de altura, La Vieja con 2100 metros, Mezcala con 2200 metros, Sierra Chapinaya con 2250 metros y Viejo con 2958 metros.

Conviene observar que los cerros de las fracturas que sirven de límite a la fosa del Lago Chapala tienen mayor altitud en la región oeste, es decir en la misma en la que la depresión se estrecha, y, al mismo tiempo, se han formado otras dos fosas: la del pantano de Verdía al sur y la del lago Cajititlán al norte.

Al norte de la fractura de la margen norte del Lago Chapala, existen otras dos, a saber: una que pasa por los cerros Grande con 1750 metros, y que en parte es el límite norte de la depresión que forma el lago Cajititlán y el cauce del río Santiago; y otra, que atraviesa los cerros Santa Rita con 2100 metros, Huaracha con 1567 metros, y San Jacinto con 2306 metros, que es el límite norte de la depresión en la región del valle de La Barca.

Lo más sobresaliente de la depresión en esta sección es el contraste que existe entre la enorme extensión de norte a sur que ocupa el valle de La Barca y el estrechamiento que sufre en el Lago Chapala.

La extensa superficie que ocupa el valle de La Barca, fué ocupada durante el período pleistoceno por un gran lago.

En la región sur del valle de La Barca, debido a la actividad volcánica, han surgido numerosos cerros y se ha extendido el material de las efusiones del Patambán, lo cual ha determinado la formación de otros pequeños valles, entre los que destacan los de Chavinda y de Zamora.

En la región norte del valle de La Barca, éste se comunica con el valle fluvial de Atotonilco (véase corte del Valle de La Barca).

El Lago Chapala ocupa una fosa alargada y de escasa anchura, que se reduce cada vez más hacia el oeste (véase corte del Lago Chapala).

El desarrollo de la fosa del lago Chapala está relacionado con el de las pequeñas fosas, situadas al oeste, - el lago Cajititlán y del pantano de Verdía.

La Sierra Chapinaya es un pilar o horst situado entre el extremo oeste del Lago Chapala y el lago Cajititlán;

y el cerro El Filón es otro pilar o horst también situado - entre el extremo oeste del Lago Chapala y el pantano de Ver^{de} día (véase corte del Lago Chapala).

Además, conviene recordar que la depresión que ocupa el Lago Chapala es la depresión que alcanza menor altitud - si se compara con la depresión Querétaro-La Piedad, ya mencionada, y las otras que forman parte de la cuenca del río Lerma.

En esta sección las fracturas y fallas siguen una dirección oestenoeste-estesureste hasta llegar al límite -- oeste del Lago Chapala, y a partir de éste adoptan una di--rección noroeste-sureste, semejante a la de la Sierra Madre Occidental.

La línea de fractura que es el límite sur del Lago - Chapala, del Cerrito Blanco al Cerro El Filón, se prolonga - con rumbo sureste-noroeste pasando por la Sierra de García - con 1250 metros de altura y el Volcán Tequila con 3000 me--tros.

Y la línea de fractura que es el límite norte del La go Chapala, del cerro Jamay al cerro Viejo, se proyecta con rumbo sureste-noroeste a través de la Sierra de La Venta -- hasta el cerro Tepopote con 2500 metros de altitud; en la - Sierra de La Venta destacan los cerros Colli y Popoca, am--

bos con 2800 metros.

La Sierra de La Venta y el borde de la región de la barranca del río Santiago son los pilares que limitan al suroeste y noreste, respectivamente, la fosa tectónica que forma el valle de Guadalajara.

Al norte de Zapopan se localizan los focos sísmicos números 98 y 99, correspondientes a los temblores de mayo de 1912, según los datos de la Carta Sísmica de México, así como una línea que los une y puede indicar la existencia de una fractura.

Esta posible línea de fractura tiene una orientación que es semejante a la mayoría de las líneas estructurales cercanas al valle de Guadalajara.

Al llegar al límite oeste del Lago Chapala, también se encuentra otra depresión con diferente rumbo, la de Zaacoalco-Sayula, que en este caso es principalmente de norte a sur.

Esa depresión está limitada por fallas, las cuales sólo han favorecido en gran escala el vulcanismo en la zona correspondiente al Nevado y al Volcán Colima, los cuales contribuyeron a convertirla en una cuenca hidrológica cerrada.

En la depresión se formaron lagos que, de norte a

sur, son: Atotonilco, San Marcos, Zacoalco, Sayula y Zapotlán, así como el pantano de Verdía.

Existe semejanza entre el Nevado Colima y el Cerro-Tancítaro, porque ambos son pliocénicos y principalmente -- andesíticos, y además, debido a que el primero se formó, -- como se ha dicho, es una falla de norte a sur, y el segundo en una fractura que va del Patambán al propio Tancítaro, también de norte a sur.

El Nevado Colima tiene 4330 metros de altitud y el Cerro Tancítaro 3842 metros.

Como las fracturas cercanas al Lago Chapala y las -- de orientación norte a sur que se acaban de mencionar, todas se taponaron después del plioceno, surgió la actividad volcánica en las fracturas de sureste a noroeste en las que se localizan el volcán Tequila y la Sierra de La Venta, du-- rante el pleistoceno más bien tardío.

Los nombres de Popoca "que humea" y Colli "caliente" -- ambos del idioma nahua, son indicadores de que en tiempos-- no muy lejanos ambos volcanes de la Sierra de La Venta te-- nían actividad volcánica secundaria.

Por razones semejantes, en tiempos recientes, el -- vulcanismo se ha trasladado hacia regiones periféricas de-- la sección objeto de estudio, es decir, hacia fracturas --

cercanas a lo largo del paralelo 19° 30' de latitud norte, en las cuales se encuentra la zona del Volcán Colima con 3960 metros de altura y la del Parícutin con 3170 metros.

En la región del Volcán Colima existe un sistema de fracturas de este a oeste que ha permitido formarse los volcanes Apaxtépétl al oeste de Huescalapa, y Platanito al sur de Venustiano Carranza en una misma alineación; Comalíto al sur y Los Gallos al sureste de Venustiano Carranza en otro alineamiento; así como el Hijo al sur del Volcán Colima, alineado con su falla y la del Nevado (56). El Volcán Colima, también llamado Volcán de Fuego, ha estado en actividad del siglo XVI al XX.

El Volcán Parícutin se encuentra en otra zona de fracturas de este a oeste, en la que se han formado 150 volcanes. El Parícutin tuvo efusiones de 1943 a 1952.

Por otra parte, el Volcán Colima se mantiene activo porque además de encontrarse en las fracturas cercanas al mencionado paralelo, también se halla en la que lo relaciona con los volcanes Ceboruco con 2164 metros de altitud y Sangangüey con 2150 metros, ambos del Estado de Nayarit.

(56) Gabriel Ortíz Santos. La zona volcánica "Colima" del Estado de Jalisco. Instituto de Geografía de la Universidad de Guadalajara. Guadalajara, 1944. pp. 11, - 29.

En esta última fractura, el volcán Ceboruco estuvo en erupción los años 1818 y 1870-1875, es decir, también en recientes tiempos históricos.

Durante el pasado siglo, el Volcán Colima estuvo en actividad en los años 1869-1874 por lo que coincidió con la mencionada del volcán Ceboruco en 1870-1875 (57).

(57) Gabriel Ortiz Santos. Ob. cit. p. 14.

EL ARCHIPIELAGO REVILLAGIGEDO

Está formado por las islas volcánicas Clarión, Roca Partida, Socorro y San Benedicto, situadas entre los paralelos $18^{\circ} 15'$ y $19^{\circ} 25'$ y los meridianos $114^{\circ} 50'$ y $110^{\circ} 45'$.

Las fracturas sobre las que se formaron las tres islas más orientales (Roca Partida, Socorro y San Benedicto) tienen rumbos que van desde el sureste-noroeste al suroeste-noreste, y la más occidental, es decir Clarión --- un rumbo este-suroeste-estenoreste.

El nombre de esta última isla ha servido para designar a una fractura del fondo del mar en el este del Océano Pacífico.

La fractura Clarión pasa por dicha isla y termina en la Bahía de Banderas en una latitud de $20^{\circ} 30'$ norte.

La fractura Clarión, al igual que las otras del este del Océano Pacífico, afectan al fondo del mar y no parecen tener relación con las regiones continentales, según la obra de Henry W. Menard (58).

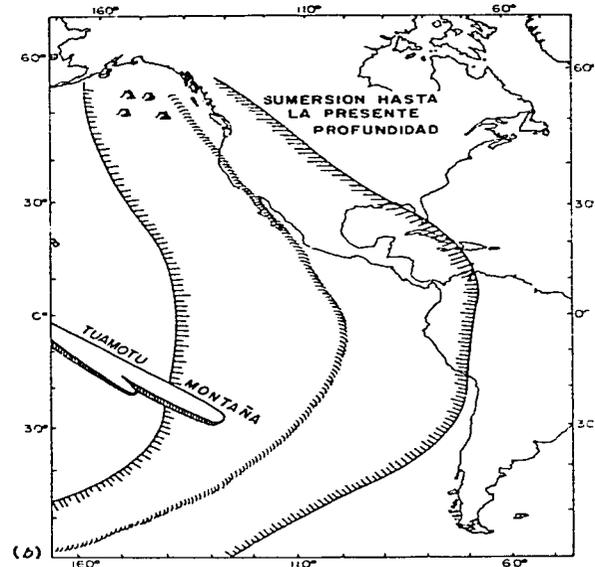
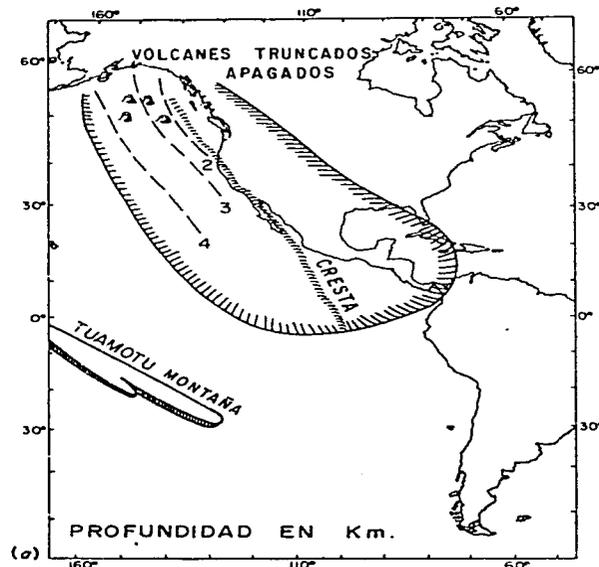
(58) Henry W. Menard. Marine Geology of the Pacific. New York, 1964.

RELACION ENTRE LA DEPRESION DE CHAPALA CON OTRAS

La existencia de la depresión tectónica de Chapala fue establecida por Paul Waitz en 1943, como se ha explicado antes, y más tarde ha sido reconocida por Federico -- Mooser en 1961 (59), y por Enrique Díaz C. y Federico -- Mooser en 1971 (60).

Pero es a Federico Mooser que se deben los estudios que permitieron establecer relaciones entre la depresión de Chapala con las de Acambay y la del norte del Valle de México (61), por lo cual puede establecerse que el Lago -- Chapala y el valle de La Barca forman parte de una gran -- depresión situada al sur de la Altiplanicie Mexicana.

-
- (59) Federico Mooser. Informe sobre la Geología de la Cuenca del Valle de México y zonas colindantes. Secretaría de Recursos Hidráulicos. Comisión Hidrológica de la Cuenca del Valle de México. México, 1961. p. 30.
- (60) Enrique Díaz C. y Federico Mooser. Formación del Graben de Chapala. Sociedad Geológica Mexicana. Memoria de la II Convención Nacional México, 1971.
- (61) Federico Mooser. Ob. cit. p. 30.



Sr. VIVO Agosto 8 RAPaz Cal. 1

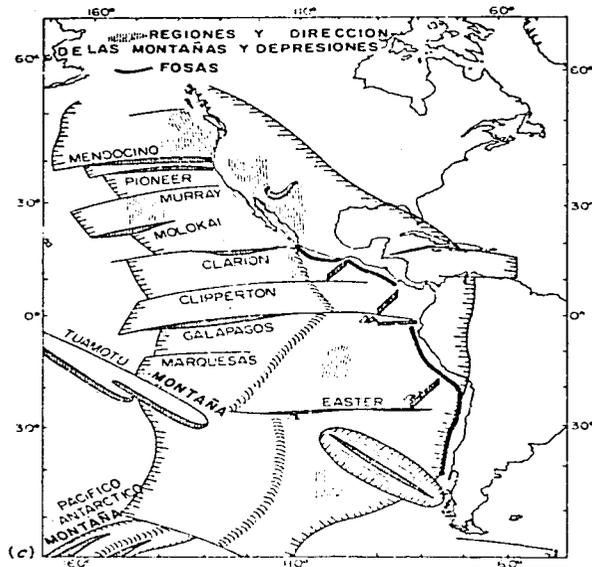
DESARROLLO HIPOTETICO DEL LEVANTAMIENTO EN EL ESTE DEL FONDO DEL OCEANO PACIFICO

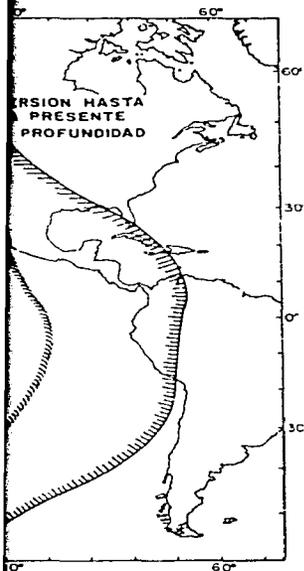
a) elevación del golfo de Alaska, cuyo golfo era de escasa profundidad; en esos tiempos existían en la región numerosas islas volcánicas.

b) sumersión posterior del golfo de Alaska y desarrollo de un gran levantamiento que se sobrepone al anterior en el norte y se extiende hacia el sur.

c) se desarrolla un intenso fallamiento en el levantamiento formado con anterioridad; el empuje del levantamiento hacia el este origina profundas fosas submarinas cerca de las costas de América Central y de América del Sur.

Henry Menard. *Marine Geology of the Pacific*. MacGraw Hill. New York, 1964. p. 134. figura 6.2.





MORFOLOGIA DEL ESTE DEL FONDO DEL OCEANO PACIFICO. "Existe razón para considerar que el este del fondo del océano Pacífico era una profunda cuenca sin rasgos especiales antes del desarrollo del levantamiento que afectó dicho fondo, dado que no se ha encontrado ningún fósil ni otro material susceptible de ser fechado a pesar de que se ha hecho un amplio rastreo de rocas y de fósiles del terciario..."

"El este del fondo del Pacífico estuvo relativamente quieto durante todos los tiempos geológicos, pero fue violentamente deformado en los últimos 100 millones de años..."

"El levantamiento comenzó como un vasto abultamiento abajo del manto que arqueó la corteza suprayacente. En una época fue más alto que ahora, en casi un kilómetro, en el golfo de Alaska y al oeste de Oregón y Washington. En esos tiempos existían en la región numerosas islas, pero después tuvo lugar un levantamiento a mayor altura y las islas, que eran volcánicas, no todas correspondían a volcanes activos. En determinada etapa, algunos fallamientos normales fracturaron la corteza, predominantemente en las laderas del levantamiento, aunque también en la cresta del mismo. Mientras tanto comenzaron los fallamientos transversales en gran escala..."

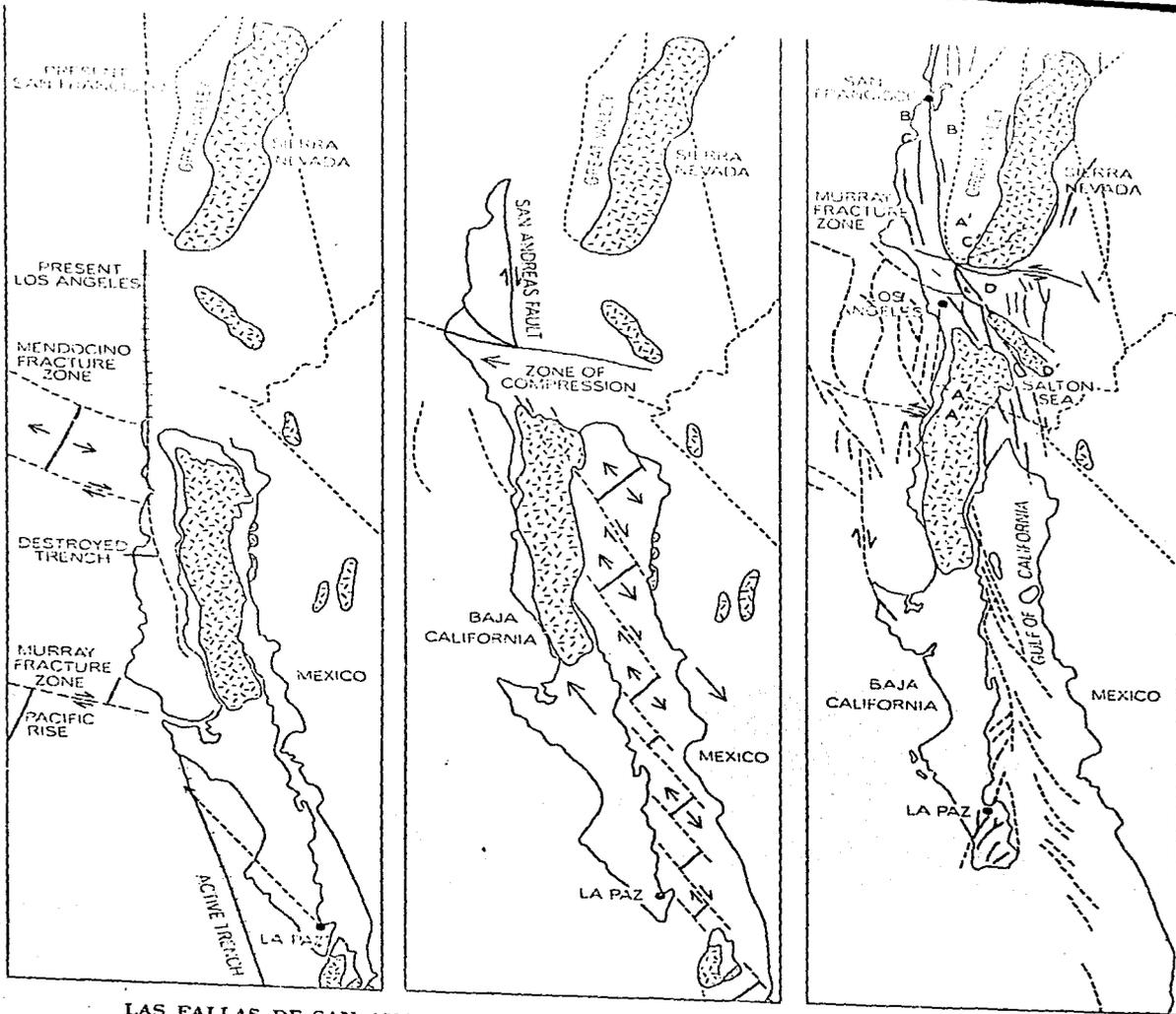
La forma que adoptó el fallamiento transversal fue la de un movimiento de grandes bloques de la corteza, sin alteraciones relativas entre dos zonas de fractura. Sólo surgieron pequeñas grietas de tensión o pequeños alineamientos que se desarrollaron en la superficie de los grandes bloques. Los bloques indeformados se movieron desde la cresta del levantamiento, por lo cual la corteza se dividió y se transformó en un delgado complejo de pequeños bloques de falla. La junta entre las dos mitades de un gran bloque también se dividió en un complejo de pequeños bloques de falla. La ruptura de las laderas ocurrió al sur de la zona de fracturas Murray, y también ocurrió probablemente en regiones de fallamiento normal en las laderas de los levantamientos del sureste del Pacífico. El movimiento hacia el este de los bloques de la corteza desde la cresta del levantamiento, empujó a éste contra América del Sur y América Central, y a los esfuerzos relacionados con ese empuje se debe la formación de las fosas cercanas a las costas de esas regiones. Los diferentes movimientos de los bloques deben haber producido las distintas características de dichas fosas. Dado que las márgenes de los continentes no eran originalmente líneas rectas, los bloques de la corteza cercanos a ellos pudieron ser deformados allí donde fueron empujados contra los pliegues de los declives continentales. Ese efecto puede explicar la tendencia y la posición de las sierras de Nasca, Cocos y Tehuantepec, y la profundidad de las respectivas cuencas..."

"Donde la cresta pasó adentro, como en el Golfo de California, los movimientos laterales no causaron los movimientos de bloques de la corteza que chocan contra las márgenes del continente y, por ello, es notable que ésta es una de las pocas márgenes de la cuenca del océano Pacífico donde no existe una fosa submarina..."

"La topografía y las estructuras del este del Pacífico y las estructuras relacionadas de las márgenes continentales, parecen haber comenzado a desarrollarse desde principios del terciario y están todavía tectónicamente activas. La mayor parte de las pruebas se aplican al levantamiento de la mitad norte, que parece más deformada que la mitad sur. Es posible considerar, sobre la base del material referente a la cronología, que la mitad sur es considerablemente más joven..."

"Una corriente convectiva en el manto parece ser la simple explicación de los movimientos laterales de los grandes bloques de la corteza originados por el levantamiento del este del Pacífico..."

Henry Menard, *Marine Geology of the Pacific*. MacGraw Hill. New York, 1964. pp. 133-137.



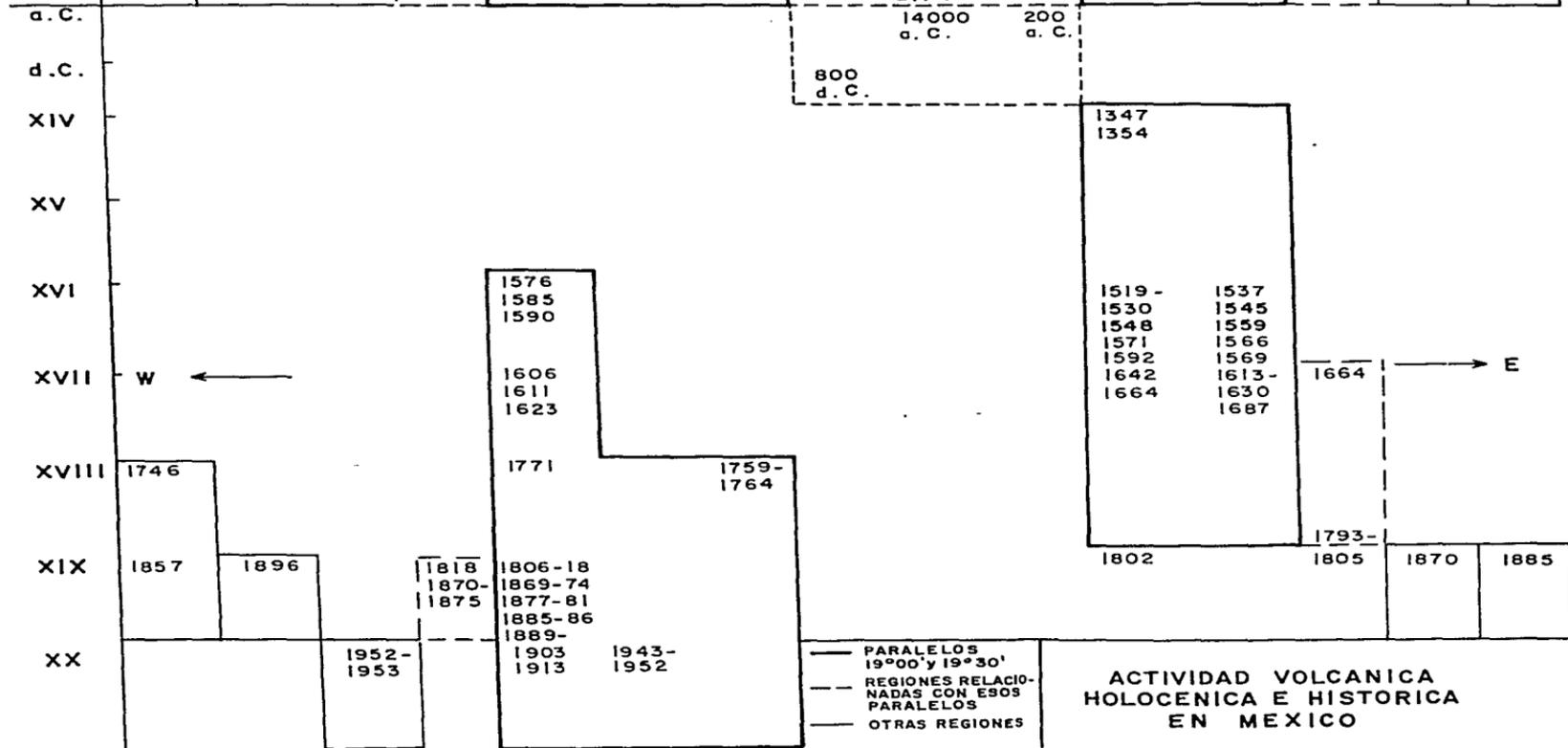
LAS FALLAS DE SAN ANDRES: se representa las etapas de su historia. Hace 25 millones de años (figura de la izquierda) se presume que Baja California se encontraba junto a la región continental de México. Entonces una sección del fondo del océano Pacífico se levantó en la zona que se encuentra entre la fractura Murray y la fractura Pioneer, la cual sufrió una colisión con el cono levantaron y formaron la sierra costera de California; que existía cerca de las costas continentales de San Francisco comenzó a desalojarse hacia el norte; y un bloque situado en el este fue agregado al fondo del océano Pacífico y, finalmente, fue empujado contra las montañas de San Bernardino.

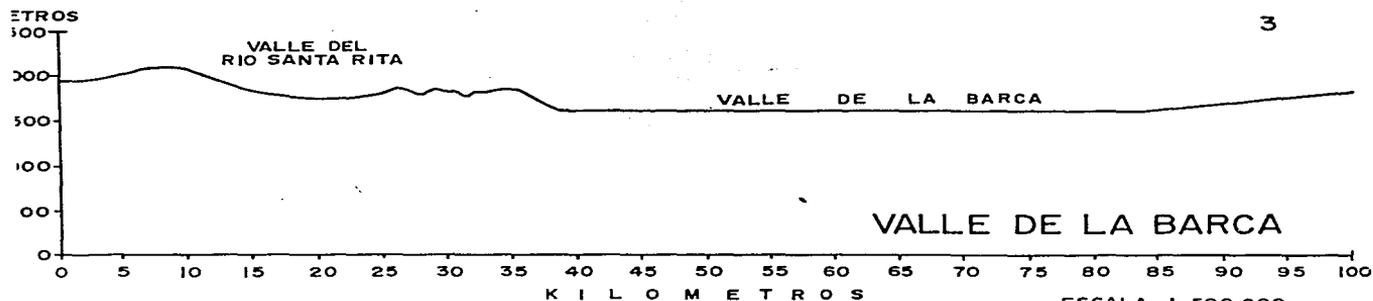
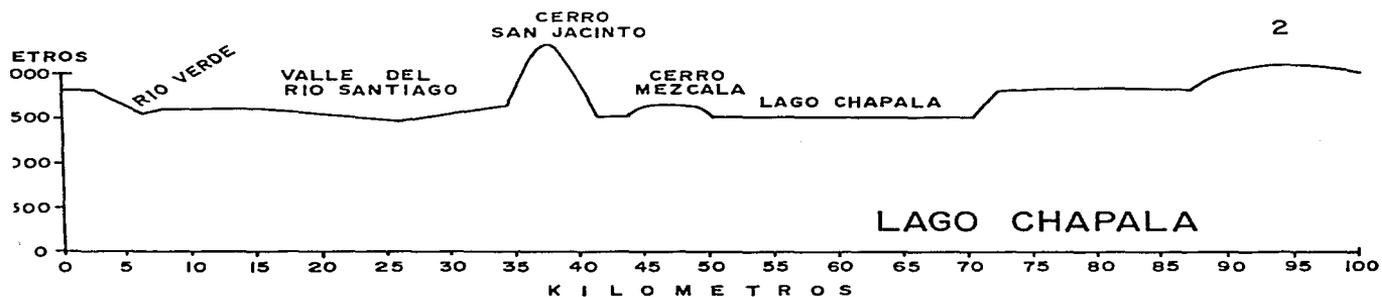
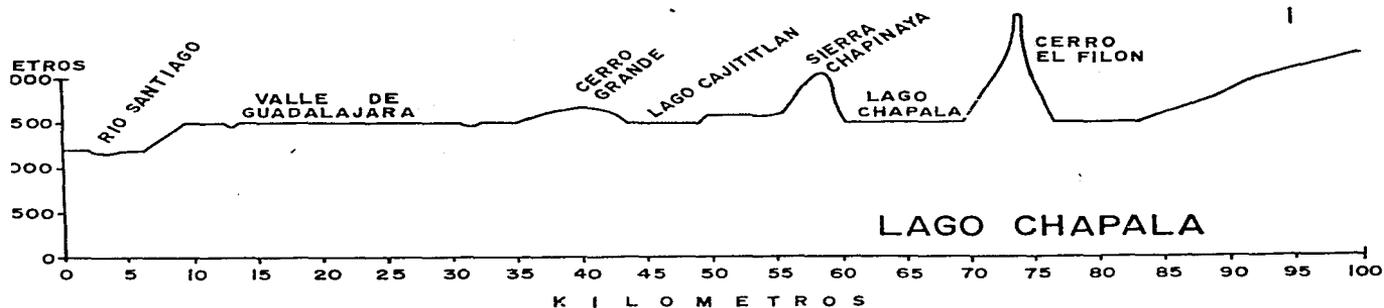
Hace 3 millones de años (figura del centro) el Golfo de California comenzó a abrirse. En la medida en que la península se apartó de la región continental de México, aparecieron una serie de fosas llenas de magma que surgieron en nuevas fracturas. Baja California se separó como una sola pieza o en partes.

En la actualidad (figura de la derecha) el sur de California y Baja California continúan deslizando hacia el noroeste contra la región continental de América del Norte.

Las ilustraciones muestran los principales sistemas de fallas en el continente y las zonas de fracturas en el fondo del océano Pacífico. Sólo sobre la base de las formaciones de rocas, los geólogos han llegado a la conclusión de que la región de Los Angeles se ha movido hacia el noroeste 130 millas (D' a D) en los últimos 20 millones de años o menos. Otros estudios indican que la región de Palo Alto se ha desalojado 200 millas (C' a C). Las rocas de la costa al norte de San Francisco se han movido al menos 300 millas (A' a A) y posiblemente hasta 650 millas (A'' a A) en los últimos 30 millones de años.

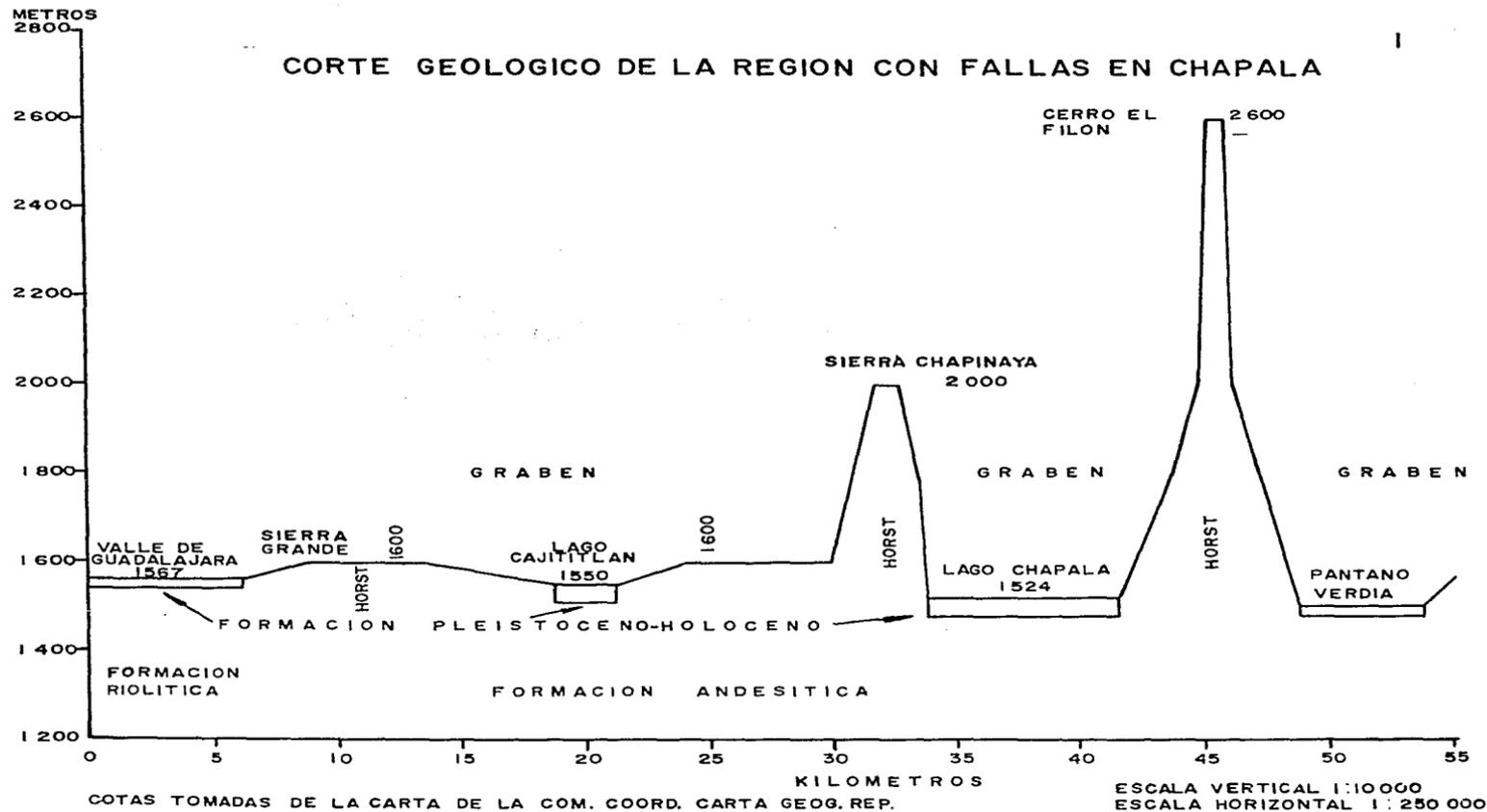
EPOCA O SIGLOS	27°28' Virge- nes, B.C.S.	18°45' Ever- mann, Soco- rro	19°16' Bárce- na, San Bene- dicto	21°09' Cebo- ruco, Nay.	19°31' Coli- ma, Jal.	19°28' Parí- cutin, Mich.	19°02' Joru- llo, Mich.	20°00' Zamo- ra, Mich.	19°20' Santa Cata- rina, D.F.	19°10' Xitle, D.F.	19°01' Popoca- tepetl, Mex. Pue.	19°02' Citlal- tepetl, Pue. Ver.	18°38' San Martín Tuxtla, Ver.	15°40' Pochu- tla, Oax.	15°08' Taca- nd, Chis.
----------------------	------------------------------------	--	---	----------------------------------	--------------------------------	------------------------------------	----------------------------------	---------------------------------	---	--------------------------	--	--	--	----------------------------------	---------------------------------



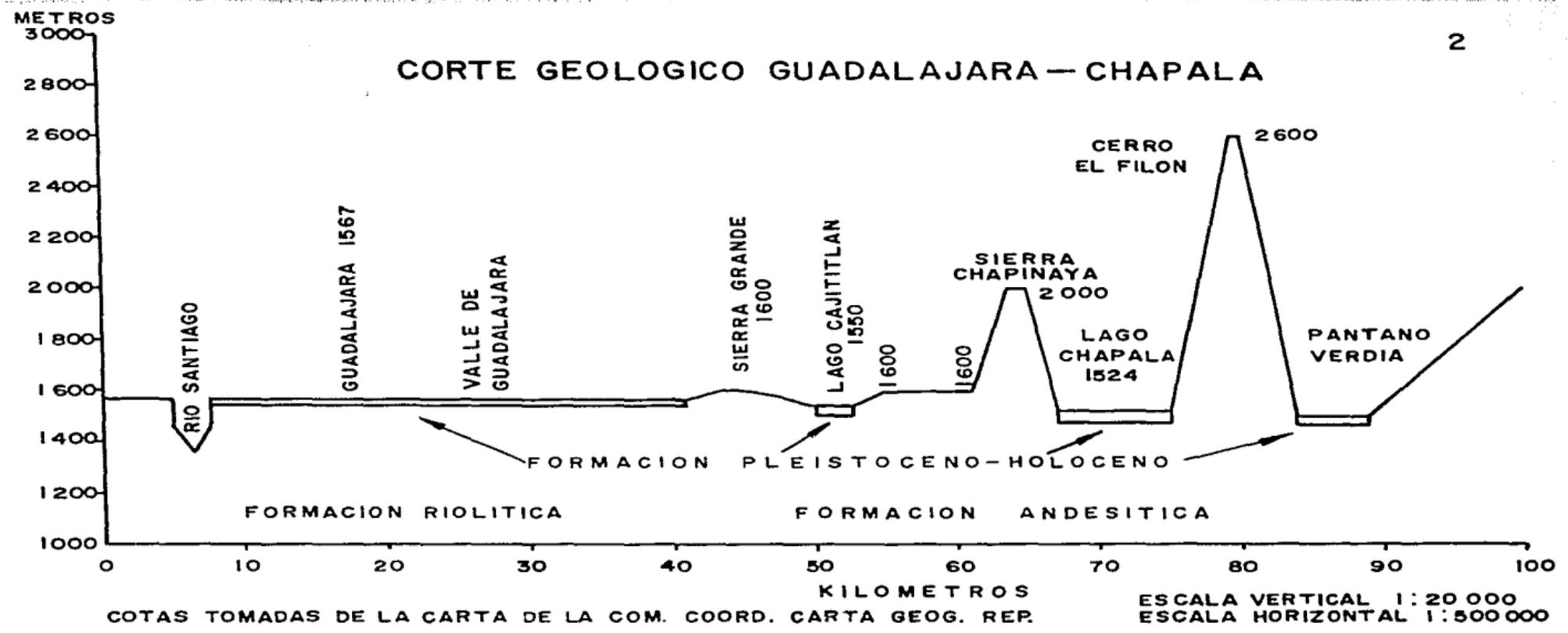


COTAS TOMADA DE LA CARTA DE LA COM. COORD. CARTA GEOG. REP.

ESCALA 1: 500 000



CORTE GEOLOGICO GUADALAJARA - CHAPALA



1. DEPRESION DEL VALLE DE LA BARCA, SECCION SUR



Vista del valle de La Barca desde la carretera de Jiquilpan a Chavinda, Michoacán. Al fondo se observan cerros producto de extrusiones.



La planicie del valle de La Barca en Chavinda, Michoacán.

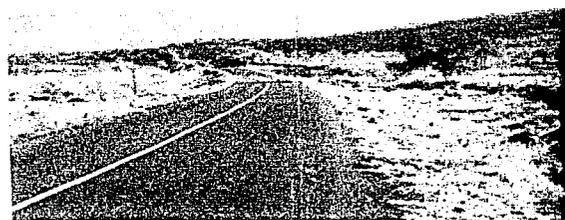


Planicie de Zamora en el extremo sureste del valle de La Barca. Al frente se observan cerros formados por intrusiones.

2. DEPRESION DEL VALLE DE LA BARCA, DESDE LA PIEDAD HASTA
JAMAY; Y EN ESTE DEL LAGO CHAPALA



Valle de La Piedad. Mesa y horst cerca de La Piedad Cabadas.



Vista del terreno ondulado del valle de



Geyser de Ixtlán de los Hervores, en el
valle de La Barca.



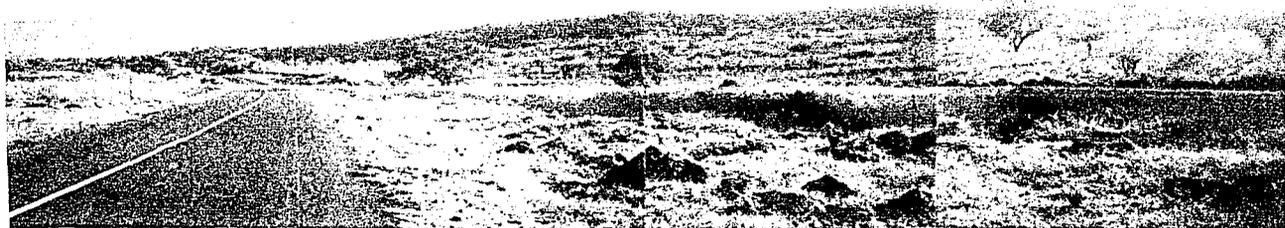
Región de planicies en el noroeste del valle de La Barca. Al fondo
se ven las distancias.



Cerro Jamay, con fallas, al norte de Briseñas, región noreste del Lago Chapala.



Cerro La Laja.



das.

Vista del terreno ondulado del valle de La Barca en una región situada entre Zamora e Ixtlán.

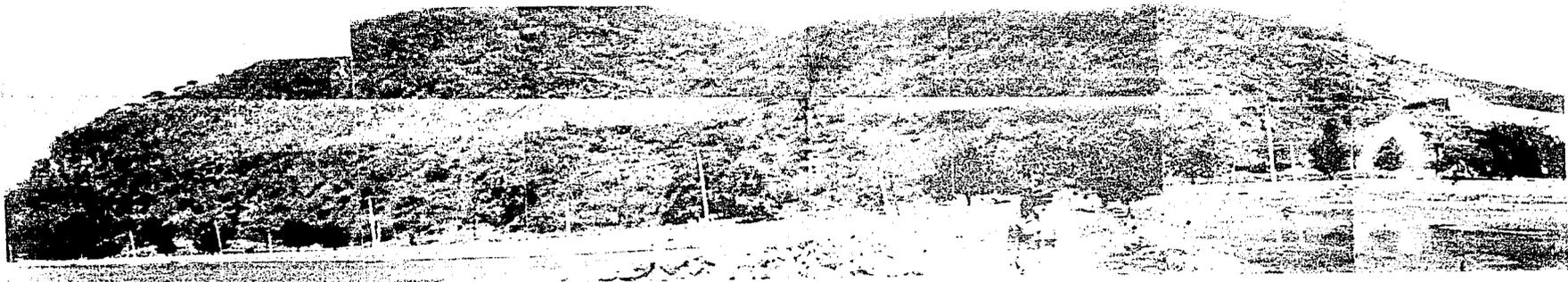


Región de planicies en el noroeste del valle de La Barca. Al fondo se observan cerros originados en fracturas a diversas distancias.

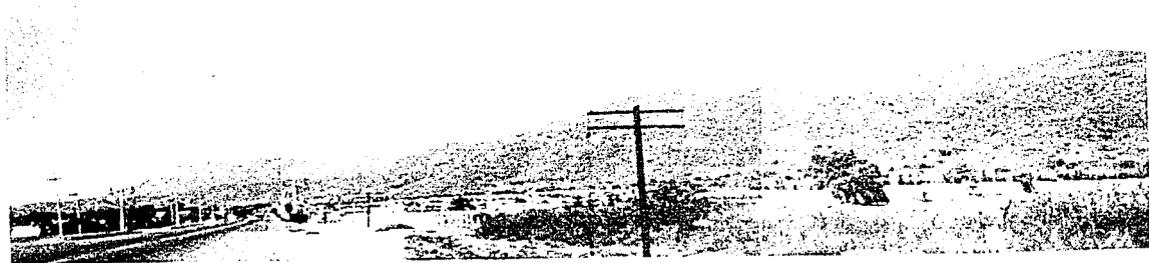


Cerro La Laja, en el límite norte del graben de Chapala, localizado al noreste del lago, en el camino de Jamay a Ocotlán.

3. CERROS QUE LIMIFAN AL NORTE LA DEPRESION DEL LAGO CHAPALA



Sierra Chapinaya a la salida de Chapala, localizada al norte del Lago del mismo nombre.



Sierra Chapinaya, cerca de Ajijic, al norte del Lago Chapala.



Cerros La Cruz al frente, y Viejo al fondo, en el límite noroeste del Lago Chapala. Fotografía tomada desde Jocotepic, en el extremo oeste del lago.

1. CERROS QUE LIMITAN AL OESTE Y SUR LA DEPRESION DEL LAGO
CHAPALA



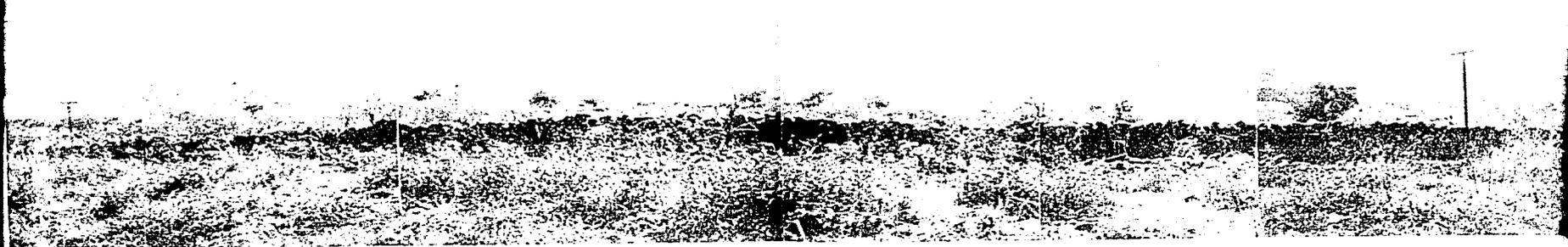
Sierra de García, con orientación sur de noroeste que cierra la depresión del lago Chapala.



Cerro El Filón que es el más alto del límite suroeste del cráter de Chapala.



Cerros Chicho y San Pedro que limitan el suroeste del lago Chapala.



Cerro Cerca de San Luis Soyotlán en la margen sur del Lago Chapala.

5. CERROS QUE LIMITAN AL SUR LA DEPRESION DEL LAGO CHAPALA



Cerros situados cerca de Tuxcueca, en el camino de este pueblo a Tizapán el Alto, en la margen del Lago Chapala.



Mesas que son escalones de falla, adelante de Tizapán el Alto, en el camino del pueblo de este nombre a Cojumatlán, en la margen sur del Lago Chapala.



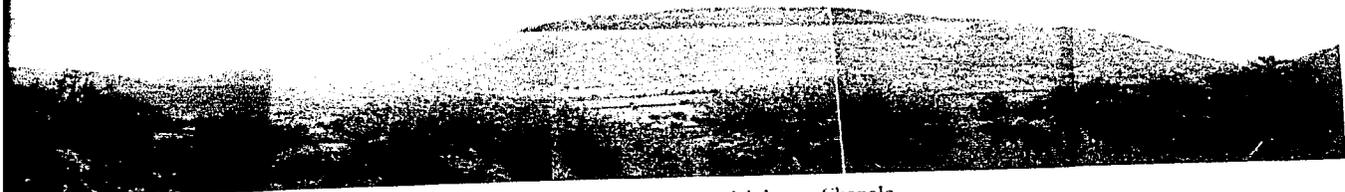
Cerro con falla antes de llegar a Palo Alto, en el camino de Tizapán el Alto a Cojumatlán.

Cerro
mo
pala,



Las Mesas de Cojumatlán, en la margen sur del Lago Chapala.

LAGO CHAPALA



de Tuxcueca, en el camino de este pueblo a Tizapán el Alto, en la margen del Lago Chapala.



Alto, en el camino
sur del Lago Chapala.



Cerro con falla antes de llegar a Palo Alto,
en el camino de Tizapán el Alto a Cojumatlán.



Cerro de Escuinapa, falla interrumpida. Últi-
mo cerro en el extremo sur del Lago Cha-
pala, en el camino de Tizapán el Alto a Co-
jumatlán, antes de llegar a éste.



Las Mesas de Cojumatlán, en la margen sur del Lago Chapala.

LA DEPRESION CHAPALA-ACAMBAY-MEXICO-ORIENTAL

SECCION ZAMORA-ACAMBAY

María Teresa Hurtado Olivo

A MIS PADRES

A MIS HERMANOS

A MANUEL

CONTENIDO

	Página
INTRODUCCION	4
1) Geología Histórica	9
2) Estratigrafía	12
3) Fracturas y Fallas	16
4) Vulcanismo	22
5) Etapa Pluvial Pleistocénica	25
6) Valle de Acambay	27
7) Valles de Tepuxtepec, Maravatio y Solís	39
8) Cuenca del Lago Cuitzeo	45
9) Descripción General de la Sección Zamora-Acambay de la Depresión	48

INTRODUCCION

El presente trabajo se ha realizado mediante el estudio, en el terreno y en fuentes bibliográficas, de los problemas que se refieren a la depresión Chapala-Acambay-México-Oriental, en su sección de Zamora-Acambay.

El trabajo de campo se realizó según los siguientes itinerarios:

- a) Acambay, Dongú, Tixmadeje;
- b) Acambay, Pathé, San Juanico, Huapango;
- c) Acambay, Temascalcingo, ex-hacienda Solís;
- d) Acambay, Atlacomulco, Presa Tepuxtepec;
- e) Presa Tepuxtepec, Maravatío, Acámbaro;
- f) Acámbaro, Salvatierra, Yuriria, Uriangato, Cuitzeo;
- g) Cuitzeo, Puruándiro;
- h) Ciudad Hidalgo, Zinapécuaro, Queréndaro, Charo, Morelia;
- i) Zamora, La Piedad, Puruándiro.

En dicho trabajo de campo se llevó a cabo un reconocimiento geomorfológico con el objeto de identificar fallas y fracturas, de relacionar éstas con los edificios volcánicos y, en determinados casos, con las intrusiones.

También se trató de delimitar a las depresiones y de relacionarlas entre sí, o con depósitos lacustres del pasado, con lagos actuales, con jagüeyes o presas contruidas recientemente.

Al recorrer los cerros que circundan a las depresiones, se determinó la naturaleza petrográfica de los mismos en forma expedita.

En el recorrido, se prestó especial atención a la relación que existe entre las distintas depresiones, así como a la separación que se presenta entre ellas como consecuencia de la actividad volcánica.

En algunas ocasiones pudo determinarse el desnivel entre los distintos elementos, altos y bajos, de una falla, con el fin de establecer la naturaleza del hundimiento que originó el desarrollo de la depresión.

Todo este trabajo fue complementado con la obtención de fotografías de los aspectos más interesantes de la morfología y, en los casos en que fue posible, se realizaron composiciones fotográficas para formar los perfiles correspondientes.

En el trabajo de campo cooperaron algunos profesores y alumnos del Colegio de Geografía, lo que permitió que se dis-

cutieran, en el terreno, los problemas que se iban observando durante dicho trabajo.

El estudio de las fuentes bibliográficas referentes a esta sección de la depresión, complementó al trabajo de campo.

Las obras fundamentales que se consultaron fueron las siguientes:

1) 1808, Alejandro de Humboldt. Ensayo Político Sobre la Nueva España.

2) 1913, Fernando Urbina y Heriberto Camacho. La Zona Megaseísmica Acambay-Tixmadeje, Estado de México, Conmovida el 19 de Noviembre de 1912.

3) 1930, C. Burckhardt. Etude Synthétique Sur le Mésozoïque Mexicain.

4) 1941, Ezequiel Ordóñez. Las Provincias Fisiográficas de México.

5) 1943, Paul Waitz. Reseña Geológica de la Cuenca del Lerma.

6) 1944, Ralph W. Imlay. Cretaceous Formations of Central American and Mexico.

7) 1948, Kirk Bryan. Los Suelos Complejos y Fósiles de la Altiplanicie de México en Relación con los Cambios Climáticos.

8) 1953, A. R. V. Arellano. Estratigrafía de la Cuenca del Valle de México.

9) 1956, F. M. Bullard. Resumen de la Historia del Volcán Parícutin, Michoacán, México.

10) 1956, Federico Mooser. Bosquejo Geológico del Sur del Valle de México.

11) 1958, Jesús Romero Flores. Geografía del Estado de Michoacán.

12) 1959, Jesús Figueroa A. Carta Sísmica de la República Mexicana.

Tanto el trabajo de campo como el estudio de las fuentes bibliográficas se complementó con el estudio de las cartas topográficas 1:500 000 del Comité Coordinador de la Carta Geográfica de la República.

De dichas cartas a 1:500 000 se obtuvieron las cartas topográfico-tectónicas, los cortes transversales y los cortes geológico.

También se utilizó el Atlas de Caminos de México para la elaboración de la Carta de la Depresión Chapala-Acambay-México-Oriental, y de la Carta Sísmica.

La representación, en las cartas tectónicas, de las fallas y fracturas se realizó en forma hipotética, tomando como base las cotas de alturas semejantes, pues como ya se mencionó anteriormente, sólo en algunos casos fue posible observar directamente dichas fallas y fracturas.

Tanto el estudio de las fuentes bibliográficas como la elaboración de los materiales que integran este estudio, se realizaron en forma colectiva.

Más, ese carácter colectivo en el trabajo, no eliminó las responsabilidades individuales que estaban asignadas a cada uno de los componentes del grupo de trabajo, por lo cual, se presentan por separado la parte que corresponde a cada uno de los miembros de dicho grupo.

GEOLOGIA HISTORICA

De acuerdo con la recopilación de Ralph W. Imlay sobre las formaciones del cretácico en México, en la región objeto de estudio, estuvieron representadas las facies marinas, correspondientes a ese periodo, que siguen: aptiano, albiaro, cenomaniano, turoniano, coniaciano y santoniano, así como las facies terrestres campaniano y maestrichtiano (1).

Esto quiere decir que durante gran parte del cretácico inferior y del cretácico superior, dicha región estuvo cubierta por el mar, y que sólo al finalizar la segunda de las etapas del cretácico mencionadas, pasó a ser terrestre.

Una vez que la referida región pasó a ser terrestre, no volvió a ser invadida por el mar; según Charles Schuchert todo el centro de México continuó siendo terrestre durante los periodos paleoceno, eoceno y oligoceno (2).

La insuficiencia en los estudios geológicos es lo que

1) Ralph W. Imlay. Cretaceous Formations of Central America and Mexico. The Bulletin of the American Association of Petroleum Geologist. Vol. 28. No. 8. August 1944. pp. 1091, 1098, 1101, 1104.

2) Charles Schuchert. Historical Geology of the Antillean-Caribbean Region. Wiley. New York, 1935. Maps. 8, 9, 10, 11, 12, 13.

la denudación la zona de los estados de México y Michoacán co
rrespondiente a la región estudiada, durante los periodos pa-
leoceno, eoceno y oligoceno.

La actividad volcánica que tuvo lugar durante los perio
dos mioceno y plioceno, es la base de la reconstrucción que
puede hacerse acerca de la historia geológica de la región,
pero, como el vulcanismo se desarrolla donde existen fractu-
ras y fallas, es necesario admitir la existencia de dichas
fracturas y fallas como un antecedente de la actividad volcá-
nica.

Por lo anteriormente mencionado, puede establecerse que
durante el mioceno se formó una depresión en la referida re-
gión y en otras del centro del país relacionadas con las fa-
llas y fracturas que se presentan en la zona. Estos procesos
son semejantes a los que se han estudiado por geomorfólogos
en otras regiones del continente americano, en las que prime-
ro se desarrolla una depresión por fallamiento, y después se
presentan fracturas tanto en la depresión como en las regiones
cercanas a la misma.

En la región que se estudia, se formaron, durante el mio

ceno, una serie de depresiones entre las cuales se puede mencionar la de Puruándiro, la que actualmente ocupa el lago Cuiztzeo y la fosa de Zinapécuaro, las depresiones que corresponden a la Presa Solís, Maravatío y la Presa Tepuxtepec, así como la del valle de Acambay.

En las fracturas y fallas de las depresiones anteriores se desarrolló la actividad volcánica que corresponde a las márgenes de las depresiones y al centro de las mismas, cuya actividad volcánica se prolongó durante los periodos mioceno y plioceno.

En contraste con estos dos periodos, durante el pleistoceno y el holoceno, no existen indicios de actividad volcánica, pero es activa la depositación, por acarreo, y en las cuencas lacustres; estas dos formas de depositación fueron especialmente importantes durante las fases pluviales del periodo pleistoceno, que corresponden a las glaciaciones características de altas latitudes.

ESTRATIGRAFIA

Las investigaciones geológicas de C. Burckhardt (3) y de Ralph W. Imlay (4), no permiten determinar la antigüedad ni el espesor de las capas cretácicas del mesozoico en la región estudiada.

Los estratos conocidos y que afloran en casi todas las localidades de la depresión y zonas contiguas, son esencialmente de procedencia volcánica.

"...En todo el contorno de la inmensa cuenca del río Lerma, afloran en la superficie casi unicamente rocas eruptivas, mientras que las sedimentarias solo se encuentran en muy pocos puntos en la cuenca y en zonas muy reducidas", según afirma Paul Waitz (5).

Según el mismo geólogo, en la cuenca del río Lerma y zonas contiguas, se observan, ocasionalmente, algunas rocas basálticas y riolíticas, pero las predominantes son las de naturaleza andesítica.

3) C. Burckhardt. Etude Synthétique Sur le Mésozoïque Mexicain. Memoires de la Société Paléontologique Suisse. Volumen 1. Bâle, 1930. pp. 231-235.

4) Ralph W. Imlay. Ob. cit. pp. 1090-1100.

5) Paul Waitz. Reseña Geológica de la Cuenca del Lerma. Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística. México, 1943. p. 137.

El predominio de las tobas y lavas de origen andesítico se explica porque, según los estudios de la mayoría de los geólogos que se han preocupado por los periodos mioceno y plioceno, son aquéllas las características de éstos.

La naturaleza andesítica de los materiales volcánicos del mioceno-plioceno, se debe a que las cámaras magnéticas que alimentaban las efusiones de esos periodos, contenían material del Sial, es decir, de la capa terrestre menos básica que la que alimentó a los basaltos de época más reciente, según Federico Mooser (6).

El espesor de las tobas y lavas andesíticas de la región estudiada, es difícil que alcance una magnitud semejante a la que se encuentra en el Valle de México, ya que en éste coincidió una actividad volcánica más intensa y una depositación de origen lacustre durante la época pluvial del pleistoceno, de mayor significación.

Si bien A. R. V. Arellano calculó en 400 metros el espesor de las capas andesíticas de los periodos mioceno y plioceno en el Valle de México, en contraste, en la región objeto de

6) Federico Mooser. Bosquejo Geológico del Sur del Valle de México. Congreso Geológico Internacional. Libreto Guía de la Excursión C-9. pp. 15.

este estudio, donde la actividad volcánica fue de poca intensidad y los depósitos lacustres de escasa significación, dichas capas andesíticas no han logrado un espesor de tal magnitud (7).

La capa superior del corte estratigráfico en la depresión y zonas contiguas, está representada por los depósitos de acarreo y de origen lacustre, correspondientes a los periodos pleistoceno y holoceno.

Según A. R. V. Arellano, esta capa tiene 8 metros de espesor medio y llega hasta 60 metros en casos excepcionales en el Valle de México (8), pero en el caso de esta región, tiene siempre menor espesor por las razones expuestas anteriormente, es decir, menor pluviosidad y vulcanismo de inferior significación, por un lado y, por otro, el espesor es diferente según las diversas comarcas de la región.

En el lago Cuitzeo, cuenca cerrada desde el pleistoceno, se alcanza el mayor espesor; en los actuales vasos de almacenamiento de Solís y Tepuxtepec, así como en el valle de Acambay, que eran lagos pleistocénicos, el espesor de dichos depósitos

7) A. R. V. Arellano. Estratigrafía de la Cuenca del Valle de México. Memoria del Congreso Científico Mexicano. Tomo III. México, 1953. p. 180.

8) A. R. V. Arellano. Ob. cit. p. 182.

es algo inferior al de Cuitzeo; en otras depresiones con drenaje desde el propio pleistoceno, es todavía de menor cuantía el espesor.

FALLAS Y FRACTURAS

Aunque las depresiones que se han venido mencionando son el resultado de procesos de fallamiento, sólo es posible reconocer las fallas en algunas regiones donde los depósitos de capas superiores no han cubierto el plano de falla o donde un deslizamiento reciente en la falla permite su observación directa.

La falla de Dongú, en la región de Acambay, es uno de los ejemplos más notorios de fallamiento reciente en el que se puede observar directamente el plano de falla.

También pueden apreciarse fallas en Tixmadeje y otros cerros del mismo sistema montañoso al que pertenece el cerro de Dongú; así mismo, se pueden observar fallas a lo largo del camino de Atlacomulco a Tepuxtepec, las cuales corresponden al lado sur del valle de Acambay, interrumpido en esta región por el enorme cerro de Temascalcingo.

Como resultado de la exploración que se realizó por nuestro grupo de trabajo, también se observaron fallas en la región de la Presa Solís y en Acámbaro, así como en la región del lago Cuitzeo.

En las composiciones fotográficas que se anexan para mostrar aspectos de la morfología de la región, pueden apreciarse

algunas de las fallas que se han mencionado con anterioridad.

Las fracturas, en contraste con las fallas, sólo pueden reconocerse por la presencia de los edificios volcánicos y, a veces, de las intrusiones que dan lugar a domos más o menos elevados.

El alineamiento que se observa en los edificios volcánicos, permite establecer la orientación de las fracturas, y como esta alineación resulta paralela, en algunos casos es posible reconocer una depresión entre dos líneas de fracturas.

En los mapas esquemáticos con curvas de nivel que se anejan a este trabajo, se han unido los edificios volcánicos que se alinean en una misma dirección para indicar la existencia de una falla y sólo en los casos en que existe evidencia de una falla, se ha representado a la misma; en ambos casos, las líneas que indican estos aspectos de la tectónica son, a la vez, indicadores de rasgos importantes de la morfología.

Al sur de la actual depresión, pero fuera de ella, se encuentra una fractura cubierta de tobas y otros materiales volcánicos de tipo andesítico que puede ser identificada por el alineamiento de una serie de edificios correspondientes a volcanes inactivos.

La línea que une a los volcanes situados en la fractura al sur de la depresión cruza las elevaciones siguientes: cerro Xocotitlán, sierra Tlalpujahua, Pico Quinceo, cerro Tzirate y cerro Patambán.

En la depresión, unas veces dentro de ella y otras en sus límites, se localiza una fractura que atraviesa los cerros Peña Redonda, Tixmadeje, Altamirano, Ocotes, Pílón, De la Aguja y Prieto, es decir, que va del norte del cerro Xocotitlán al norte del lago Cuitzeo.

Pero, además de las fracturas, destaca por su importancia el sistema de fallas que limita al norte y al sur el valle de Acambay; la falla del norte se extiende desde el sur de los cerros que se encuentran frente a la ex hacienda Solís hasta Peña Redonda, y la falla del sur se halla al norte del camino de Atlacomulco a Tepuxtepec.

La depresión en la que se encuentra el lago Cuitzeo está entre dos de las fracturas antes mencionadas, a saber:

- 1) la que se extiende del cerro Xocotitlán al Patambán, en el tramo entre el cerro San Andrés y el Pico Quinceo, y
- 2) la fractura que pasa por el cerro Peña Redonda y atraviesa,

en esta región, por los cerros Pilón, De la Aguja y Prieto.

Además, en el seno de la depresión del lago se encuentra una fractura que va del norte de Zinapécuaro al cerro La Mina.

La orientación de las fracturas y fallas que hasta ahora se han venido describiendo siguen un rumbo de este a oeste hasta la depresión del lago Cuitzeo, pero, a partir del oeste de dicho lago, adoptan una orientación hacia el noroeste, que guardan hasta la cuenca del lago Chapala.

Una de las fracturas comienza en el cerro Coeneo, atraviesa los cerros El Tule, El Cobre y Blanco, y llega hasta el límite sur de la cuenca del lago Chapala, según el alineamiento de estos cerros que se indica en el mapa.

Otra de las fracturas se inicia en el cerro Varal, cruza los cerros Villachuato, Cujuarato y Santa Rita, y se interna en regiones situadas al norte de la cuenca del lago Chapala, según la línea que indica el alineamiento respectivo.

Una tercera fractura se encuentra entre las dos antes mencionadas, y va desde el cerro Huaniqueo, pasando por los de Brinco del Diablo, El Fraile y Acuandureo, hasta el cerro Las

Trompetas.

El cerro Huaniqueo es el límite oeste de la cuenca del lago Cuitzeo y el cerro Las Trompetas es el límite este de la depresión que incluye, en conjunto, a la cuenca del lago Chapala y el valle de La Barca.

Otras fracturas están fuera del área de la depresión objeto de estudio y se encuentran al sur de ésta.

Casi todas tienen una orientación de suroeste a noroeste. Esta orientación es semejante a la que se observa en el sistema formado por las sierras de Las Cruces, Monte Alto y Monte Bajo, al oeste de la cuenca del Valle de México.

La misma orientación de suroeste a noroeste deja de presentarse a partir de una línea que puede trazarse, de norte a sur, desde el cerro Patambán hasta el Tancítaro y que puede prolongarse hasta el cerro Salinas, al sur de Apatzingán.

Todo este sistema de fracturas de suroeste a noroeste, y también la que posiblemente une a los cerros Patambán y Tancítaro, se encuentra al norte de la fractura del paralelo 19° norte, que, en esta región, va desde el Nevado de Toluca, pasando por el volcán Jorullo, hasta el cerro Salinas, y que,

ya fuera de la región, llega al cerro llamado Volcancillo, al sur del Volcán de Colima.

Al terminarse las fracturas del suroeste al noroeste, en la línea de Patambán a Tancitaro, comienza, en este último volcán, una fractura que se extiende a lo largo del paralelo $19^{\circ}30'$ norte y no de $19^{\circ}15'$ como pensaba Alejandro de Humboldt, hasta el Volcán de Colima, en los límites del oeste de Jalisco con el propio Colima.

Todas las fracturas mencionadas que afectan a las rocas volcánicas que cubren toda la región objeto de estudio, se formaron en las capas subyacentes cretácicas y, posiblemente, de otras etapas del mesozoico; estas fracturas, en consecuencia, se originaron en rocas que son predominantemente calizas y muy consolidadas.

Se anexan los mapas esquemáticos con curvas de nivel de las regiones central y oeste del sur de la Altiplanicie Mexicana, en los que se han indicado los alineamientos de fracturas y fallas. En dichos mapas se representan, por medio de líneas, los cortes verticales que muestran las depresiones y elevaciones del terreno.

VULCANISMO

Toda la información que se ha venido exponiendo, demuestra que la región objeto de estudio ha sido afectada por el vulcanismo desde los periodos mioceno y plioceno y que, toda su morfología está determinada por los materiales volcánicos que en una u otra forma se han acumulado para formar montañas o para llenar depresiones.

Ezequiel Ordóñez dice al respecto: "El crecimiento en altura de la Meseta Central del Sur es en general debido a enormes acumulaciones de materiales volcánicos arrojados por anchas y largas fracturas y a lo largo de fallas y, al final, por las chimeneas de gran número de altos y pequeños volcanes. Debe notarse que la mayor parte de los volcanes más altos de México se alínean en una dirección este-oeste, desde el litoral del Golfo de México hasta el Océano Pacífico como una gran barrera que forma el límite meridional de la gran meseta".

"Se admite generalmente que esta serie de altos volcanes en estado de letargo o recientemente extinguidos representan el fin de un gran ciclo de la historia volcánica de esta región".

"Riolitas, dacitas, variedades de andesitas, traquitas, andesitas basálticas y basaltos son las rocas constructoras de las grandes sierras diseminadas en esta gran subprovincia; pero los valles, que fueron originalmente profundas depresiones o cubetas (lechos) lacustres entre las montañas, han sido posteriormente rellenos con materiales aluviales y sedimentos lacustres derivados de aquellas montañas, así como con enormes cantidades de material cinerítico, producto de los más recientes volcanes. Cuando terminó la acción volcánica más fuerte, los grandes lagos estaban convertidos en superficies de agua de profundidad relativamente escasa, los cuales han ido gradualmente desecándose, llegando a ser al final tierras de cultivo. En tiempos pleistocénicos, antes de que muchos lagos hubieran desaparecido, existía una abundante fauna, especialmente mamíferos. El completo desecamiento de estas cuencas fue probablemente debido a un cambio de clima, menos húmedo, y el drenaje de estas depresiones cuando el agua había cavado ya sus salidas hacia los océanos o conectado varias de estas depresiones entre sí. Aproximadamente a la latitud de 23° norte, dos grandes ríos drenan extensas áreas de la Meseta Central del Sur. Uno es el río Lerma o de Santiago, que tiene su salida al

Pacífico y el otro el Moctezuma o Pánuco, que desemboca en el Golfo de México, cerca de Tampico. Numerosos lagos relativamente pequeños se encuentran aún en la parte occidental de esta subprovincia, no siendo algunos de ellos sino ensanchamiento en el curso de los ríos, como por ejemplo el Lago Chapala; y otros lagos han sido formados por recientes barreras volcánicas, como es el caso de la mayoría de los lagos de Michoacán. Algunos lagos como por ejemplo el de Texcoco, el resto de los grandes lechos de agua del Valle de México, representan el tipo de los lagos formados en grandes cuencas" (9).

Esta descripción referente a la región sur de la Altiplanicie Mexicana tiene aplicación directa a la zona que se extiende desde Puruándiro, Michoacán, hasta Acambay, México, objeto de este estudio, pues fue a lo largo de fracturas y de fallas, así como de chimeneas, que se formaron las enormes acumulaciones de materiales volcánicos de dicha zona.

La naturaleza morfológica de cada una de las comarcas que se observan en la misma, será objeto de la descripción que se ofrece más adelante.

9) Ezequiel Ordóñez. Las Provincias Fisiográficas de México. Revista Geográfica del Instituto Panamericano de Geografía e Historia. Tomo I. Num. 2 y 3 mayo y septiembre 1941. pp. 156-157.

ETAPA PLUVIAL PLEISTOCENICA

Si bien el vulcanismo ha determinado la morfología estructural de la región, es a consecuencia de la etapa pluvial pleistocénica que se ha conformado la morfología climática de la misma.

A cada una de las glaciaciones que se presentaron en altas latitudes, correspondió, en esta región del territorio mexicano, una etapa de frecuentes e intensas lluvias que es conocida como etapa pluvial, cuya influencia fue decisiva en la hidrología.

Alejandro de Humboldt, en su obra "Ensayo Político Sobre la Nueva España" (10), decía: "llanuras inmensas, que parecen otros tantos lechos de antiguos lagos, se suceden unas a otras, separadas unicamente por colinas que apenas se elevan de 200 a 250 metros sobre el fondo de esos mismos lechos".

El mismo autor, al insistir sobre el tema, dice: "Los lagos de que abunda México, y cuya mayoría parece disminuir de año en año, no son sino los restos de aquellos inmensos depósitos de agua que al parecer existieron en otro tiempo en las grandes y

10) Alejandro de Humboldt. Ensayo Político Sobre la Nueva España. Sexta Edición Castellana. Editorial Pedro Robredo. México, 1941. Tomo I. p. 351.

altas llanuras de la Cordillera" (11).

En tiempos contemporáneos, confirmando las ideas de Humboldt, el geólogo Paul Waitz, al referirse a las planicies lacustres de El Bajío, dice: "Todas ellas estaban ocupadas en una época remota probablemente del mioceno al pleistoceno por un solo lago continental o por una serie de lagos escalonados hasta que el río Santiago (se) abrió una vía de drenaje hacia el Pacífico a través de la Sierra Madre Occidental. Entonces los lagos superiores desaparecían porque podían drenarse a lagos inferiores de los cuales el de Chapala es el único resto" (12).

La acción combinada de la etapa pluvial pleistocénica, por una parte, y de la sedimentación en las cuencas lacustres, por otra, junto con el depósito de materiales clásticos de origen volcánico, han modificado las antiguas estructuras tectónicas de la región.

11) Alejandro de Humboldt. Ob. cit. p. 364.

12) Paul Waitz. Ob. cit. pp. 127-128.

VALLE DE ACAMBAY

Está situado a 95 kilómetros al noroeste de la ciudad de México y está limitado al norte por el sistema montañoso Acambay-Tixmadeje, también denominado de Dongú, que significa, en idioma otomí, "paredón destruido".

Este sistema está constituido, de este a oeste, por los siguientes cerros: Peña Redonda, Peña Larga, Mesa de Dongú, El Colmilludo, Tixmadeje, Boti o de Las Palomas y sus prolongaciones Xidó y Agostadero.

Los cerros de Peña Redonda y Peña Larga fueron originados por erupciones andesíticas, tienen forma de domo destruída en parte, y alcanzan una elevación de 3250 y 3150 metros respectivamente, y en ellos, por fallamiento, han quedado al descubierto planos de falla en su borde meridional.

En el extremo oriental de Peña Redonda se encuentran, como prolongación de este cerro, los de Arroyozarco y La Manga, que también son de origen volcánico; al pie de Peña Redonda se halla la barranca de Puenteceillas y al fin de la escarpa de Peña Larga se encuentra la población de Acambay.

La prolongación al oeste de Peña Larga está formada por

la mesa de Dongú, en la que existe una notable falla que se desarrolló como consecuencia del terremoto de noviembre de 1912 (véase las composiciones fotográficas anexas).

En el extremo oeste del sistema montañoso se hallan otros cerros de origen volcánico, a saber: El Colmilludo, Tixmadeje con 3090 metros, Las Palomas y sus prolongaciones, todos ellos afectados seriamente por la erosión (véase composición fotográfica anexa).

El Valle de Acambay tiene como límite sur otro sistema montañoso, de menor importancia, que está constituido, de oeste a este, por los cerros de El Batán, Xomejé, La Campana, Los Cucmes y Maye, todos ellos de origen volcánico y andesíticos (véase composición fotográfica anexa).

Los cerros de El Batán y Maye muestran una fuerte pendiente hacia el norte, que contrasta con una suave inclinación hacia el sur; esa pendiente corresponde a planos de falla que están expuestos recíprocamente en relación con los de Dongú y Tixmadeje, por lo que los cuatro constituyen los límites de un graben o fosa tectónica.

También constituyen parte de la frontera sur del Valle de

Acambay los cerros situados al norte de Atlacomulco, los cuales forman también un pilar al sur de la fosa tectónica o graben de dicho valle (véase composición fotográfica anexa). Este límite se extiende al oeste, a lo largo del camino de Atlacomulco a Tepuxtepec, en donde se encuentran numerosas fallas en las faldas del lado norte del cerro de Tlacotepec, observadas en nuestro itinerario de viaje (véase composiciones fotográficas anexas).

En el límite este se encuentran otras depresiones que son una continuación del Valle de Acambay y que siguen la misma orientación tectónica de las fallas que se presentan en este último. La primera es el valle de San Lucas, que se encuentra en una elevación con respecto al de Acambay, y que está atravesado por el arroyo de Pathé; la segunda es el valle de La Manga, que es una zona de cultivos; y la tercera, el valle de San Juanico, en la que se ha construido una represa. Al noreste de esta zona se encuentra el extenso valle de Huapango y el lago del mismo nombre. El extremo sur del valle fue afectado por anchas y profundas fracturas como consecuencia del terremoto de noviembre de 1912 (véase composiciones fotográficas anexas).

Al este de esas pequeñas depresiones se halla la región montañosa y el pueblo de Timilpan, que también fueron afectados fuertemente por el citado terremoto; al sureste se encuentra el enorme volcán denominado Xocotitlán, que separa el valle de Acambay del Valle de México.

El centro del valle de Acambay está atravesado por una enorme grieta que dió origen a numerosos cerros volcánicos que son conocidos con el nombre genérico de Cerros de Temascalcingo, con 3300 metros de altitud, los cuales dividen al valle en varias subregiones conocidas con los nombres de Valle de Solís al oeste, y de Toxhi al sur (véase composiciones fotográficas anexas).

El valle de Acambay es una planicie formada por la acumulación de material volcánico debido a la efusión de las montañas que lo rodean, al acarreo de las tobas erosionadas en las laderas de dichas montañas y a la sedimentación en el lago pleistocénico que cubrió a la región.

A consecuencia del escaso escurrimiento existente en el valle, se ha recurrido a la formación de numerosos jagüeyes que se encuentran dispersos en el mismo, para proporcionar a-

gua a los campos de cultivo (véase composición fotográfica anexo).

Todas estas observaciones, que fueron el resultado de la exploración de campo realizada por nuestro grupo de trabajo, están confirmadas por las conclusiones que se obtuvieron por los investigadores del Instituto de Geología, que estudiaron la región con motivo del terremoto del 19 de noviembre de 1912 que se encuentran en la obra de Fernando Urbina y Heriberto Camacho (13).

Sobre la petrografía de la región de Acambay, afirman esos autores lo que sigue: "La andesita es la roca predominante por excelencia. Cubre grandes extensiones y aparece ya formando elevadas protuberancias, ya domos, ya corrientes, y por último en diques como muros verticales y radiados. Su composición la acerca más a un magma básico que a un ácido; es más abundante la andesita de hiperstena que la hornblenda y ésta cuando se presenta aparece con el fenómeno de resorcpción magmática, quedando esqueletos de cristales de hornblenda marca-

13) Fernando Urbina y Heriberto Camacho. La Zona Megaseísmica Acambay-Tixmadeje, Estado de México, Conmovida el 19 de noviembre de 1912. Secretaría de Fomento. Instituto Geológico de México. México, 1913.

dos por magnetita, como si hubiera vuelto a sufrir otra efusión" (14).

Esas observaciones están complementadas con otras sobre el vulcanismo y las fracturas de la región, "...así: 1o., sabemos que la región está cubierta por una serie de grandes y pequeños aparatos volcánicos y que en estos aparatos hay algunos de ellos que están constituidos por efusiones y productos de explosión, de composición y textura muy diferentes, y que además de haber habido intervalos de tiempo entre unas y otras efusiones, en los que intervino la erosión, finalmente han sido fuertemente dislocados con gran desnivelamiento de los bordes de la fractura; 2o., que al lado de éstos hay otros que no dan señales de haber sufrido fracturamientos y en los que las rocas efusivas, aunque variadas dentro de cierto límite (de la andesita de hornblenda con cuarzo a la hiperstena y basaltos), no presentan la heterogeneidad de los primeros; 3o., estos aparatos pueden haber sido anteriores al fracturamiento y a los aparatos fracturados, contemporáneos o posteriores a él y en todo caso queda por averiguar, además de establecer la di

14) Fernando Urbina y Heriberto Camacho. Ob. cit. p. 32.

ferenciación magmática para cada aparato, la secuencia de las fracturas y de las efusiones de lava y ver cuáles se han asociado a los grandes reajustes de los bloques y que abarcan por lo tanto gran extensión y cuáles aparecen aislados como un solo volcán".

"A primera vista tendríamos desde luego un macizo de Acambay-Tixmadeje, cuya actividad volcánica aparece asociada con el fracturamiento, el que se ha dejado traslucir, a través de una serie de efusiones, dislocandolas nuevamente en la misma dirección. En ese macizo se ve la persistencia del fracturamiento primitivo; la grieta preexistente. De los otros macizos aunque ya esbozamos algo acerca de éste, parece presentarse asociación semejante y sentimos no poder relacionarlos entre sí y con el de Acambay-Tixmadeje. Nosotros presumimos, sin tener fundamento preciso, que es la fractura más antigua que las otras la de Acambay-Tixmadeje" (15).

Acerca de las dislocaciones, afirman los autores mencionados, lo que sigue: "De todas las dislocaciones la más interesante, la más sugestiva y la que guarda las huellas de su res-
15) Fernando Urbina y Heriberto Camacho. Ob. cit. p. 35.

balamiento, es la que ocupa el límite de la porción septentrional de la zona descrita y corresponde al ya mencionado macizo de Acambay-Tixmadeje. La segunda, la no menos interesante, formada por el alineamiento de los poco elevados cerro de "El Batán", Cuemes y Maye, no presentan las huellas tan claras como la primera; pero en vista de las razones expuestas a hacer la descripción de cada una de las pequeñas unidades orográficas que la forman, en la que se ha tenido en cuenta no solamente su alineamiento sino la semejanza de sus perfiles, que de otro modo se hubieran tomado como resultado único de la erosión, hemos aceptado su existencia. Sin embargo, como consecuencia de una excursión de exploración asentamos lo anterior a reserva de que más tarde se confirme lo que a nosotros nos pareció claro en un primer viaje o se desvanezca por los argumentos que se hallasen en contra, en un estudio hecho especialmente con ese objeto. Lo mismo decimos de la tercera dislocación que pasa por el valle de San Pedro, al pie del cerro de Santa Cruz y de otros menos importantes que parecen existir en pequeños valles también ya descritos" (16).

16) Fernando Urbina y Heriberto Camacho. Ob. cit. p. 36.

"Otra dislocación dirigida de Este a Oeste, la encontramos al ir de la hacienda de Tultenango a Tepetongo, en el Puerto de Medina, una pequeño cañón en el que la pared vertical no solamente se ve vertical sino inclinada hacia el Norte como si fuera una falla inversa" (17).

Urbina y Camacho llegan a la conclusión que sigue: "Sin-
tetizando todo lo que hemos dicho y considerando las fracturas
que hemos enumerado, deducimos: que la zona megaséismica co-
rresponde a una faja de terreno hundido (fosa o "graben"), que
se alarga de Este a Oeste, limitada al Norte y al Sur por ma-
cizos montañosos de paredes abruptas y en la que parecen exis-
tir otras dislocaciones paralelas a las anteriores que hacen
presumir la existencia de una serie de fallas escalonadas. Si
esta idea se generaliza a porciones adyacentes de aspecto se-
mejante, se llegará a la conclusión de que forma parte de una
extensa región que ha sufrido grandes fracturamientos con des-
nivelaciones considerables, invadidas por las rocas efusivas,
ya sea que provengan claramente de las grietas, o que aparez-
can independientes de ellas. El magma salido y que se encuen-
17) Fernando Urbina y Heriberto Camacho. Ob. cit. p. 38.

tra en la superficie, corresponde, en la zona sísmica, a una composición que tiende a acercarse más al de composición básica que a la ácida y está representada, en su mayor parte, por las andesitas de piroxena (sobre todo por la hiperstena) y también por los basaltos que no alcanzan la importancia de ellas" (18).

Este graben que ha estudiado nuestro grupo de trabajo, se encuentra aún, hoy día, afectado por fenómenos tectónicos entre los cuales se encuentran los de acomodamiento que han venido dando lugar a terremotos, entre los cuales destaca el del 19 de noviembre de 1912.

El área que afectó este sismo se encuentra localizada por un límite en el norte, que va de Tixmadeje a Dongú, otro en el sur que se dirige de Toxhi a Atlacomulco. Y dos poblaciones limítrofes: Solís al oeste y Timilpan al este.

Según el informe del Instituto Geológico de México, la intensidad del terremoto, dentro de esta zona megasísmica, fluctuó entre VIII y X de la Escala de Cancani y su grado máximo fue en Acambay, Detiñá, Santa María Tixmadeje y Toxhi, (18) Fernando Urbina y Heriberto Camacho. Ob. cit. p. 39.

siguiéndoles San Pedro El Alto, Temascalcingo y San Andrés Timilpan (19).

De acuerdo con las conclusiones obtenidas por Urbina y Camacho, las isosistas, o líneas que unen los puntos de igual intensidad del terremoto, fueron consideradas como paralelas a los alineamientos orográficos, es decir, a las fallas, y no como curvas cerradas de forma parecida a los elipses que suelen trazarse en otros casos (20).

La duración del movimiento, según el testimonio de los habitantes de la zona, fue muy corta en general, y en aquellos lugares en donde el choque fue más destructor, tuvo un carácter instantáneo (21).

El terremoto fue precedido o coincidió con ruidos subterráneos semejantes a truenos de tempestad lejana indicadores de movimientos en el interior de la corteza terrestre (22).

Según Jesús Figueroa A., el mencionado terremoto de 1912 fue de la magnitud 7.8 en la Escala Richter y correspondió al epicentro número 110, situado a 95 kilómetros del Observatorio

19) Fernando Urbina y Heriberto Camacho. Ob. cit. p. 81.

20) Fernando Urbina y Heriberto Camacho. Ob. cit. p. 79.

21) Fernando Urbina y Heriberto Camacho. Ob. cit. p. 79.

22) Fernando Urbina y Heriberto Camacho. Ob. cit. p. 80.

Sismológico de Tacubaya, con las coordenadas $19^{\circ}56'$ norte y $99^{\circ}50'$ oeste; desde 1957 a 1959 se han registrado 7 sismos en el epicentro 110, (23).

23) Jesús Figueroa A. Carta Sísmica de la República Mexicana. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Geofísica. Servicio Sismológico. México, 1959. pp. 79, 92.

VALLES DE TEPUXTEPEC, MARAVATIO Y SOLIS

El estudio de estos valles está vinculado a la historia de la cuenca del río Lerma y, por tanto, tiene relación con el de otros valles como los de Ixtlahuaca y Toluca.

Paul Waitz dice al respecto: "Al Norte de Ixtlahuaca, el amplio valle de Toluca principia a estrecharse sufriendo una fuerte estrangulación por el aislado macizo alto del cerro andesítico de Xocotitlán".

"El valle de Toluca ha estado ocupado en tiempos anteriores por un extenso lago, cuyos depósitos corta actualmente el río en su paso de las llanuras de Lerma, a las de Ixtlahuaca. Estratos lacustres horizontales de cenizas volcánicas y de materiales arcillosos con intercalaciones de numerosas capas de tizar o de carapachos microscópicos de diatomeas, están a la vista en este corte natural de unos 50 metros de profundidad, mientras que las laderas de las alturas que rodean el valle están formadas por depósitos tepetatosos que, por lo menos en parte, son de origen cólico y cubre el núcleo rocalloso andesítico de las montañas de las cuales estas últimas rocas sólo se asoman a la superficie en sus partes más elevadas. Numerosos co-

nos volcánicos se observan, sobre todo en la parte austral del valle de Toluca y en mayor número y especialmente bien conservados en los alrededores del Nevado" (24).

Es de interés conocer la existencia de ese lago, que se extendía de Toluca a Ixtlahuaca, porque estaba relacionado con la región sur del valle de Acambay y, através de ésta, con el valúe de Maravatío.

Paul Waitz aclara este aspecto en los términos que siguen: "Aquel lago extenso que ocupó en una época anterior el valle de Toluca y su prolongación por el de Ixtlahuaca hasta la antigua hacienda Toxhi, debía su origen a la efusión de enormes cantidades de lavas basálticas que obstruyeron una antigua depresión que, al parecer, comunicaba el curso superior del antecesor del Lerma con el de aguas abajo de Maravatío más o menos en la línea que hoy sigue el ferrocarril entre las estaciones de Bassoco-La Jordana y Tepetongo-Patco".

"Lavas basálticas principian a formar las alturas a ambos lados de la cañada del actual río poco adelante de Ixtlahuaca y obligan al río en los alrededores de Toxhi a penetrar

24) Paul Waitz. Ob. cit. pp. 124-125.

a una barranca estrecha, cortada en estas lavas más modernas que se extiende hasta el ensanchamiento del valle de Solís, que está comunicado con otro más amplio que ocupa actualmente la presa de Tepuxtepec, por la cañada relativamente estrecha del Molino de Caballeros, la que separa la serranía andesítica de Altamirano en el Sur y el macizo riolítico y andesítico del cerro del Gallo en el Norte. Este último con su continuación oriental del macizo de Nadó separa la cuenca del Lerma de la de San Juan del Río perteneciente a la del Pánuco" (25).

Lo anteriormente expuesto, explica por qué el valle de Acambay se estrecha y se transforma en el pequeño valle de Toxhi, y, al oeste de éste, existe una depresión estrecha que lo comunica con el valle de Tepuxtepec.

Sobre la naturaleza del valle de Tepuxtepec y sus relaciones con el de Solís, Waitz dice lo siguiente: "También las depresiones de Solís y Tepuxtepec habían estado ocupadas por un extenso lago representado por las vastas erupciones basálticas arrojadas a la superficie entre la porción austral de la 25) Paul Waitz. Ob. cit. p. 125.

sierra de Altamirano o de Contepec y el cerrito de La Cocina. En estas efusiones de lava ha cortado el río su profundo cañón entre Tepuxtepec y Pateo. En la entrada de este cañón se ha construido la cortina de Tepuxtepec reponiendo de esta manera, parcialmente, el antiguo lago. Corresponde esta zona al primer escalón que se presenta en el curso del Lerma y en el cual baja varios centenares de metros" (26).

La actividad volcánica que se desarrolló al oeste de Tepuxtepec es en parte, distinta de la que predomina en las regiones que se han venido describiendo, pues, según Urbina y Camacho: "...abundan las rhyolitas de localidades muy conocidas como Amealco, Coroneo, Jerécuaro, Acámbaro, Maravatío, pertenecientes a los estados de Quéretaro, Guanajuato y Michoacán" (27).

Además, la actividad volcánica determina una estrangulación del río y la formación de lagos en los ensanchamientos de Maravatío y Acámbaro, tal como explica Waitz (28).

Por otra parte, para hacer más complejo el cuadro de la petrografía, en Maravatío también existen corrientes basálticas

26) Paul Waitz. Ob. cit. p. 126.

27) Fernando Urbina y Heriberto Camacho. Ob. cit. p. 39.

28) Paul Waitz. Ob. cit. p. 126.

entre sierras y montañas riolíticas como las de San Francisco en el norte y de San Andrés en el sur (29).

"El valle (de Solís) se asienta sobre basalto y otras rocas ígneas, cubiertas por toba localmente llamadas capas lacustres que se sobreponen a un depósito de caliche y se encuentran en su parte superior alfedafosadas y encalichadas. Encima hay una lluvia de polvo volcánico que también se halla alfedafosado y encalichado. El área registra, pues, tres períodos secos y dos húmedos", según Kirk Bryan (30).

Pero a las antiguas riolitas y a los modernos basaltos, se agregan, en esta región, las rocas volcánicas predominantes en la depresión objeto de estudio, es decir, las andesitas; otro párrafo de Paul Waitz permite confirmar esta apreciación: "El lago de Acámbaro-San Cristóbal debía su formación a las emisiones basálticas que produjeron los volcanes de Parácuaro y Del Devisadero y que llenaron la cañada que el río antecesor se había abierto entre las estribaciones occidentales de la sierra de Agustinos y las orientales de Obrajuelo,

29) Paul Waitz. Ob. cit. p. 126.

30) Kirk Bryan. Los Suelos Complejos y Fósiles de la Altiplanicie de México en Relación a los Cambios Climáticos. México, 1948. p. 10.

ambas constituidas por rocas andesíticas" (31).

Por otra parte, es necesario hacer constar que en los valles de Tepuxtepec, de Solís y de Acámbaro, se observan numerosas fallas que confirman el origen, por hundimiento, de las depresiones correspondientes a dichos valles.

El pilar más ostensible de los mencionados fallamientos es el cerro de El Toro, situado en el suroeste de Acámbaro.

Como resultado de las actividades de nuestro grupo de trabajo, se obtuvieron fotografías que muestran el valle de Tepuxtepec (véase fotografía anexa); el valle de Maravatío (véase composición fotográfica anexa), el valle de Solís (véase composición fotográfica anexa) y el cerro de El Toro, en Acámbaro (véase composición fotográfica anexa).

31) Paul Waitz. Ob. cit. p. 126.

CUENCA DEL LAGO CUITZEO

Esta cuenca hidrológica es de gran extensión, aunque el lago no es de gran profundidad; el agua del lago proviene de la lluvia y de los ríos de la ladera sur, en la que se localizan el Grande de Morelia, Chiquito, Charo y Queréndaro, que son tributarios de la cuenca (32).

El río Queréndaro se origina en la sierra de Ozumatlán, de donde transporta arenas riolíticas; los otros ríos atraviesan zonas andesíticas y basálticas y, en los alrededores de Morelia, algunas lomas de tobas riolíticas (33).

Al sur de la cuenca del lago Cuitzeo, a 1823 metros sobre el nivel del mar, existen dos subcuencas más altas que son la de Zinapécuaro, a 1920 metros, y la de Queréndaro, a 1840 metros, la primera más extensa, y la segunda alargada.

Esta depresión ha quedado separada del conjunto de depresiones que se mencionaron con anterioridad, es decir, los valles de Tepuxtepec, Maravatío, Solís y Acámbaro, debido a la gran extensión que ocupan los materiales volcánicos del cerro San Andrés, localizados al este de dicho lago.

32) Paul Waitz. Ob. cit. p. 132.

33) Paul Waitz. Ob. cit. p. 132.

La barrera que separa la cuenca del lago Cuitzeo de otras pequeñas depresiones situadas al oeste, es el cerro de Huaniqueo, que se formó en una fractura de dicha cuenca, como resultado de la actividad volcánica.

Más al oeste existe una depresión relativamente extensa, que corresponde al valle de Puruándiro, el cual está limitado por dos pilares, es decir, por los cerros de Villachuato al norte, y Brinco del Diablo al sur; esta depresión se prolonga en forma irregular hacia el oeste.

Aún más al oeste, la región se vuelve accidentada debido a que está cubierta por numerosos cerros volcánicos.

Al suroeste de este complicado sistema de cerros, se encuentra confinado el pequeño valle de Zamora, a partir del cual empieza el enorme valle de La Barca.

El material fotográfico obtenido por nuestro grupo de trabajo incluye una vista general del lago Cuitzeo, zona oeste, desde la margen noroeste de la cuenca (véase composición fotográfica; otra sobre la depresión de Zinapécuaro que se localiza al sureste del lago Cuitzeo (véase composición fotográfica anexa); otra, tomada en el camino de Zinapécuaro a Querén

daró, al pie de una mesa, en la que se observa, al fondo, la depresión de Zinapécuaro (véase composición fotográfica anexa); una más de la planicie de la depresión de Queréndaro, en la que se observa la sierra de Ozumatlán (véase composición fotográfica anexa); y por último, se muestra un aspecto de la depresión de Puruándiro (véase fotografía anexa).

DESCRIPCION GENERAL DE LA SECCION ZAMORA-ACAMBAY
DE LA DEPRESION

Esta sección de la Depresión Chapala-Acambay-México-Oriental tiene características distintas que las del norte del Valle de México, en el este, y de la sección formada por el valle de La Barca y el lago Chapala, en el oeste.

El enorme cerro andesítico de Xocotitlán, con 3910 metros de altitud, divide el Valle de México del valle de Acambay, dejando al norte el valle de Huapango y, al sur el valle de Ixtlahuaca (véase el corte vertical correspondiente).

La región situada al este de la anterior, que se describirá a continuación, incluye los valles de Acambay y sus prolongaciones, Tepuxtepec, Maravatío y Solís; éste último se comunica con El Bajío através del valle de Acámbaro.

En esta sección, al sur de la depresión, se desarrolló una fractura que permitió la efusión de grandes cantidades de material volcánico y la formación de los cerros que, de este a oeste, se enumeran: Atlacomulco con 2950 metros, Santa María Nirishu con 2938 metros, Llorón con 3100 metros, Pelón con 2500 metros y San Andrés con 3589 metros.

Como puede apreciarse por los datos anteriores, los cerros volcánicos que se formaron a lo largo de esta fractura no fueron de mucha elevación, exceptuando los de Xocotitlán y San Andrés.

En contraste, en la fractura situada al norte de la depresión, se desarrollaron los cerros volcánicos de gran elevación, localizados de este a oeste, que siguen: Peña Redonda con 3250 metros, Peña Larga con 3150 metros, Dongú con 2950 metros, Tixmadeje con 3090 metros, Solís con 3310 metros y Altamirano con 3200 metros.

Es probable que por encontrarse estos cerros de gran altitud en la falla del límite norte de la fosa tectónica de Acambay, fue, en la zona ocupada por ellos, que se originó el terremoto tectónico de acomodamiento de noviembre de 1912.

En la región central de la depresión se localizan numerosos cerros de pequeña altura; sólo se destacan los cerros de Temascalcingo, es decir, una compleja montaña originada por numerosos conductos volcánicos, con una altitud de 3300 metros, y la Sierra de Tlalpujahuá, cuya importancia radica en sus intrusiones con mineralización, que han permitido la explotación de

los minerales de Tlalpujahua, Michoacán, y El Oro, México.

Los cerros de Temascalcingo fueron los que separaron del valle de Acambay a sus dos prolongaciones: en el noroeste la de Solís, y en el sur la de Toxhi, formando así dos pequeños valles.

El extenso valle de Acambay y los pequeños valles de Solís y Toxhi, que originalmente fueron una cuenca cerrada, en la actualidad son tributarios del río Lerma.

Más al oeste se encuentran los valles de Tepuxtepec, Maravatío y Solís, que en una época formaron parte de una gran cuenca lacustre, pero que en la actualidad forman tres pequeños valles; dos de ellos, Tepuxtepec y Solís, se utilizan para almacenamiento de agua.

Esta zona lacustre fue tributaria, a su vez, del ex-lago de Acámbaro, cuyo lecho, actualmente lo ocupa la ciudad del mismo nombre.

La enorme extensión que ocupa el material volcánico emitido por el cerro de San Andrés separa los valles de Tepuxtepec, Maravatío y Solís de la cuenca del lago Cuitzeo, (véase los cortes verticales respectivos).

Inmediatamente al oeste del cerro San Andrés, se encuentra la fosa tectónica correspondiente a la cuenca del lago Cuitzeo y las dos depresiones situadas a mayor altitud de Zinapécuaro y Queréndaro.

En los límites norte y sur de la fosa de Cuitzeo se hallan, respectivamente, los cerros Prieto con 2000 metros y La Mina con 2150 metros.

La fosa tectónica del lago Cuitzeo está limitada al oeste, como se ha dicho en otra ocasión, por el cerro Huaniqueo con 2800 metros de altitud (véase el corte vertical correspondiente).

A partir del mencionado cerro de Huaniqueo, hacia el oeste noroeste, los cerros se alinean con otra dirección y en tres series, a saber:

- 1) al norte, los cerros Varal con 2550 metros, Villachuato con 2950 metros, Cujuarato con 2400 metros y Santa Rita con 2100 metros;
- 2) al centro, los cerros Brinco del Diablo con 2350 metros, El Fraile con 2300 metros, Ecuandureo con 2350 metros y Las Trompetas con 2200 metros;

3) al sur, los cerros de Coeneo con 2400 metros, El Tule con 3100 metros, El Cobre con 2450 metros y Blanco con 2500 metros.

Este complejo conjunto de cerros ha cubierto una gran parte de la depresión, por lo que ésta, sólo aparece en Puruán diro, localizado entre los cerros ya mencionados de Brinco del Diablo y Villachuato, los cuales son pilares de la correspondiente fosa tectónica; así como en Zamora, que se encuentra al pie del enorme cerro de Patambán (véase los dos cortes verticales correspondientes).

El límite sur de la depresión, tanto en la cuenca del lago Cuitzeo y de los valles de Zinapécuaro y Queréndaro, como en la región principalmente montañosa, donde los únicos valles importantes son los de Puruándiro y Zamora, corresponde a una serie de montañas volcánicas que se alinean de este a oeste desde el cerro San Andrés al de Patambán.

Este importante sistema comprende los siguientes cerros: San Andrés con 3589 metros, Puerto Morrillos con 3100 metros, Pico Quinceo con 2700 metros, Tzirate con 3340 metros y Patambán con 3750 metros; su importancia no sólo radica en el

hecho de que forman un sistema de altas montañas que constituyen el límite sur de la depresión, sino también porque su alineamiento corresponde a una línea tectónica que se extiende desde Puebla hasta Jalisco.

Como consecuencia de lo antes expuesto, la depresión, en esta región, está constituida principalmente por la cuenca del lago Cuitzeo y los valles de Zinapécuaro y Queréndaro, puesto que la extensión de los cerros volcánicos en las otras regiones, sólo han dejado sin cubrir pequeñas partes de la depresión, como son los valles de Puruándiro y Zamora.

Al sur de la depresión y en una época contemporánea al desarrollo de ésta, también hubo manifestaciones de actividad volcánica de importancia, por lo que, cerca del paralelo 19° norte; surgió el Nevado de Toluca a la latitud de 19°17', con una altitud de 4558 metros y, cerca del paralelo 19°30', el Pico de Tancitaro a los 19°25' y con una altura de 3842 metros.

Al haberse obstruido la mayor parte de las fracturas de la depresión y los conductos que corresponden a los dos volcanes anteriormente mencionados, la actividad volcánica del paralelo 19° norte, se ha desarrollado en la región de Ario de

Rosales y la del 19°30' al norte del Pico de Tancitaro.

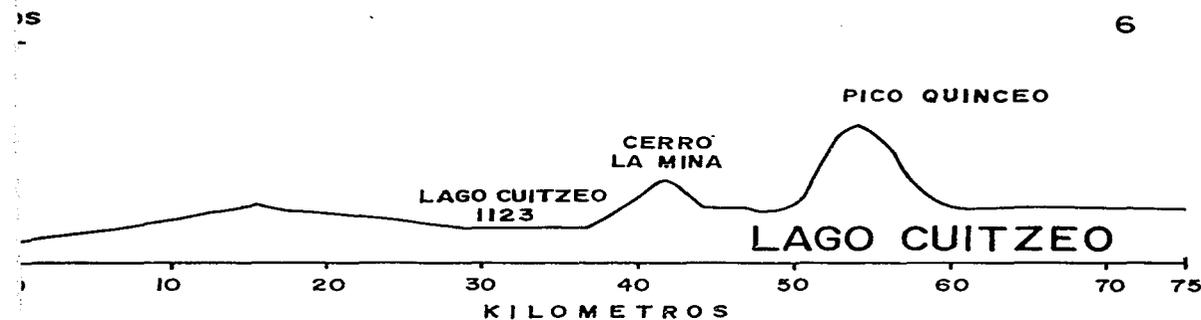
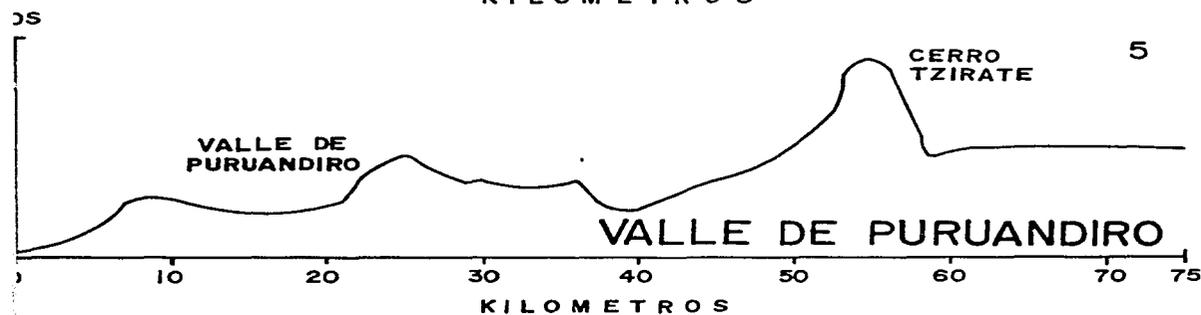
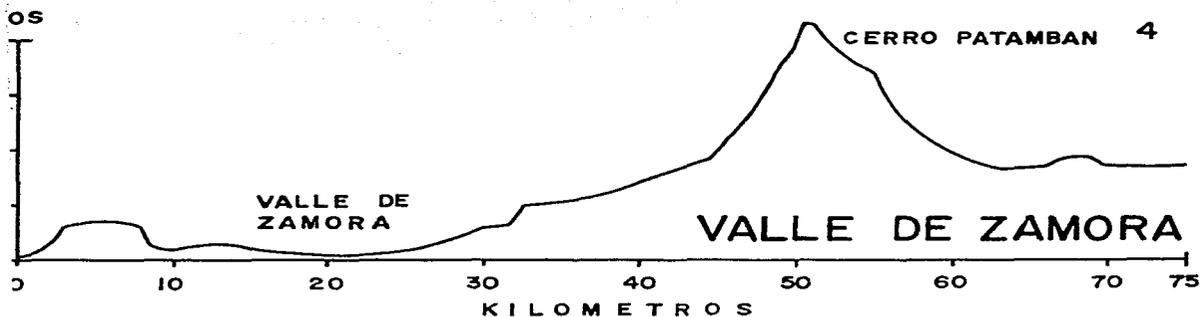
"Al Sur de Ario hay una extensión del terreno volcánico denominado malpaís, en el cual hay infinidad de conos y pequeños cerros; en el centro de este terreno se levanta como a 300 metros de altura, el Volcán del Jorullo, que hizo explosión el mes de septiembre de 1759", según Jesús Romero Flores (34).

En los alrededores del volcán Parícutin se han localizado 150 conos cineríticos en un área de menos de 300 kilómetros cuadrados, según F. M. Bullard (35); el Parícutin es el más jóven de esa numerosa familia de volcanes modernos.

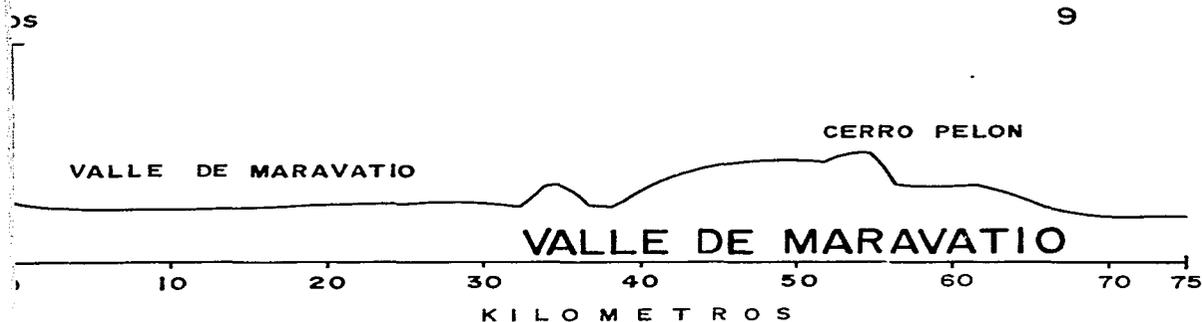
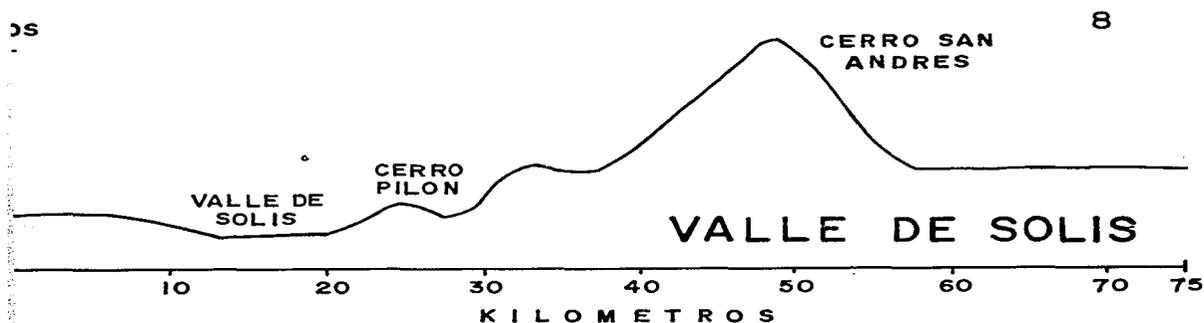
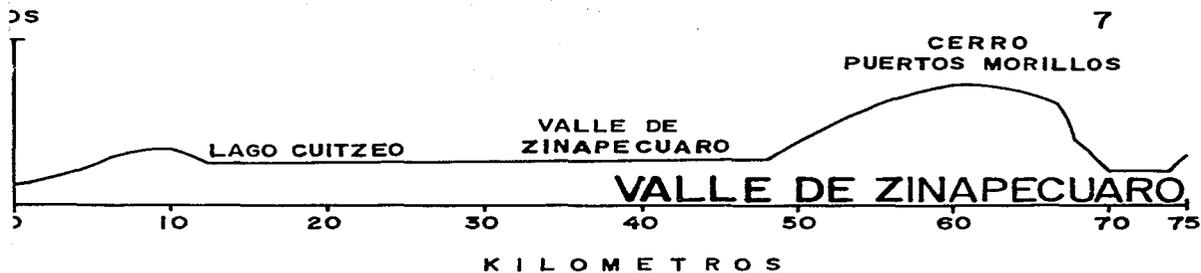
Las dos regiones están situadas a gran distancia de la depresión tectónica que se ha descrito, ambas corresponden a paralelos en los que se ha reconocido la importancia de la actividad volcánica y, tanto en los alrededores del Jorullo como en las regiones cercanas al Parícutin, el vulcanismo se manifiesta a través de numerosos conductos, los cuales a su vez, dan lugar a la formación de los respectivos conos.

34) Jesús Romero Flores. Geografía del Estado de Michoacán. Edición del Gobierno del Estado. Morelia, Michoacán, 1958. p. 20.

35) F. M. Bullard. Resumen de la Historia del Volcán Parícutin. Michoacán, México. Libreto-Guía Excursión A-15. Congreso Geológico Internacional. México, 1956. p. 73.

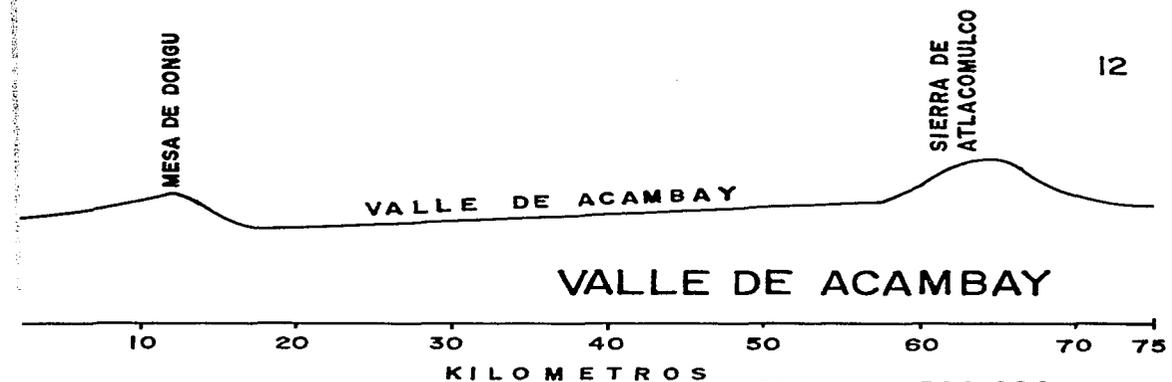
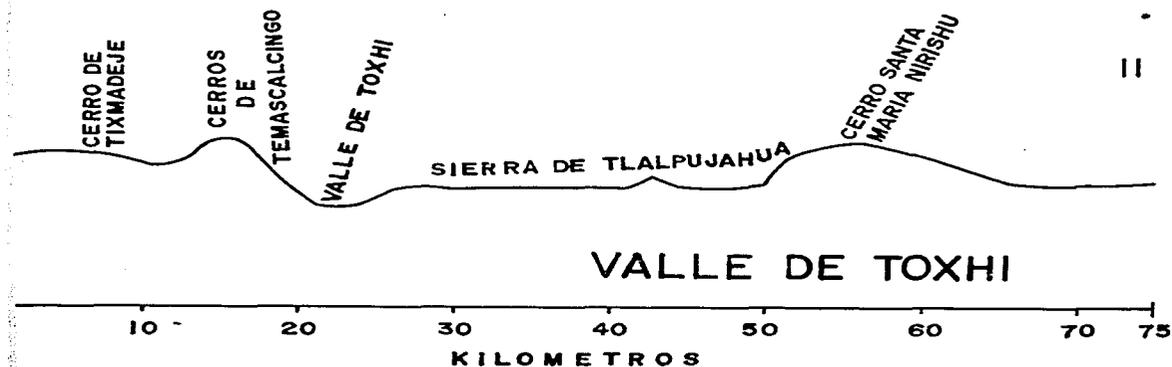
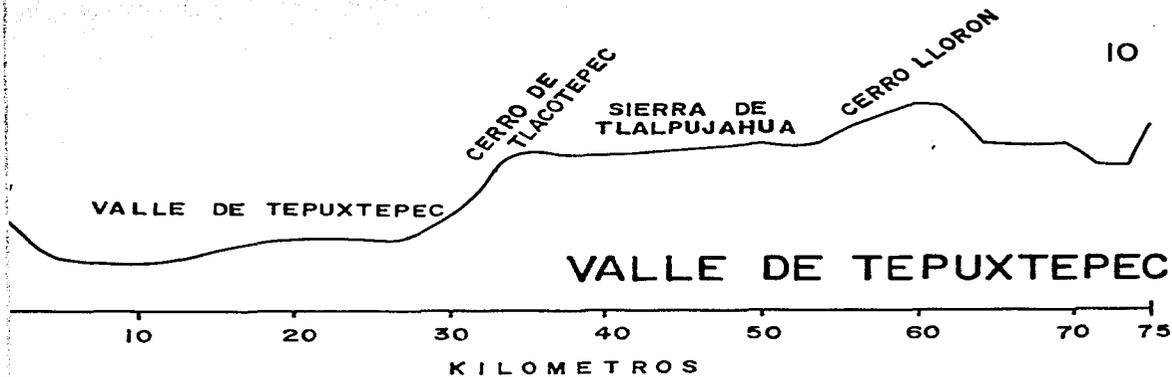


ESCALA 1: 500 000
 COTAS TOMADAS DE LA CARTA DE LA COM. COORD. CARTA GEOG. REP.



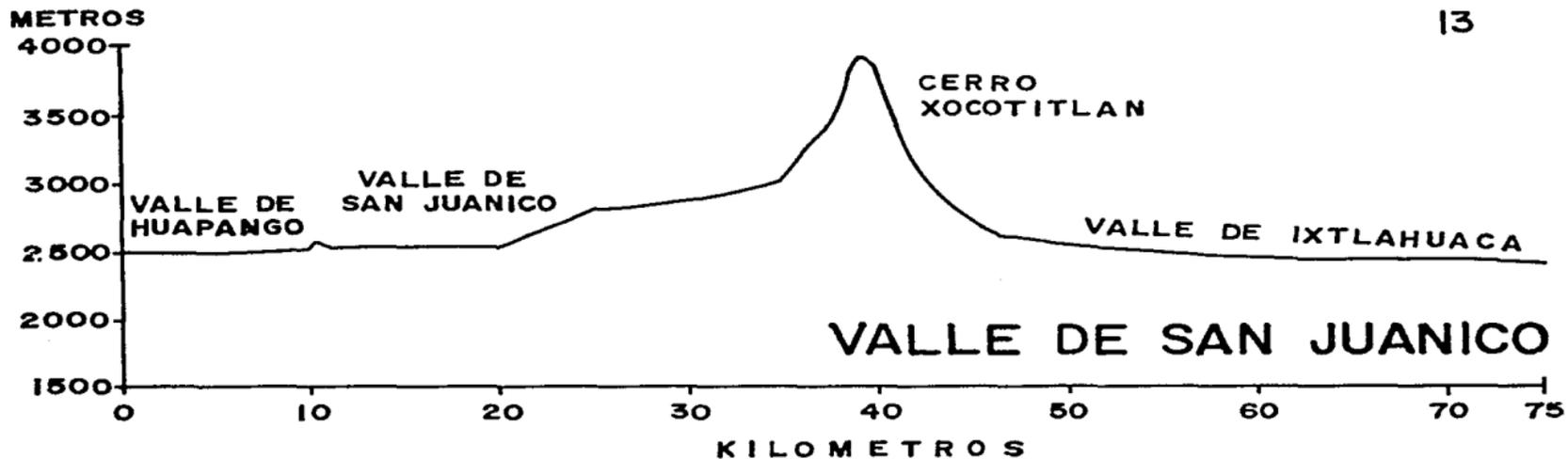
ESCALA 1:500 000

COTAS TOMADAS DE LA CARTA DE LA COM. COORD. CARTA GEOG. REP.



ESCALA 1: 500 000

COTAS TOMADAS DE LA CARTA DE LA COM. COORD. CARTA GEOG. REP.

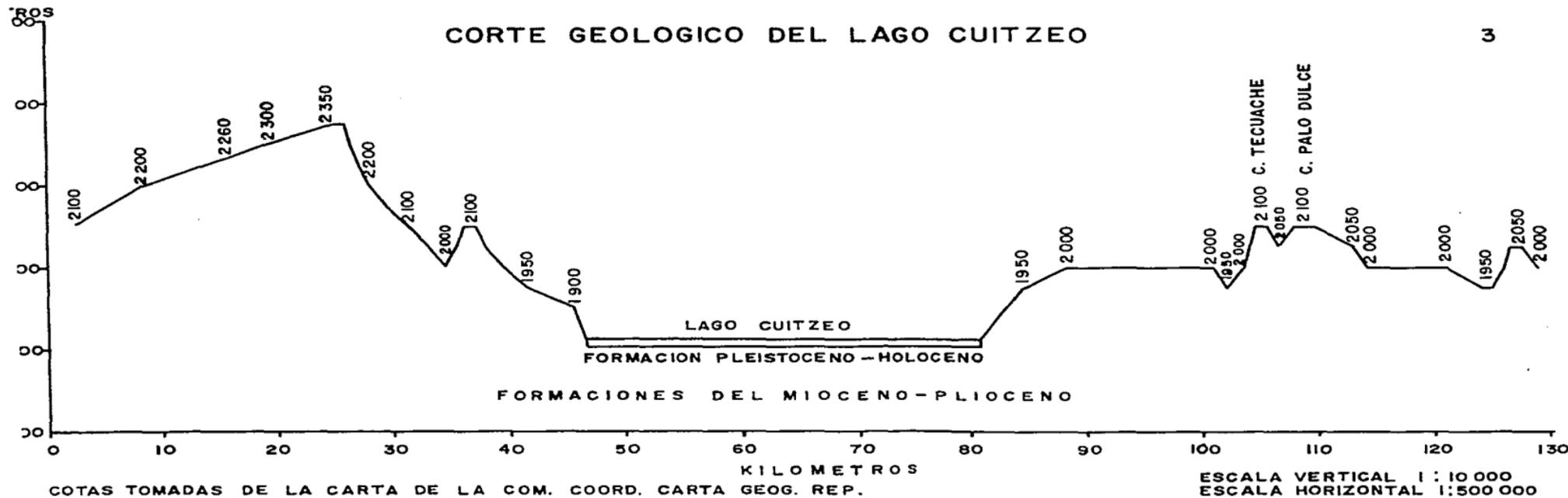


ESCALA 1:500 000

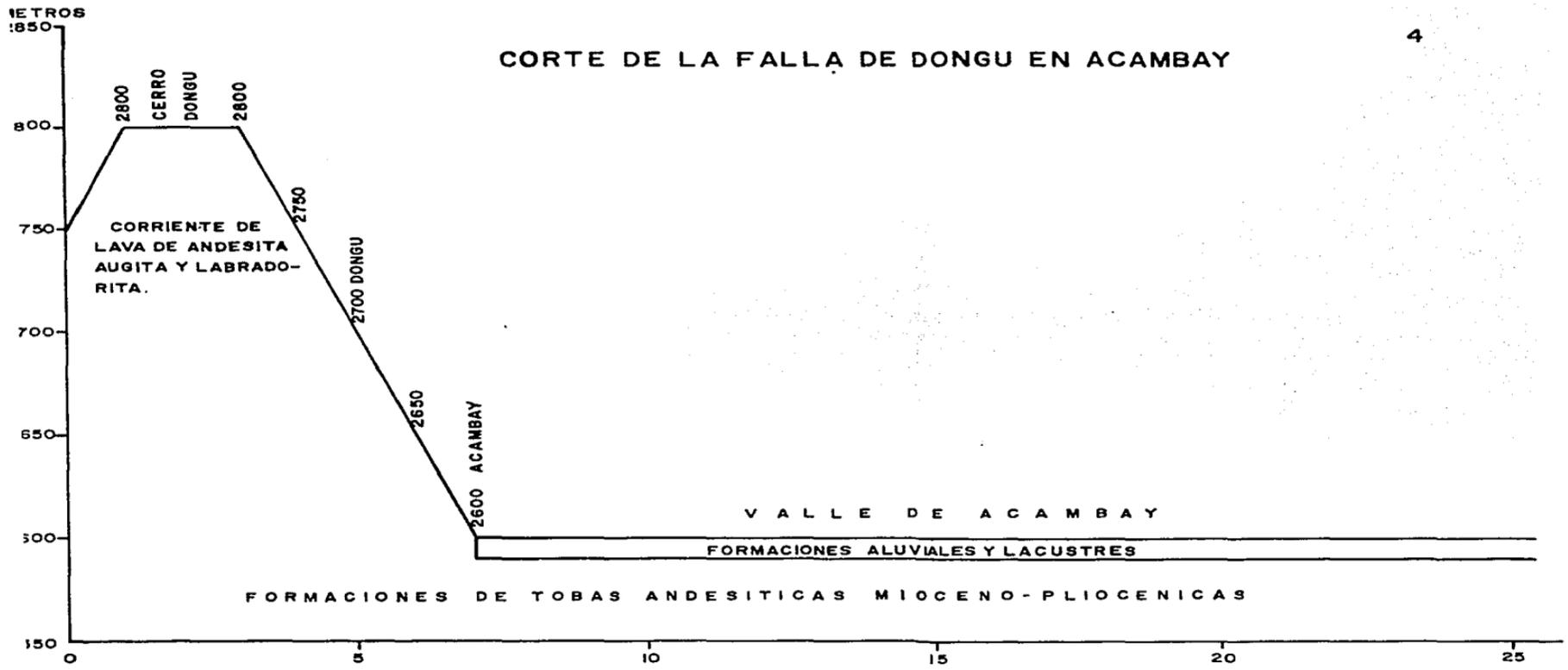
COTAS TOMADAS DE LA CARTA DE LA COM. COORD. CARTA GEOG. REP.

CORTE GEOLOGICO DEL LAGO CUITZEO

3



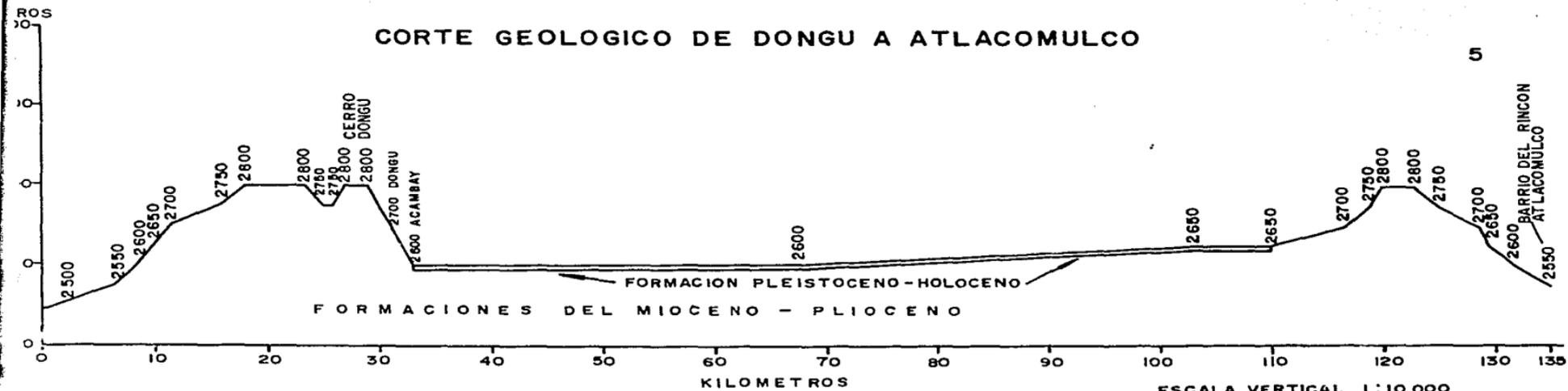
CORTE DE LA FALLA DE DONGU EN ACAMBAY



COTAS TOMADAS DE LA CARTA DE LA COM. COORD. CARTA GEOG. REP.

ESCALA VERTICAL 1 : 2 000
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100 000

CORTE GEOLOGICO DE DONGU A ATLACOMULCO



COTAS TOMADAS DE LA CARTA DE LA COM. COORD. CARTA GEOG. REP.

ESCALA VERTICAL 1:10 000
ESCALA HORIZONTAL 1:500 000

6. CERROS QUE LIMITAN AL NORTE LA DEPRESION DEL VALLE DE ACAMBAY



Sistema montañoso Acambay-Tixmadeje, que es el límite norte del valle de Acambay. De derecha a izquierda se observan Peñas Colmilludo y la Mesa de Tixmadeje. Se observan planos de falla en Peña Redonda.



Plano de falla en la Mesa de Dongú, Valle de Acambay. La falla se desarrolló como consecuencia del terremoto del 12 de noviembre de 1912.



La Mesa de Dongú y su borde de escarpamiento. La falla que se observa en el centro es consecuencia del terremoto del 12 de noviembre de 1912.

El plano de falla en la Mesa de Dongú. Dirección N-S.



de Acambay. De derecha a izquierda Peña Redonda, Peña Larga, las Mesas de Dongú, el
planos de falla en Peña Redonda, Peña Larga y las Mesas de Dongú.



noviembre



La depresión de Acambay en la zona de la ex-hacienda Solís. Al
fondo se observa la sierra que limita a la depresión.

7. CERROS QUE LIMITAN AL SUR LA DEPRESION DEL VALLE DE ACAMBAY



Sistema montañoso El Estero-Mayo en el límite sur del Valle de Acambay. E



Escalones de falla en el lado norte de las faldas del cerro de Tlacotepec.



Fallas en el lado norte de las faldas del cerro de Tlacotepec, en el camino al sur de los cerros de Temascalcingo.
Composiciones fotográficas de Mauricio Novas, D.F.



te sur del Valle de Acambay. Existe un plano de falla en los cerros El Batán y en Mayo.



faldas del cerro de Tlacotepec, que constituyen el límite sur de la fosa de Acambay.



r de los cerros de Temascalcingo a Contepec. Estas fallas son una continuación de las que aparecen en la anterior fotografía.



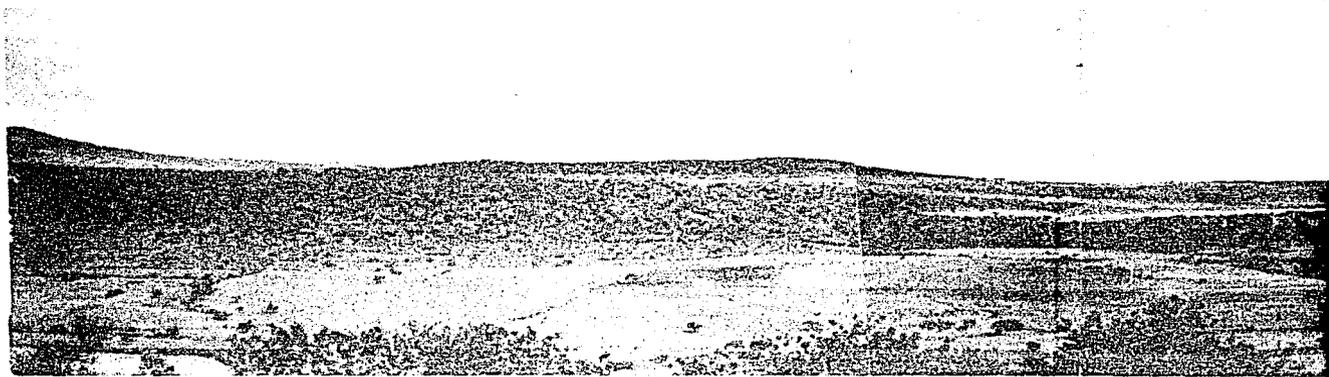
ste.



Margen sur del lago Huapango, planicie que se encuentra al norte de los valles de La Manga y San Juanico, en la que se formaron grandes grietas a causa del terremoto del 12 de noviembre de 1912.

Composiciones fotográficas de Judith Durán Casillas.

8. CERROS Y PLANICIES AL ESTE DE LA DEPRESION DEL VALLE DE ACAMBAY



Valle de La Manga, depresión situ



Valle de San Juanico y represa del mismo nombre al este del Valle de Acambay, que
Composiciones fotográficas de Mauricio Aceves García.

DEPRESION DEL VALLE DE



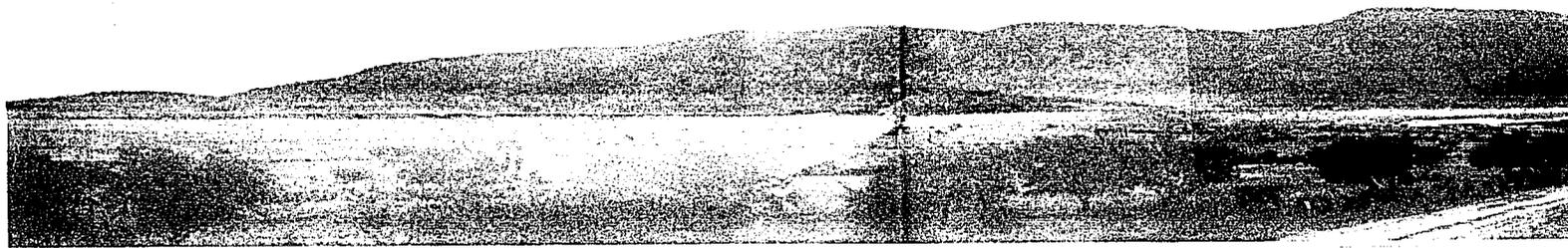
Valle de La Manga, depresión situada al este del Valle de Acambay, que sigue la orientación tectónica y fal



esa del mismo nombre al este del Valle de Acambay, que también sigue la orientación tectónica y falla de éste.

Mauricio Aceves García.

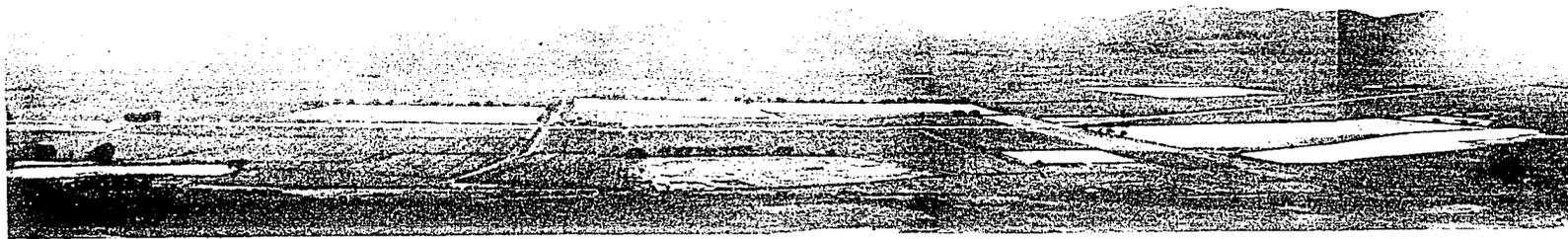
9. CERROS Y PLANICIES EN LA DEPRESION DEL VALLE DE ACAMBAY



Los cerros de Temascalcingo son de origen volcánico y se han desarrollado en fracturas del Valle de Acambay. Vista a la ex-hacienda Solís.



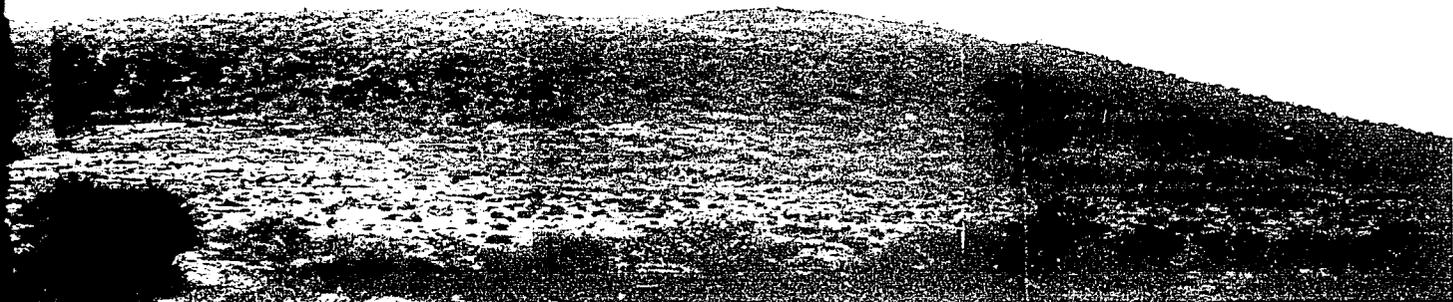
Los cerros de Temascalcingo. Vista desde el suroeste, en el camino de Acambay a la c



Vista de la depresión tectónica conocida como valle de Acambay. Su planicie es de origen aluvial y lacustre; en
Composiciones fotográficas de Mauricio Aceves García.



Inicio y se han desarrollado en fracturas del Valle de Acambay. Vista desde el norte, en el camino de Acambay a la ex-hacienda Solís.



masculcingo. Vista desde el suroeste, en el camino de Acambay a la ex-hacienda Solís.



como valle de Acambay. Su planicie es de origen aluvial y lacustre; en ella se observan numerosos jagüeyes.

10. DEPRESIONES DE LOS VALLES DE TEPUXTEPEC, MARAVATIO Y SOLIS

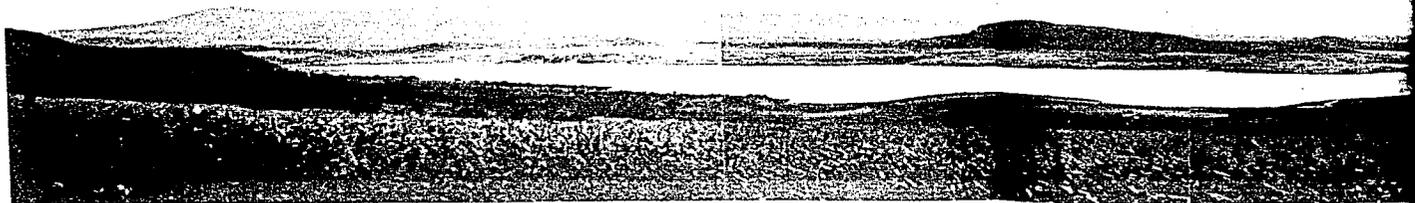


Vista de la depresión tectónica que corre
Composición fotográfica del ingeniero M



Vista de la depresión correspondiente al valle de Maravatio, desde el camino de
Tepuxtepec a Maravatio.

Composiciones fotográficas de Judith Durán Casillas.



Vista general de la depresión en la que se encue
Composiciones fotográficas de Mauricio Aceves C



Vista de la depresión tectónica que corresponde al valle de Tepuxtepec, en la que se localiza la
Composición fotográfica del ingeniero Manuel Hayashi Martínez.



te al valle de Maravatio, desde el camino de
ephec a Maravatio.

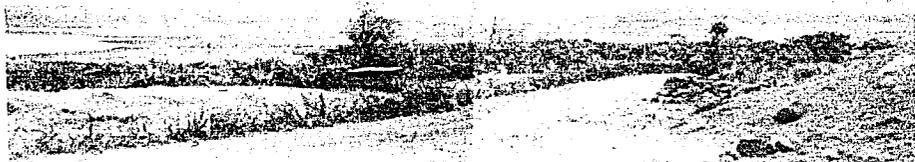
Durán Casillas.



Pilar, en el suroeste de Acámbaro, llamado cerro de E



Vista general de la depresión en la que se encuentra el valle de Solis. La represa ha reconstruido en pa
Composiciones fotográficas de Mauricio Arceyes García.



esa del mismo nombre.



oro.



Fallas en el pilar del cerro de El Toro, en Acámbaro.



el antiguo lago pleistocénico.

11. DEPRESIONES DEL LAGO CUITZEO, DE ZINAPECUARO Y DE
PURUANDIRO



Depresión tectónica en la que se localiza el lago Cuitzeo. Vista de la zona oeste, desde la margen noroeste de la
taca el cerro Prieto.

Composición fotográfica de Mauricio Aceves García.



La depresión de Zinapécuaro que se localiza en el sureste de la cuenca del lago
Cuitzeo.

Camino d
elá



Planicie en la depresión de Queréndaro. Al sur se observa un cerro de material clástico correspondiente a la Sierra de
Orumatlán.

Composiciones fotográficas de Judith Durán Casillas.



Localiza el lago Cuitzeo. Vista de la zona oeste, desde la margen noroeste de la cuenca. Al fondo, la serranía en la que se destaca el cerro Prieto.
Fotografía de E. Aceves García.



Localiza en el sureste de la cuenca del lago Cuitzeo.



Camino de Zinapécuaro a Queréndaro, al pie de una mesa de material elástico; al fondo se observa la depresión de Zinapécuaro.



Queréndaro. Al sur se observa un cerro de material elástico correspondiente a la Sierra de Ozumatlán.



Aspecto de la depresión de Puruándiro.

LA DEPRESION CHAPALA-ACAMBAY-MEXICO-ORIENTAL

SECCION DEL VALLE DE MEXICO

Rosa Espriú Sen

A MIS PADRES

**A LOS REPUBLICANOS QUE CAYERON
EN LA GUERRA CIVIL ESPAÑOLA.**

A MI HERMANO ROBERTO

PARA ANTONIO

C O N T E N I D O

	Pág.
Introducción - - - - -	5
Geología Histórica - - - - -	10
Fracturas y fallas - - - - -	18
Vulcanismo - - - - -	21
Etapa pluvial pleistocénica- - - - -	26
La depresión norte del Valle de México - - - - -	31
La depresión sur del Valle de México - - - - -	36
Temblores de la cuenca del Valle de México - - -	40
La depresión Apan-Oriental - - - - -	42
Los Tuxtlas- - - - -	45
Descripción general de la depresión en el Valle- de México- - - - -	46

I N T R O D U C C I O N

El presente trabajo es el resultado del estudio en el terreno y en fuentes bibliográficas de los problemas -- que se refieren a la depresión Chapala-Acambay-México-Oriental en la sección que se extiende desde la región situada al pie de las estribaciones de Villa del Carbón y Chapa de Mota en el Estado de México, a la de Ciudad Sahagún en el Estado de Hidalgo.

El trabajo de campo se hizo según itinerarios que se adaptaron a las rutas siguientes:

- 1) Jilotepec, Huapango, Timilpan, Ixtlahuaca, Jiquipilco, Villa del Carbón;
- 2) Villa del Carbón, Chapa de Mota, Jilotepec, Tepic del Río, Tula;
- 3) Tula, Apaxco, Tequixquiac, San Miguel Tequixquiac, Zumpango, Tizayuca;
- 4) Tizayuca, Teotihuacán, Otumba;
- 5) Otumba, Ciudad Sahagún, Calpulalpan;
- 6) Tequesquinahua, Barrientos, Cuautitlán, Teoloyucan, Zumpango, Apaxco;
- 7) Apaxco, Tequixquiac, San Miguel Tequixquiac, Zumpango, Xaltocan, Santa Clara, Gustavo A. Madero;

8) Gustavo A. Madero, Santa Clara, Teotihuacán, Otumba;

9) Otumba, Ciudad Sahagún, Tepeapulco, Apan.

Como parte del trabajo de campo se llevó a cabo un reconocimiento geomorfológico con el objeto de identificar fallas y fracturas, relacionando éstas con los edificios volcánicos de la región, y en determinados casos con las intrusiones.

Asimismo se trató de delimitar la extensión de las depresiones y las relaciones que las mismas pudieran tener con depósitos lacustres del pasado, con lagos actuales, jagüeyes o presas contruídas en épocas recientes.

En todas las regiones se recorrió parte de las montañas que circundan a las depresiones y se determinó en forma expedita la naturaleza de las rocas de dichas montañas.

Una atención especial se le prestó a la relación que existe entre las distintas depresiones así como a la separación que, en algunos casos, se ha establecido entre dichas depresiones, como consecuencia de la actividad volcánica.

En ciertas ocasiones se pudo establecer el desplazamiento de los distintos elementos, correspondientes a una falla, a fin de determinar la naturaleza del hundimiento que dio lugar al desarrollo de la depresión.

Todo este trabajo fue complementado con la obtención de fotografías de los aspectos más interesantes de la morfología, y en todos los casos en que fue posible se obtuvieron series de fotografías para formar perfiles fotográficos.

El trabajo de campo se realizó con la cooperación de profesores y alumnos del Colegio de Geografía, lo que permitió la discusión en el terreno de muchos de los problemas - que se iban observando en el curso de dicho trabajo.

El estudio de las fuentes bibliográficas referentes a esta sección de la depresión complementó el trabajo de -- campo.

Las obras fundamentales que se consultaron fueron -- las siguientes:

- 1) 1895, Ezequiel Ordóñez. Las rocas eruptivas del -- SO de la Cuenca de México.
- 2) 1930. C. Burckhardt. Etude Synthétique Sur le Mésozoïque Mexicain.
- 3) 1944, Ralph W. Imlay. Cretaceous formations of -- Central America and México.
- 4) 1948, Kirk Bryan. Los suelos complejos y fósiles -- de la Altiplanicie de México en relación con los cambios climáticos.
- 5) 1948, Helmut de Terra. Historia del Valle de Méxi

co en las postrimerías del cuaternario, en relación con el hombre prehistórico.

- 6) 1950, Luis Avelleyra Arroyo de Anda. Prehistoria de México.
- 7) 1953, A.R.V. Arellano. Estratigrafía de la cuenca del Valle de México.
- 8) 1956, Carl Fries. Posquejo geológico del centro-este de Morelos y regiones contiguas de Guerrero y México.
- 9) 1956, Federico Mooser. Descripción detallada de la geología de los alrededores de San Rafael.
- 10) 1956, Federico Mooser. Libreto-guía de la Excursión C-9.
- 11) 1957, Federico Mooser. Los ciclos del vulcanismo que formaron la cuenca del Valle de México.
- 12) 1959, Jesús Figueroa A. Carta Sísmica de la República Mexicana.
- 13) 1961, Federico Mooser. Informe sobre la geología de la cuenca de México y zonas colindantes.
- 14) 1964, Federico Mooser. Geología. Descripción física del Valle de México.
- 15) 1966, Román Piña Chán. Guía oficial de Copilco--Cuicuilco.

16) 1970, A. Oviedo de León. El Conglomerado Texcoco y el posible origen de la Cuenca de México.

El trabajo de campo y el estudio de las fuentes bibliográficas, fue complementado también con el estudio de la carta topográfica a 1 : 500 000 del Comité Coordinador de la Carta Geográfica de la República.

De dicha carta a 1 : 500 000 se obtuvieron las cartas topográfico-tectónicas, los cortes transversales y los cortes geológicos.

Asimismo, se utilizó el Atlas de Caminos de México para la elaboración de la Carta de la Depresión Chapala-Acambay-México-Oriental y de la Carta Sísmica.

El estudio de las fuentes se realizó en forma colectiva y de modo semejante se llevaron a cabo las actividades de elaboración de los materiales que integran el estudio.

Pero, ese carácter colectivo del trabajo no eliminó las responsabilidades individuales que estaban asignadas a cada uno de los miembros del grupo de trabajo, por lo cual se presenta por separado la parte que corresponde a cada uno de los componentes de dicho grupo.

GEOLOGIA HISTORICA

La historia geológica de la cuenca hidrológica del Valle de México es sumamente compleja.

Los estudios de Burckhardt demuestran que las capas de calizas del cretácico que se encuentran en la Altiplanicie Mexicana se continúan en la Depresión del Balsas por lo que, en consecuencia, también se hallan en las capas profundas de la región del Valle de México.

Según el mencionado autor la formación cenomaniense del cretácico medio se localiza en Apaxco, estado de México (1), y en Yautepec, Morelos (2).

Esa opinión se encuentra corroborada por las investigaciones de Ralph W. Imlay, quién en sus mapas geológicos demuestra que las facies marítimas aptiano, albiano, cenomaniense, turoniano, coniaciano y santoniano, así como las facies terrestres campaniano y maestrichtiano, también corresponden al Valle de México (3).

-
- (1) C. Burckhardt. Etude synthétique sur le mésozoïque mexicain. Memoires de la Societe Paléontologique Suisse. Volumen I. Bâle, 1930. pp. 193, 233, 241.
 - (2) C. Burckhardt. Ob. Cit. pp. 193, 235, 241.
 - (3) Ralph W. Imlay. Cretaceous formations of Central America and México. The Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists. vol. 28. No. 8. August. pp. 1019-1110. mapa fig. No. 4.

Según los resultados de esos estudios dicha región fue primero parte de una zona marítima y después de una terrestre, durante el periodo cretácico del mesozoico.

La mencionada región del Valle de México continuó - siendo terrestre durante los periodos paleoceno y eoceno, - según se desprende del estudio de las cartas geológicas incluidas por Charles Schuchert en su obra sobre geología de México, América Central y las Antillas (4).

Durante esos periodos no se conoce en que forma fue afectada la región por la erosión o por la denudación, debido a la insuficiencia que sobre el particular existe en los estudios geológicos.

Las capas más antiguas de origen volcánico que se encuentran en la cuenca del Valle de México son conocidas con el nombre de Formación Xochitepec. Sobre esta formación Federico Mooser dice lo que sigue: "En varias partes de la Cuenca de México así como en sus flancos, aparecen tobas, brechas y complejos volcánicos profundamente erosionados - que son más antiguos que los aparatos volcánicos del plioceno, ya que quedan rodeados o cubiertos por lavas de es--

(4) Charles Schuchert. Historical Geology of the Antillean Caribbean Region. Wiley. New York, 1935. Maps. 8, 9, - 10.

tos últimos. Aunque su base no está expuesta en la Cuenca de México, debe suponerse que estas rocas descansan sobre depósitos clásicos del Grupo Balsas (Fries, en este mismo libretto-guía), cuya parte superior probablemente corresponde al oligoceno inferior, de manera que pueden adscribirse al oligoceno superior y al mioceno. Para este complejo de rocas se propone la denominación Formación Xochitepec, por ser Xochitepec el nombre de la sierra con afloramientos típicos. Se sitúa dicha sierra inmediatamente al sur de una línea entre Tlalpan y Xochimilco, al sur de la Ciudad de México. A esta formación pertenece también la base de la Sierra de Guadalupe al norte de la Ciudad de México, así como remanentes de erosión tales como el Cerro de Chapultepec en la parte occidental de la ciudad, el Peñón de los Baños, situado al oeste del aeropuerto internacional, el Cerro de Zacatepec que sobresale de las lavas recientes -- del Pedregal de San Angel, al suroeste de la Ciudad Universitaria, y las traquiandesitas que están expuestas en la base occidental de la Iztaccíhuatl y en la base oriental del Ajusco. Hay una gran variedad de tipos petrográficos entre las lavas de la Formación Xochitepec: andesitas basálticas, andesitas de piroxena, andesitas porfídicas de hornblenda, dacitas y traquiandesitas de hornblenda. Aun-

que la erosión ya haya obrado con fuerza y destruído elemento volcánico individual de esta formación, aún pueden reconocerse en ella los restos de grandes estratovolcanes y cuellos volcánicos" (5).

Además de la Formación Xochitepec, constituida por lavas y materiales cineríticos, existen productos de erosión del Grupo Xochitepec al pie y en la base del Iztaccíhuatl, que descansan sobre dicha formación (6).

La formación más importante y de mayor extensión en la cuenca del Valle de México es la andesítica de los períodos mioceno y plioceno.

Federico Mooser menciona la serie andesítica de la Sierra Nevada y la serie andesítica de la Sierra de Las -- Cruces, con sus grandes extensiones de lavas que cubren las elevaciones al este y al oeste de la Cuenca de México (7).

Superpuestas a estas series están las lavas de las series andesíticas del Iztaccíhuatl y del Ajusco, que cu--

(5) Federico Mooser. Libreto-guía de la Excursión C-9. Congreso Geológico Internacional. México, 1956. P. 14.

(6) Federico Mooser. Descripción detallada de la geología de los alrededores de San Rafael. Librero-guía C-9. -- Congreso Geológico Internacional. p. 149.

(7) Federico Mooser. Los ciclos del vulcanismo que formaron la cuenca del Valle de México. Instituto de Geología. México, 1957. p. 340.

bren las partes meridionales de la Sierra Nevada y de la Sierra de Las Cruces (8).

También son andesíticas, correspondientes a los períodos mioceno y plioceno, las montañas que se formaron en las fracturas de la depresión que se extiende de este a oeste en la región norte del Valle de México, entre las cuáles destaca la Sierra de Guadalupe (9).

Pertenecen a esta etapa geológica los materiales de acarreo que se depositaron en la región como consecuencia de la erosión. Federico Mooser explica el origen y la denominación de dichos materiales, en la forma que sigue: "Por causa del desnivel exagerado creado entre pilares y fosa y gracias también a ciertas condiciones climáticas semiáridas, en las que intermitentes lluvias torrenciales arrasaban las tierras desprovistas de vegetación densa, comenzaron a depositarse extensos abanicos aluviales en los lanchos (laderas) al oriente y occidente de la cuenca. Estos representan la formación Tarango (Bryan, 1948) y consisten en importantes series clásticas de material andesítico derivado de la destrucción rápida y erosión profunda de los complejos volcánicos del terciario medio y del terciario -

(8) Federico Mooser. Idem. p. 340.

(9) Federico Mooser. Idem. p. 340.

superior. La característica resultante de esta formación es el estado caótico en el cuál aparecen depositadas las series clásticas. Fragmentos angulares grandes y chicos están juntos en una matriz de arenas, gravas y suelos. Los depósitos carecen en su mayoría de estratificación y orden de tamaño, aunque formen horizontes de espesor muy variable".

"No se ha podido descubrir en la Cuenca de México -- ninguna localidad en la que aparezcan elementos de la formación Tarango en alternancia con lavas. Por esta razón, se consideran como una formación postvolcánica, independiente del vulcanismo del plioceno, y puede atribuirse a un clima-semiárido con formación de corrientes de lodo que crearon los depósitos tan típicos, constituyentes del grueso de la formación Tarango, perfectamente apreciable en los cañones al oriente y occidente de la cuenca" (10).

El pleistoceno se caracteriza por dos cambios importantes: 1) el clima es pluvial en el valle y glacial en las montañas cercanas, y 2) el vulcanismo se manifiesta por la efusión de materiales de basalto. En esto están de acuerdo-

(10) Federico Mooser. Ob. Cit. pp. 341-342.

Carl Fries Jr. (11) y Federico Mooser (12).

Los materiales volcánicos de ese período corresponden a la Formación Chichinautzin de basaltos, a la que se refieren ambos autores, la cuál ocupa principalmente regiones del sur del Valle de México.

Los depósitos sedimentarios correspondientes a la última etapa pluvial del pleistoceno superior, contemporánea de la glaciación Wisconsiniana de América del Norte, y del holoceno, han sido clasificados con los nombres que siguen: 1) Tacubaya (pluvial), de 65 000 a 42 000 años; 2) Becerra inferior (pluvial), de 41 000 a 36 000 años; 3) Becerra superior (pluvial), de 35 000 a 10 000; 4) Totoltzingó, desde hace 4 000 años; y 5) Hoche Buena, desde hace 3 000 años, según la tabla de Luis Aveleyra Arroyo de Anda (13), - que se basa en los trabajos de Kirk Bryan (14) y de A.R.V. - Arellano (15).

-
- (11) Carl Fries. Bosquejo Geológico del Centro Oeste de Morelos y Regiones Contiguas de Guerrero y México. Congreso Geológico Internacional. México, 1956.
- (12) Federico Mooser. *Op. cit.*
- (13) Luis Aveleyra Arroyo de Anda. Prehistoria de México. - Ediciones Mexicanas. México, 1950. p. 78. Tabla V.
- (14) Kirk Bryan. Los Suelos Complejos y Fósiles de la Altiplanicie de México en Relación con los Cambios Climáticos. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana. Tomo XIII. México, 1948.
- (15) A.R.V. Arellano. Estratigrafía de la Cuenca del Valle de México. Memoria del Congreso Científico Mexicano. - Tomo III. pp. 172-186.

Los materiales que se han depositado sobre las rocas mosozoicas son en parte de origen volcánico, tanto -- del pleistoceno como del holoceno, y en parte de acarreo-- (grupo Xochitepec, formación Tarango del pleistoceno), o de acarreo y lacustres (Tacubaya, Becerra inferior, Becerra superior, Totoltzingo y Nochebuena), como se ha explicado antes y su espesor aumenta de norte a sur: 330 metros en Cuautitlan (16), 450 en la Ciudad de México (17) y 800 en Xochimilco (18).

Durante el proceso histórico de la región también-- tuvieron lugar importantes transformaciones estructurales determinadas por fenómenos tectónicos que serán consideradas más adelante.

-
- (16) Federico Mooser. Informe sobre la Geología de la Cuenca de México y Zonas Colindantes. Comisión Hidrológica de la Cuenca del Valle de México. México, 1961, p. 26.
- (17) Federico Mooser. Idem. p. 25.
- (18) Federico Mooser. Idem. p. 24.

FRACTURAS Y FALLAS

En la región existen numerosas fracturas y fallas que no pueden ser reconocidas en forma directa, porque están cubiertas con el material de las efusiones volcánicas y sólo en algunas localidades es posible observarlas a -- simple vista.

La mayoría de las fracturas y fallas de la región pueden determinarse por el alineamiento de las montañas -- de origen volcánico.

Antes de proceder a la enumeración de las fractu-- ras y fallas de la región, conviene aclarar que en el Valle de México se reconocen dos subregiones, a saber: 1) la depresión del norte, con una orientación de este a oeste, que es continuación de la de Chapala-Acambay, en el oeste, y de la de Apan-Oriental, en el este; y 2) de la depre-- sión, con una orientación de norte a sur, que está limita da por las sierras de Las Cruces y Nevada, en el oeste y -- este, respectivamente, y por las sierras Guadalupe y Chichinautzin, en el norte y sur, respectivamente.

En el límite sur de la depresión de este a oeste se encuentran la falla observada de la sierra Guadalupe, y el sistema de fallas inferidas formado por el Cerro de Chiconautla

y las sierras de Patlachique y Calpulalpan.

En el límite norte de la misma depresión de este a oeste se infirió la falla, también de este a oeste que se localiza en el cerro Tecajete, la sierra de Los Pitos, el cerro Escondido, el cerro Sincoque, el cerro La Ahumada - y el cerro de El Epazote.

Además, por el centro de dicha depresión pasa una fractura que atraviesa el país, de este a oeste, de Puebla a Jalisco, y que pasa por los cerros Santa Ana y Gordo, - la sierra Tepetzotlán y el cerro Jocotitlán.

La depresión está hundida en relación con la porción sur de Apaxco en la Altiplanicie donde afloran rocas calizas, por lo que en el camino de Tequixquiac a Zumpango se reconoce un desnivel de 20 metros; y también está hundida en relación con la depresión del sur del Valle, - tanto en Santa Clara como en Barrientos, en relación con la villa de Gustavo A. Madero y Tequesquinahua, respectivamente, donde también se reconocen desniveles de 20 metros.

Los límites este y oeste de la depresión del sur - corresponden a dos pilares originados por fallamientos -- desde el plioceno inferior y que principalmente fueron cubiertos en el plioceno superior, originando así a las sig

rras Nevada y Las Cruces (19).

Las fracturas situadas hacia el paralelo 19 grados de latitud norte permitieron el desarrollo de la sierra - Chichinautzin que cerró el sur del valle de México durante el pleistoceno.

Dentro de la falla de la Sierra Nevada se incluyen los cerros Popocatepetl, Iztaccíhuatl, Telapón y Tlaloc; y dentro del sistema de la sierra de Las Cruces, las sierras de Monte Alto y del Monte Bajo.

Las mencionadas fracturas y fallas que permitieron la acumulación de rocas volcánicas en la región objeto de estudio, se formaron en las capas subyacentes cretácicas y posiblemente de otras etapas del mesozoico; esas fracturas, y fallas por tanto, se originaron en rocas que son predominantemente calizas y muy consolidadas.

Se anexan los mapas esquemáticos con curvas de nivel de la región del Valle de México, y de la del Valle de Puebla-Tlaxcala, en los que se han indicado los alineamientos de fracturas y fallas. En dichos mapas se representan por medio de líneas los cortes verticales que muestran las depresiones y elevaciones del terreno.

(19) Federico Mooser. Idem. Veáanse los cinco mapas, uno sobre las depresiones del Valle de México y cuatro sobre geología histórica, correspondiente a las páginas 91, 93, 97 y 99.

VULCANISMO

El vulcanismo de la región correspondiente al Valle de México es el que se ha estudiado más a fondo y, por - - ello, existe abundante literatura al respecto.

Las primeras manifestaciones del vulcanismo en el - Valle de México corresponden a lo que actualmente es la de presión sur del mismo y se concentró en fracturas que de-- bieron existir en zonas que son sus límites: en la base -- del Iztaccíhuatl, al este; en la del Ajusco, al oeste; y - en la de la Sierra de Guadalupe, al norte; pero también de bieron existir otras fracturas que permitieron el desarro- llo de los volcanes Xochitepec, Zacatepec, Chapultepec y - Peñón de los Baños (20) .

Los materiales volcánicos de esta etapa del vulcanis- mo pertenecen a la Formación Xochitepec, la cuál como se - ha explicado era principalmente de andesitas y dacitas, que s. originaron en el oligoceno superior y en el mioceno.

La actividad volcánica de la etapa geológica siguien te, es decir del plioceno inferior está determinada por el fallamiento de la depresión sur, es decir por el hundimien

to del Valle de México y la formación de los pilares de la Sierra Nevada, en el este, y de la Sierra Las Cruces, en el oeste, cuyas sierras son las consecuencias de las efusiones volcánicas que tienen lugar en las respectivas fallas (21).

A esta etapa corresponden las series andesíticas de la Sierra Nevada y de la Sierra Las Cruces, así como las series andesíticas del Iztaccíhuatl y del Ajusco, todas pliocénicas, ya mencionadas.

Durante el período pleistoceno, en la época de la formación Chichinautzín, se intensifica la actividad volcánica en la Sierra Nevada: Popocatépetl, Iztaccíhuatl, Tlapón y Tlaloc, y en la Sierra Las Cruces: Las Cruces, Monte Alto y Monte Bajo; y además se forman el volcán Chichinautzín, así como los demás de la región, que cierran el sur del Valle de México (22).

"Esta región (la del Chichinautzín) es sólo un segmento de la zona de vulcanismo pleistocénico orientada al occidente y que se extiende desde el Golfo de México en el extremo sur del Estado de Veracruz, hasta el océano Pa-

(21) Federico Mooser. Idem. fig. 29. p. 97.

(22) Federico Mooser. Idem. fig. 30. p. 99.

cífico en los extremos norte del Estado de Jalisco y sur -- del Estado de Sinaloa. Aunque el ancho de dicha zona en el meridiano de la Ciudad de México es mayor de 200 kilómetros en sentido norte-sur existen interrupciones según el largo de la zona, así como variación en anchura. El nombre del -- grupo se ha tomado del cerro Chichinautzin, situado 7 kiló- metros al oriente del kilómetro 35 de la carretera México - Cuernavaca, que es uno de los conos basálticos más altos de -- en sierra al sur de México, D.F. El espesor máximo de- la sucesión basáltica entre las carreteras que conducen a - Cuernavaca y a Cuautla, a partir de la Cuenca de México, es probablemente de 1 200 a 1 800 metros, pero es considerable- mente menor en otras partes".

"Aunque la mayor parte de la serie está constituida- por basaltos de olivino, hubo también efusiones de basalto- sin olivino, de andesita basáltica y hasta de andesita. Las erupciones indudablemente abarcan gran parte del pleistoceno y han continuado hasta tiempos históricos". (23)

Las actividades volcánicas más recientes en la depre

(23) Carl Fries Jr. Bosquejo geológico de las partes cen- tral y occidental del Estado de Morelos y áreas conti- guas de los Estados de Guerrero y México. Libreto-guía de la excursión C-9. Congreso Geológico Internacional. México, 1956. pp. 40-41.

sión sur del Valle de México han tenido lugar en diversas fallas situadas en el sureste y sur de dicha depresión.

Durante el pleistoceno, en la etapa Tacubaya inferior, se formaron los volcanes Chimalhuacán, Peñón del Marqués y Cerro de la Estrella a lo largo de una falla correspondiente a un graben o fosa orientada de noreste a suroeste.

También en el pleistoceno, etapa Tacubaya inferior y superior, se desarrolló el volcán Teuhtli, en una falla paralela a la de la sierra Chichinautzin, en el extremo sur.

Asimismo en el pleistoceno, pero en la etapa Beccerra inferior, se formaron los volcanes Xico y Tlapacoyan, que originalmente eran islas del lago Chalco, en el sureste.

Todos los datos antes mencionados corresponden al estudio que sobre cronología volcánica del Valle de México ha elaborado Kirk Bryan (24).

Por último, del holoceno, según la cronología más reciente de este período, son los volcanes de la Sierra de Santa Catarina, es decir: La Caldera, Santa Catarina, Tecua

(24) Kirk Bryan. Ob. Cit., p. 18. Cuadro 3.

ni, Coyotepec, Xaltepec y San Lorenzo (antes San Nicolás), los cuáles alineados a lo largo de una falla correspondiente al otro lado del graben o fosa tectónica a la que pertenecen los cerros Chimalhuacán, Peñón del Marqués y Cerro de la Estrella ya mencionados.

Además, también holocénico y de una época histórica, es el Xitle, situado al pie del Ajusco, pero que se encuentra en el mismo alineamiento que la Sierra de Santa Catalina; de este volcán es muy conocida la corriente de lava -- que se extiende principalmente en la delegación de Coyacacán y es conocida como "Pedregal de San Angel"; su erupción data de hace 2 200 años, según Román Piña Chan (25).

(25) Román Piña Chán, Guía Oficial de Copilco-Cuicuilco. - Instituto Nacional de Antropología e Historia. México, 1966. p. 7.

ETAPA PLUVIAL PLEISTOCENICA

En esta etapa la morfología climática ha modificado a la morfología estructural que había sido condicionada -- por el vulcanismo en la región.

Existe una correspondencia entre las glaciaciones -- propias de altas latitudes y la etapa con frecuentes e intensas lluvias que es conocida como pluvial en el Valle de México y con los avances de glaciares en el Iztaccíhuatl -- y en el Popocatepetl.

El arqueólogo Luis Avelleyra dice: "El pleistoceno -- superior y las etapas más antiguas del período holoceno o reciente están evidenciadas en la Cuenca del Valle de México por medio de una clara estratificación de sedimentos -- aluviales alternados, de manera muy generalizada, con suelos fósiles de caliche que representan, respectivamente, -- etapas de humedad mucho más intensa que la actual y etapas de sequía intensa".

"Las fases húmedas de la Cuenca de México, representadas por los distintos depósitos aluviales, son evidentemente de origen lacustre. Se caracterizan principalmente por sedimentos de limo o fondo de lago, arcilla de fina textura que son seguro criterio de etapas pluviales de mucha-

mayor precipitación atmosférica que el presente".

"Por el contrario, las fases secas de la misma Cuenca de México, y cuya manifestación típica ha sido la deposición de capas de carbonato de calcio (caliche) tuvieron forzosamente que ser lapsos de gran evaporación y escasa o ninguna precipitación, ya que el caliche no pudo haberse depositado sino "en una superficie seca y bajo condiciones climáticas secas". (De Terra, 1946, p. 71)". (26)

"La secuela de avances y retrocesos de los glaciares de los grandes volcanes Iztaccíhuatl y Popocatépetl -- tiene una doble importancia: la de dar una explicación satisfactoria a la serie de episodios lacustres y aluviales del Altiplano, y la de servir como base para el establecimiento de una cronología aproximada para dichos episodios" (27).

Sedimentos del Valle de México, según
Arellano, Bryan y De Terra (léase de
abajo a arriba) (28)

Formación Noche Buena

Cuarto pluvial: formación Totolzingo

(26) Luis Aveleyra Arroyo de Anda. Ob. Cit. pp. 69-70.

(27) Luis Aveleyra Arroyo de Anda. Ob. Cit. p. 73.

(28) Luis Aveleyra Arroyo de Anda. Ob. Cit. pp. 70-71.

Tercera etapa de humedad moderada: Caliche III o -
Barrilaco.

Tercer pluvial: formación Becerra superior.

Segunda etapa de humedad moderada: Caliche II.

Segundo pluvial: formación Becerra inferior.

Primer pluvial: formación Tacubaya.

Formación base: Tarango.

"Los trabajos del doctor De Terra (1948-A), (1949), han fijado los límites de avance (morrenas terminales) de las distintas glaciaciones observadas en las faldas de los volcanes".

"La glaciación más antigua recibe el nombre de Avance de El Salto, y sus restos, en forma de bloques erráticos petrológicamente similares y dispuestos linealmente -- (houldertrains), se hallaban a una altura de 3100 metros.-- Esta es la morrena más baja identificada como tal hasta -- ahora, y por consiguiente la más antigua".

"Entre 3200 y 3300 metros se localiza la morrena -- terminal del Avance de Xopanán, seguida por un período de -- deglaciación y retroceso durante el cual se depositaron capas de loess".

"El Avance de Trancas sigue en orden ascendente, --

con sus morrenas terminales entre 3400 y 3500 metros de -- elevación. Sobre los restos de este avance se perciben capas de loess que indican un segundo gran período de deglaciación semejante al existente sobre la glaciación de Xopaná".

"Por último, mil metros más arriba, a los 4350 metros, se encuentran morrenas de otro avance, denominado -- Avlotepito, de menor categoría que los anteriores".

"Entre los 4350 y 4580 metros de elevación existen rastros de pequeñas fluctuaciones glaciares que deben interpretarse como muy recientes, en vista de su proximidad a los actuales glaciares vivos, los cuáles empiezan a una altura de 4600 metros" (29).

El resúmen anterior se basa en el análisis de la información contenida en los trabajos de Kirk Bryan, sobre la relación entre los suelos y el clima en la Altiplanicie de México (30), en el estudio de A.R.V. Arellano referente a la estratigrafía de la cuenca del Valle de México (31), y en una contribución de Helmut de Terra acerca de la rela

(29) Luis Aveleyra Arroyo de Anda. Ob. Cit. pp. 73-74.

(30) Kirk Bryan. Ob. Cit.

(31) A.R.V. Arellano. Ob. Cit.

lación entre el pleistoceno y el hombre prehistórico (32).

Federico Mooser relaciona los resultados de las investigaciones geológicas con los de las condiciones climáticas durante el pleistoceno, en los términos que siguen:-

"A los depósitos pluviales pleistocénicos se unían las -- enormes cantidades de cenizas emitidas por los conos escoriáceos y también las corrientes de lava de la serie basáltica Chichinautzin. Se estima que gracias a dos factores -- importantes, uno el nuevo ciclo del vulcanismo con sus -- grandes volúmenes de material eruptivo y otro, el clima -- glacial del pleistoceno con sus lluvias y deshielos, la -- Cuenca del Valle de México fue rellena rápidamente con -- estratos de arena, grava, cantos, cenizas, suelos, etc." --

(33)

-
- (32) Helmut de Terra. Historia del Valle de México en las Postrimerías del Cuaternario en relación con el hombre prehistórico. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana. Tomo XIII. pp. 77-79. México, 1948.
- (33) Federico Mooser. Los ciclos del vulcanismo que formaron la cuenca del Valle de México. Instituto de Geología. México. 1957.

LA DEPRESION NORTE DEL VALLE DE MEXICO

Formada probablemente durante el mioceno, en cuya época ya había sido fracturada, fue afectada por vulcanismo y sufre las principales transformaciones en el plioceno.

Del plioceno inferior datan algunos de los elementos de la Sierra de Guadalupe y de la de Tepetzotlán (34).

Mooser dice al respecto: "en la Sierra de Guadalupe se les dió el nombre de serie dacítica Chiquihuite. -- Forman cuerpos de lava que escurrieron en valles altos. -- Ahora la topografía está invertida por los que sus remanentes quedan en las cumbres de las sierras (cerro del -- Chiquihuite, cerro de Tenayuca). Típico de estas series -- pliocénicas, así como de las que se mencionarán más adelante, es la ausencia en ellas de cualquier mineralización epitermal" (35).

Con posterioridad, en el plioceno superior, se for

(34) Federico Mooser. Informe sobre la Geología de la -- Cuenca del Valle de México y zonas colindantes. Secretaría de Recursos Hidráulicos. Comisión Hidrológica de la Cuenca del Valle de México. México, 1961. p. 95. fig. 29.

(35) Federico Mooser. Los ciclos del vulcanismo que forman la cuenca del Valle de México. Instituto de Geología. México, 1957. p. 340.

man numerosas fracturas que favorecen el desarrollo del -- vulcanismo en la depresión norte, por lo que la mayoría de los cerros volcánicos de la región, los cuáles son principalmente andesíticos, corresponden a esa época.

A pesar de que en apariencia son numerosas fractu-- ras desordenadas, el estudio de las mismas conduce a agru-- parlas en tres sistemas:

1) al sur el de la Sierra Guadalupe, así como el -- del cerro Chiconuat. a, sierra Patlachique y sierra Calpu-- lalpan, donde existieron fallas que determinaron el hundi-- miento de la depresión, de las cuáles sólo quedan desnive-- les en el terreno como los que se observa en Santa Clara - en relación con la villa de Gustavo A. Mañero y de Barrien-- tos en relación con el camino de Tequesquinahua, ambos con desplazamientos alrededor de 20 metros:

2) el que pertenece a la falla que pasa, de este a-- oeste, por los cerros Tecajete, sierra Los Pitos, Escondi-- do, Sincoque, La Ahumada y El Epazote, que corresponde a - un escalón de falla, nivelada por la erosión, la "cuál es - paralela a la que se observa en el camino de Tequixquiac y Zumpango y tiene una diferencia de 20 metros.

3) la fractura central, que originalmente debió ser la más profunda, la cuál permitió la formación, de este a--

oeste, de los cerros Santa Ana, Gordo y Tepotzotlán.

Algunos de los aspectos más importantes de la morfología de la región se ilustran con las fotografías obtenidas por nuestro grupo de trabajo.

Se incluye en primer lugar una vista de la Sierra de Guadalupe desde la calzada de Tequisquianahua, cuya sierra es el límite entre las dos depresiones tectónicas que formaron el valle lacustre (véase composición fotográfica).

Se anexa una representación del puerto de Barrientos en la Sierra de Guadalupe y de dos chimeneas de erupción, restos de cráteres destruidos (véase composición fotográfica).

Además incluye una composición fotográfica sobre los cerros que son continuación de Monte Alto y Monte Bajo, vistos desde Villa del Carbón, al oeste del Valle de México (véanse las respectivas composiciones).

También se presentan vistas de los cerros que son el límite norte del Valle de México, tomadas desde el camino de Cuautitlán a Teoloyucan la primera y de Teoloyucan a Zumpango las cuatro restantes, a saber: 1) Sierra de Tepotzotlán, 2) el cerro Sincoque; 3) los cerros Sincoque, Xalpa y Tezontlalpan; 4) la sierra Tezontlalpan (véanse fotografías).

Se anexa una composición fotográfica sobre el Cerro Blanco, de caliza, en Apaxco (véase la respectiva composición).

Por medio de las ilustraciones fotográficas pueden apreciarse dos aspectos panorámicos de la depresión norte del Valle de México. Una vista fué tomada desde la carretera de Chapa de Mota a Jilotepec y la otra desde Tequixquiac (véase composiciones fotográficas).

A continuación se incluyó el material fotográfico referente a la depresión norte del Valle de México y a su relieve, a saber:

- 1) los llanos de Zumpango, en el noroeste, vista -- desde el camino de Tequixquiac y Zumpango;
- 2) detalle de los llanos de Zumpango, vista desde -- el camino de la entrada a los túneles a Zumpango;
- 3) los llanos de Xaltocan y al fondo los cerros Patlachique y Chiconautla, vista desde cerca del -- camino de Zumpango a México;
- 4) el cerro Chiconautla, vista desde el camino de -- México a Teotihuacán;
- 5) los llanos del Valle de Teotihuacán, entre el ce -- rro Gordo y la sierra Patlachique;
- 6) el Cerro Gordo, al norte del Valle de Teotihua--

cán;

- 7) la sierra de Patlachique, al sur del valle de --
Teotihuacán;
- 8) el valle de Otumba, al este del de Teotihuacán;
- 9) la planicie a la entrada del valle de Sahagún, -
donde se observan, en Xala, el pueblo a la iz---
quierda y la hacienda a la derecha;
- 10) el valle de Sahagún, que es la continuación de -
la depresión que se observa en Teotihuacán-Otum-
ba;
- 11) la depresión al oeste del camino de Sahagún a --
Apan, en Tepeapulco; y
- 12) vista del valle de Apan, desde el camino a Tepea
pulco-Sahagún; la depresión de Apan está separa-
da de la de Sahagún por el cerro Santa Ana (véana
se las respectivas composiciones fotográficas).

LA DEPRESION SUR DEL VALLE DE MEXICO

En lo que es actualmente la región sur del Valle de México, existía una planicie con fracturas que dieron lugar al vulcanismo durante el mioceno, de tal manera, que durante la época se formaron, entre otros, los cerros volcánicos de Xochitepec, Zacatepec, Chapultepec y otros.

Al igual que en otras regiones del sur de la Altiplanicie Mexicana, en la región se multiplicaron las fracturas y se intensificó el vulcanismo durante el mioceno inferior. De esta época datan las siguientes fallas: 1) en el norte, la de la Sierra de Guadalupe; 2) al este la base de la Sierra Nevada; 3) al oeste la base de la Sierra de Las Cruces.

Como consecuencia del desarrollo de las fallas y de la formación de las sierras antes mencionadas, se conformó la depresión sur del Valle de México, cuya orientación es de norte a sur.

En la etapa morfológica siguiente, que corresponde al plioceno superior, se formaron dos cuencas hidrológicas, una de ellas tributaria del actual río Cuernavaca en el oeste, y otra tributaria del actual río Cuautla, en el este, en cuya etapa, el vulcanismo completo el desarrollo de la-

Sierra Nevada y de la Sierra de Las Cruces y la erosión --
 fué muy activa en las laderas de estas sierras, dando lugar
 a la llamada Formación Tarango.

La última y decisiva etapa, correspondiente al - --
 pleistoceno, sigue siendo la intensa actividad volcánica y
 de etapas pluviales; el vulc.nismo, a lo largo del límite-
 sur, con la erupción de Chichinautzin, Tlaloc y los demás-
 volcanes de la región cerraron la depresión y la intensa -
 precipitación dió lugar a la formación de un gran lago que
 cubrió la mayor parte de las depresiones norte y sur de la
 que pasó a ser el Valle de México.

La reconstrucción de la historia geológica de la de-
 presión sur del Valle de México, se basa en las figuras --
 del trabajo de Federico Mooser, quién a su vez se basó en-
 los de varios geólogos contemporáneos (36).

También en el pleistoceno se desarrollaron fractu--
 ras que favorecieron el vulcanismo en la planicie del va--
 lle de México y que dieron lugar sucesivamente a la forma-

(36) Federico Mooser. Informe Sobre la Geología del Valle-
 de México y Zonas Colindantes. Secretaría de Recursos
 Hidráulicos. Comisión Hidrológica de la Cuenca del Va-
 lle de México. México, 1961. p. 93 fig. 28; p. 95 --
 fig. 29; p. 97 fig. 30; p. 99 fig. 31.

ción de los siguientes sistemas, a saber: 1) Cerro Chimalhuacán, Peñón del Marqués y Cerro de la Estrella, en una fractura, durante el Tacubaya Inferior; 2) Cerros Tlapacoyan y Xico, también a lo largo de una fractura durante el Becerra Inferior y 3) la Sierra de Santa Catarina, compuesta por los cerros Santa Catarina, Tecuani, Coyotepec, Xaltepec y San Lorenzo, antes San Nicolás, así como por el Cerro de la Caldera, así mismo, agrupados en una fractura, que se formaron durante el Becerra Superior.

La formación de fracturas en esta zona es tan reciente, que todavía en la actualidad se siguen desarrollando -- fracturas y tienen lugar hundimientos en las regiones vecinas del pueblo de San Lorenzo Tezonco.

Se incluye una fotografía aérea que muestra el volcán y la colonia de los Olivos, así como varias fotografías que permiten apreciar los efectos de los hundimientos: derrumbes de bardas y de casas, así como grietas en los edificios, y también una fractura en un terreno deportivo que con frecuencia tiene que ser rellenada.

El punto de vista de Federico Mooser sobre la forma y época en que quedó cerrada la cuenca hidrológica del Valle de México ha sido discutido en un trabajo de A. Oviedo de León quien basa sus argumentos en los resultados de la ex--

ploración realizada en el pozo estratigráfico Texcoco número 1.

Este geólogo afirma que el conglomerado encontrado en el pozo de Texcoco se formó a partir de calizas cretácidas y rocas volcánicas, probablemente a principios del terciario, y que sobre dicho conglomerado descansan directamente capas de anhidrita que presuponen la existencia de una cuenca cerrada sujeta a evaporación, que debió formarse antes del oligoceno superior (37), y no durante el pleistoceno como lo ha afirmado Federico Mooser.

Aunque los resultados de este estudio son interesantes, la existencia de una cuenca cerrada en el área de Texcoco no implica que toda la región fue endorreica, por una parte, y por otra, sólo si los materiales volcánicos pleistocénicos de las sierras Chichinautzin y Tlaloc yacen sobre otros más antiguos que hubieran cerrado la región, pudiera admitirse la tesis de Oviedo de León.

(37) A. Oviedo de León. El Conglomerado Texcoco y el posible origen de la Cuenca de México. Instituto Mexicano del Petróleo. Revista, México, 1970. pp. 5-20

TEMBLORES EN LA CUENCA DEL VALLE DE MEXICO

Como una contribución relacionada con la Carta Sísmica de la República Mexicana, se publicó el estudio sobre los temblores de la Cuenca del Valle de México que incluye un mapa con la localización de los epicentros determinados desde 1912 hasta 1959 (38).

El estudio y la carta mencionados permiten determinar la existencia de tres zonas de epicentros de temblores en la cuenca del Valle de México, a saber:

1) en el fin de las fracturas que constituían una fosa en el sureste del Valle, es decir en el de la fractura Chimalhuacán-Peñón del Marqués-Cerro de la Estrella y - cerca de este último, y en el de la fractura de la Sierra de Santa Catarina, cerca de San Lorenzo Tezonco; en el epicentro cercano al Cerro de la Estrella, e n Ixtapalapa, ocurrieron 47 temblores en 1938, y en el epicentro cercano a San Lorenzo Tezonco tuvieron lugar 4 temblores en 1950; es decir, que en estas fracturas en las que el vulcanismo fue relativamente reciente continúa la actividad tectónica.

(38) Jesús Figueroa A. Carta Sísmica de la República Mexicana. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Geofísica. México, 1959. pp. 126-136.

2) en 3 epicentros alienados sensiblemente de noreste a suroeste: al sur de Naucalpan, con 11 temblores en -- 1949; Los Remedios, con 10 temblores en 1937; y Huixquilucan, con 7 temblores en 1939. El 27 de enero de 1973 tuvieron lugar dos sismos, uno a las 3.32 horas con intensidad 3.5 Escala Richter, y otro a las 3.34 horas con 3.3 en la misma escala, ambos de 4 segundos, a 25 kilómetros al noreste de Tacubaya, afectando a Naucalpan; a esos terremotos les siguieron otros cuatro hasta las 10.00 horas del mismo día. Estos epicentros parecen indicar la existencia de una fractura en esa zona del Estado de México.

3) en epicentros alineados al oeste de la Ciudad de México, en Tacubaya, Mixcoac, Jardines del Pedregal y Fuentes Brotantes de Tlalpan, con escaso número de temblores, en el decenio de 1950; es interesante destacar el hecho de que este alineamiento coincide con el de antiguos volcanes miocénicos, como el Chapultepec y el Zacatepec, lo cuál puede indicar que las antiguas fracturas se están volviendo activas.

Además de estos tres alineamientos existe un epicentro que corresponde al sur de la colonia Narvarte, con 9 -- temblores en 1940.

Estos datos, por otra parte, demuestran que la actividad tectónica es nula en la depresión norte del Valle de México y que, por el contrario, se concentra en la depresión sur del mismo.

LA DEPRESION APAN-ORIENTAL

Esta depresión es una continuación de la del norte-del Valle de México.

Wolfgang Bahr la define en los términos siguientes: "Se trata de una depresión con una extensión de más de 100 km aproximadamente, a una altitud de 2500 m, con un relleno de material holocénico".

"En el sur está limitada por las altiplanicies del bloque de Tlaxcala que descienden suavemente hacia el norte y las pendientes en el norte de La Malinche. La región está limitada en el norte por la Sierra de Tlaxco. La depresión se extiende de la laguna de Apan en el noroeste hacia la laguna Oriental en el sureste, casi paralelamente - con respecto al eje de la Sierra de Tlaxco que alcanza alturas hasta de 3300 metros en algunos volcanes recientes; - los cerros de Tliltépetl, Cuaxapa y Quimichupa, dividen la antes continua depresión en varias mesetas: de Apan, de -- Tlaxco, de Texcalac y de Huamantla, que pasa a ser parte - de los Llanos de Oriental, incluyendo su laguna" (39).

(39) Wolfgang Bahr. La ganadería de toros de lidia. Anuario de Geografía, tomo XI, 1971, p. 256.

La depresión Apan-Oriental y zonas colindantes se encuentra entre dos sistemas volcánicos: 1) al oeste, el que está formado por los volcanes Popocatepetl, Iztaccihuatl, Papayo, Telapón y Tlaloc, que se alinean en la falla oriental del Valle de México; y 2) al este, el que lo constituyen el Citlaltépetl y el Cofre de Perote, también alineados en una fractura.

Al norte de la depresión Apan-Oriental se localiza una fractura que atraviesa el cerro Santa Ana, la Sierra de Puebla, la Sierra Oyameles y la sierra Chiconquiaco, esta última con numerosas corrientes de lava que llegan hasta el litoral del Golfo de México.

Con la depresión Apan-Oriental parecen estar relacionadas tres regiones sísmicas consideradas en la Carta Sísmica de México, que son las siguientes:

1) Patlanalá-Chilchotla, Puebla-Cozautlán, Veracruz, con un epicentro en las coordenadas $19^{\circ} 16'$ y $96^{\circ} 58'$, que corresponde al foco 170; en la región tuvo lugar el macro-sismo destructor del 3 de enero de 1920, con magnitud 7.8-Escala Richter. El epicentro se encuentra cerca de Oriental, en la depresión del mismo nombre, donde termina la de Apan-Oriental (40).

2) Nopalucan-Villa Grajales, Puebla Cuapiaxtla, Tlaxcala, con dos epicentros, a saber: 1) en las coordenadas $19^{\circ} 16'$ y $97^{\circ} 48'$, que corresponde al foco 142, con 81 temblores, entre los de 4 de agosto y 9 de octubre de 1928, 17 de julio de 1931, y 21 de diciembre de 1950; y 2) en las coordenadas $19^{\circ} 15'$ y $97^{\circ} 47'$, correspondiente al foco 375, con 49 temblores, entre los que destacan los del 6, 9, 11 y 22 de abril de 1959, y 5 de mayo del mismo año. El epicentro se halla al este de La Malinche y al suroeste de Oriental, por lo que también corresponde a la depresión Apan-Oriental (41).

3) Esperanza, Puebla-Maltrata, Veracruz, con un epicentro en las coordenadas $18^{\circ} 49'$ y $97^{\circ} 28'$, que corresponde al foco 359, con 5 temblores, entre los que destacan los de 19 de abril de 1920, 26 de julio de 1937, 15 de noviembre de 1957 y 19 de agosto de 1958. Este epicentro está al sureste de la depresión Apan-Oriental (42).

(41) Jesús Figueroa A. Ob. Cit. pp. 79, 94-95, 114.

(42) Jesús Figueroa A. Ob. Cit. pp. 79, 112.

Los Tuxtlas.- Al sureste de las mencionadas zonas de Puebla y de Tlaxcala, entre los paralelos 19° y 18° de latitud norte, se desarrolló una depresión tectónica con rumbo-noroeste-sureste, en la que se alinearon dos fracturas y -- los correspondientes sistemas de volcanes, de los cuales el más importante es el de: Volcán San Martín-Cerro San Martín; el Volcán San Martín estuvo en actividad durante los siglos XVII y XVIII, hasta 1805.

La actividad sísmica en los epicentros 346, que corresponde a las coordenadas $18^{\circ} 12'$ y $96^{\circ} 22'$, con 5 temblores en 1911 y 1959, y 354, localizado en las coordenadas -- $18^{\circ} 12'$ y $95^{\circ} 36'$, con 2 temblores en 1946 y 1959, indican la posible existencia de fracturas cercanas a la región volcánica de Los Tuxtlas (43).

(43) Jesús Figueroa A. Ob. cit. pp. 79, 111-112.

DESCRIPCION GENERAL DE LA DEPRESION EN EL
VALLE DE MEXICO

Esta sección de la depresión Chapala-Acambay-México Oriental tiene características distintas que las de Zamora Acambay y las de La Barca-Lago Chapala, ambas al oeste, - así como las de sección Apan-Oriental, al este.

El cerro Xocotitlán, de naturaleza andesítica y de 3910 metros de altitud, es el principal elemento morfológico que divide el Valle de México del Valle de Acambay, en el oeste.

Las sierras de Monte Bajo con una altura de 3775 metros, Monte Alto con 3800 metros y Las Cruces con 3150 metros, constituyen el principal límite al oeste del Valle de México; la primera es frontera tanto de la depresión -- norte como de la del sur, la segunda y tercera sólo de la depresión sur.

El Ajusco, con 3937 metros de altitud, en el elemento más alto y más al sur de este sistema de montañas.

Entre las alturas que corresponden al sistema de la sierra de Monte Bajo se encuentran las de Villa del Carbón y las de Chapa de Mota.

Los límites en el este del Valle de México no son -

precisos en la depresión norte porque se comunica con la -
 de Apan-Oriental, pero si tienen una barrera de montañas -
 en la depresión sur; ese sistema de elevaciones está cons-
 tituido por el Popocatepétl con 5452 metros, la Iztaccí- -
 huatl con 5286 metros, el Papayo con 4100 metros, el Tela-
 pón con 3996 metros y el Tlaloc con 3687 metros, cuyo con-
 junto es uno de los más altos del país.

En el sur del Valle de México el límite quedó esta-
 blecido en el pleistoceno por una serie de volcanes entre-
 los cuales se encuentran al oeste el Chichinautzin con - -
 3490 metros y al este el Tlaloc con 3710 metros, los cua--
 les cerraron los valles que comunicaban al de México con -
 los de Cuernavaca y Cuautla.

En el norte los límites del Valle de México están -
 establecidos por las sierras de La Ahumada con 2550 metros
 de altitud, Tezontlalpan con 2850 metros y Pachuca con - -
 2650 metros.

También en el norte y en una alineación que corres-
 ponde a una fractura se encuentra los cerros Sincoque con-
 2800 metros de altura, Xalpa con 2700 metros, Los Pitos --
 con 2900 metros y Tecajete con 2924 metros.

La división entre las depresiones norte y sur del -
 Valle de México fue determinada por un sistema de sierras-

que incluye principalmente a la Sierra Guadalupe, cuya altura principal llamada El Reloj tiene 2968 metros de altitud, y también comprende al cerro Chiconautla con 2600 metros, la sierra Patlachique con 2750 metros y la de Calpulalpan con 3106 metros.

En el centro de la depresión del norte se levantan la sierra de Tepotzotlán con 2950 metros, el cerro Gordo con 3032 metros y el cerro Santa Ana con 3053 metros.

La sierra de Tepotzotlán y el cerro El Epazote con 2500 metros de altura limitan el valle de Tepeji que es -- tributario de la cuenca del río Tula, por lo cual no pertenecen a la cuenca hidrológica del Valle de México.

Aunque el cerro Santa Ana separa a Ciudad Sahagún -- de la villa de Apan, tanto el municipio de Sahagún, ahora -- Emiliano Zapata, como el de Apan son tributarios de la -- cuenca del Valle de México.

En la depresión sur los volcanes se agrupan en 4 series, a saber:

1) la de los volcanes antiguos: Xochitepec, Zacatepec, Chapultepec, Peñón de los Baños;

2) la de la fractura del sureste correspondiente a los cerros Tlapacoyan y Xico;

3) la de la falla correspondiente al cerro Chimalhua

cán, el Peñón del Marqués y el Cerro de la Estrella; y

4) la de la falla que incluye La Caldera, Santa Catarina, Tecuani, Coyotepec, Xaltepec y San Lorenzo (antes San Isidro). (44)

La depresión norte del Valle de México corresponde a los valles de Huehuetoca, Zumpango, Xaltocan, de las Avenidas, Teotihuacán, Otumba, Sahagún, antes Irolo, Apan y Calpulalpan.

En algunos de los actuales valles existieron lagos: Huehuetoca, Zumpango, Xaltocan y Apan, de los cuáles sólo restan pequeños depósitos de agua en Zumpango y Apan.

El valle de Huehuetoca se encuentra entre los cerros Sincoque y Xalpa, en el extremo noroeste de la región (véase el corte vertical correspondiente).

El valle de Zumpango tiene como límites al oeste el cerro Xalpa y al norte la sierra Tezontlalpan; el este con la cuenca del río de las Avenidas y al sur con la del lago Xaltocan (véase el corte vertical correspondiente); se halla en el extremo norte de la región.

La cuenca del río de las Avenidas está al sur de la sierra de Pachuca y al norte del Cerro Gordo, en el extremo noroeste de la región (véase el corte vertical correspondiente al valle de Teotihuacán).

(44) Ezequiel Ordoñez. Las rocas eruptivas del SO de la cuenca de México. Instituto Geológico de México. No. 2. México, 1895.

El actual valle de Xaltocan, que anteriormente era un lago, se encuentra al sur del valle de Zumpango y al norte de la Sierra Guadalupe (véase los cortes verticales de Zumpango y de Xaltocan).

El valle de Teotihuacán se encuentra entre el Cerro Gordo y la Sierra Patlachique; este valle comunica al actual valle de Xaltocan con el de Otumba (véase el corte vertical correspondiente).

El valle de Otumba, situado entre los de Teotihuacán y Sahagún, corresponde a regiones que tienen una mayor altitud sobre el nivel del mar.

El valle de Sahagún, comunica a los de Otumba y Apan; está separado de este último por el cerro Santa Ana, pero se comunica con el mismo por medio del valle de Tepeapulco y de los llanos situados al sur del mencionado cerro (véase el corte vertical correspondiente).

El valle de Apan, situado al este del cerro Santa Ana, es el comienzo de una larga depresión que se extiende hasta la región Oriental, en Puebla.

El valle de Calpulalpan, localizado al sur de los de Sahagún y de Apan, es la región más al este, que es tributaria de la cuenca hidrológica del Valle de México.

La depresión sur del Valle de México corresponde a-

las cuencas lacustres de Texcoco, México, Xochimilco y Chalco, así como a los piedemontes formados por depósitos aluviales acumulados cerca de las faldas de la sierra de las Cruces, al oeste, y de la Sierra Nevada, al este.

El lago Texcoco era el más extenso y profundo de los depósitos lacustres que quedaron del gran lago pleistocénico; estaba limitado al norte por el sistema volcánico Chiconautla-Patlachique, al noroeste por la Sierra Guadalupe, al este por el piedemonte de la Sierra Nevada, al sur por la Sierra Santa Catarina y al oeste, artificialmente, desde el reinado de Moctezuma Xocoyotzin, por el llamado Albarra-dón de los Indios.

El Lago México, que era una porción del Texcoco, separado de éste por el mencionado Albarra-dón de los Indios, se extendía desde el sur de la Sierra Guadalupe hasta el piedemonte de las sierras Monte Bajo y Monte Alto.

El lago Xochimilco ocupaba el extremo sur y el lago-Chalco el extremo sureste, teniendo como límite norte a la sierra Santa Catarina.

El piedemonte de la Sierra Nevada incluía las planicies de Texcoco y zonas cercanas, así como las de Chalco.

El piedemonte de las sierras de Monte Alto y Monte Bajo abarcaba planicies de Tlalnepantla, Naucalpan, Azcapot

zalco, Chapultepec, Tacubaya, Mixcoac, Obregón y Coyoacán.

En ambos piedemontes predominaban los materiales -- aluviales originados por la erosión de las montañas cercanas.

Como consecuencia de lo antes expuesto, la depresión Chapala-Acambay-México-Oriental está constituida en esta -- región por la parte del Valle de México que hemos denominado depresión norte, es decir por una serie de valles, de -- los cuales algunos eran lacustres y sólo dos conservan depósitos de agua.

Los valles de la depresión norte sólo están inte- -- rrumpidos por tres cerros: el de Tepetzotlán, convierte -- una pequeña parte de la misma, el valle de Tepeji, en tributaria del río Tula; el Cerro Gordo, es el principal obstáculo a todo lo largo de la depresión, por lo que separa la cuenca del río de las Avenidas del valle de Teotihuacán; el Cerro Santa Ana, separa los valles de Sahagún y Apan. --

(45)

Por otra parte, debe destacarse el contraste que --

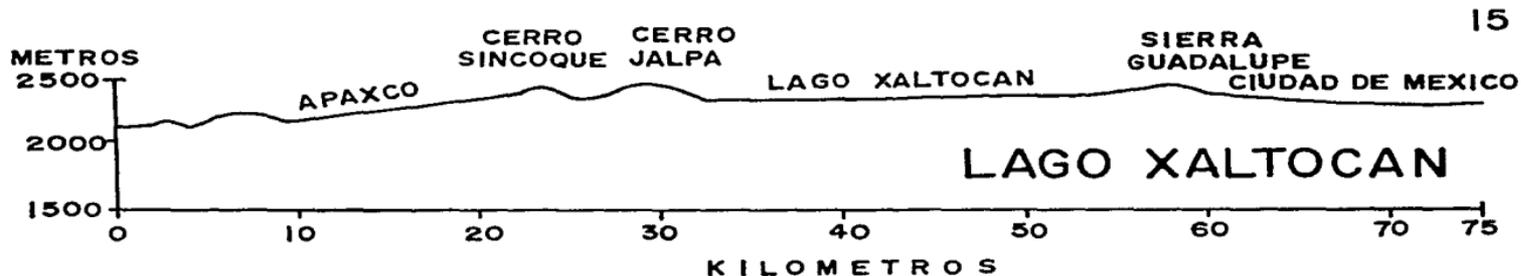
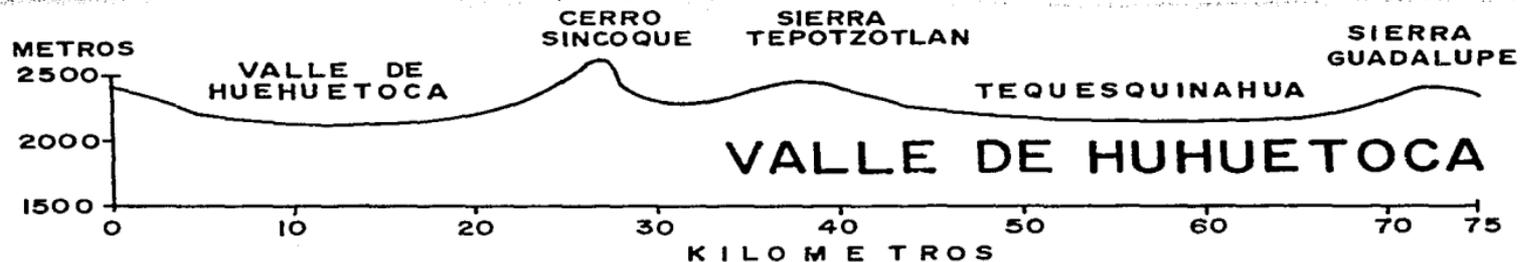
(45) Federico Mooser. Geología. Descripción Física del Valle de México. Hidrología de la Cuenca del Valle de México. Secretaría de Recursos Hidráulicos. Comisión Hidrológica de la Cuenca del Valle de México. México, 1964. 2-59, 2-85.

existe en el límite oeste de la depresión norte, en el que el cerro Xocotitlán, separa totalmente a los valles de México y Acambay, por una parte, y el límite este, en el que la depresión norte se comunica con la de Apan-Oriental, por otra.

En el extremo sureste de la depresión sur y hasta el siglo XVII, hubo actividad volcánica en el Popocatepetl, que se encuentra en a los 19° 01' de latitud norte.

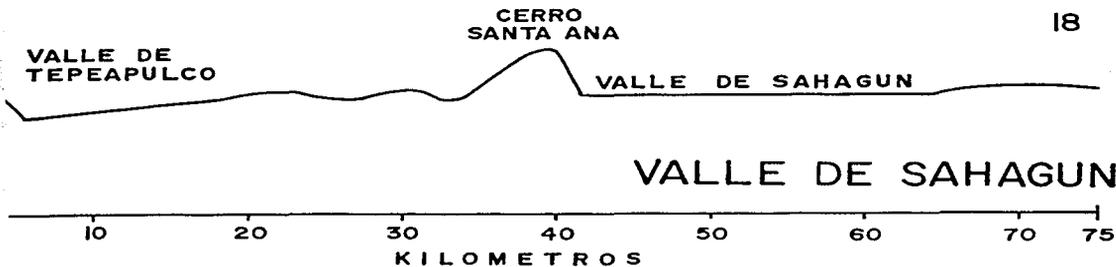
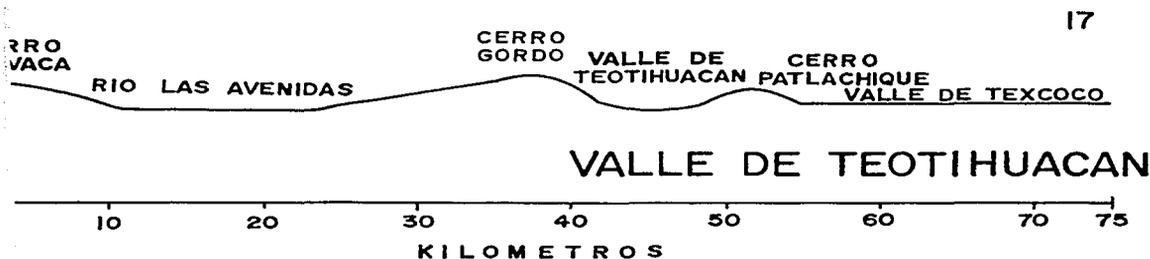
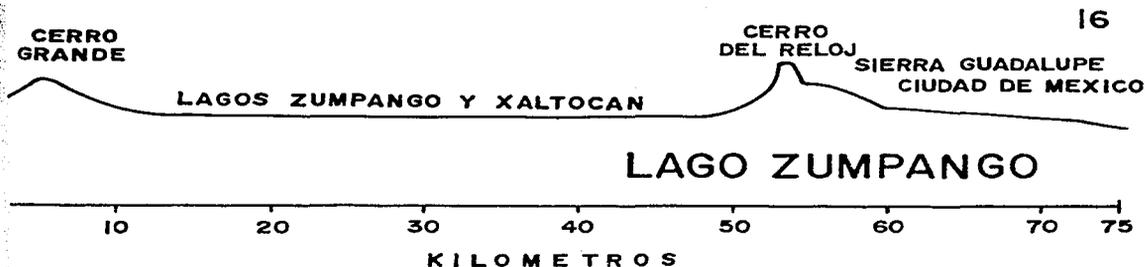
Con anterioridad, hacia el año 200 a.C. tuvo lugar la erupción del volcán Xitle, a los 19° 10' de latitud y es probable que la actividad volcánica de la Sierra Santa-Catarina corresponde a una época de hacia 14 000 años a.C., a los 19° 20' de latitud.

Al haberse obstruido la mayor parte de las fracturas de la depresión norte del Valle de México, por lo cual quedaron taponados los conductos volcánicos correspondientes, la actividad de naturaleza volcánica se ha desarrollado cerca del paralelo 19° de latitud, como queda demostrado por los datos antes mencionados.



ESCALA 1: 500 000

COTAS TOMADAS DE LA CARTA DEL COM. COORD. CARTA GEOG. REP.

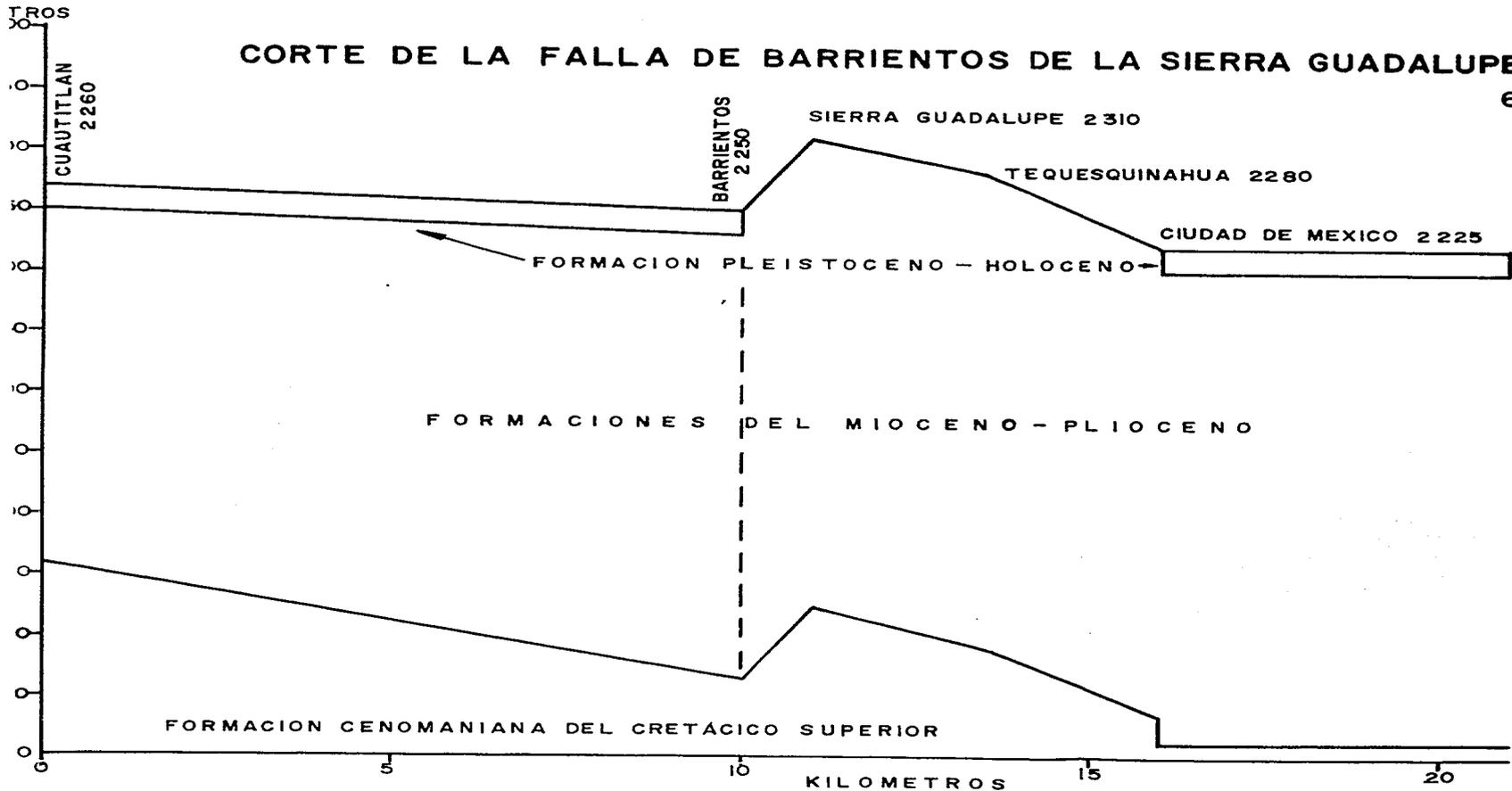


ESCALA 1: 500 000

COTAS TOMADAS DE CARTA DE LA COM. COORD. CARTA GEOG. REP.

CORTE DE LA FALLA DE BARRIENTOS DE LA SIERRA GUADALUPE

6

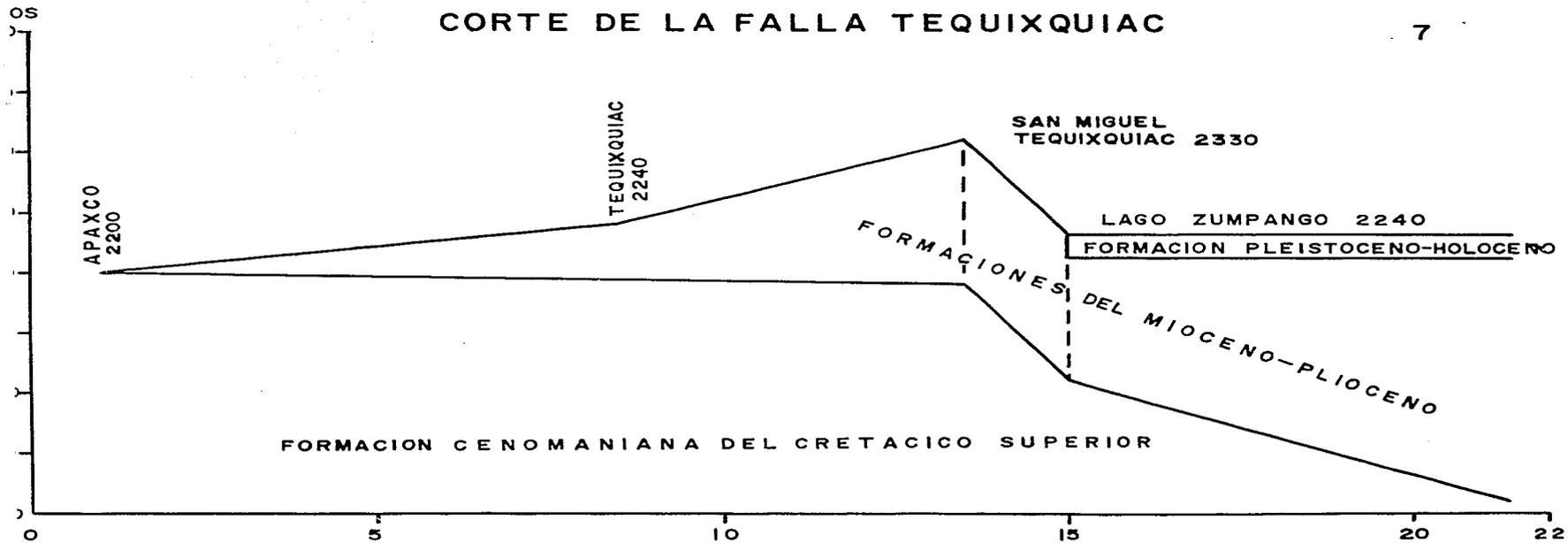


COTAS TOMADAS DE LA CARTA DE LA COM. COORD. CARTA GEOG. REP.

ESCALA VERTICAL 1:4.000
ESCALA HORIZONTAL 1:100.000

CORTE DE LA FALLA TEQUIXQUIAC

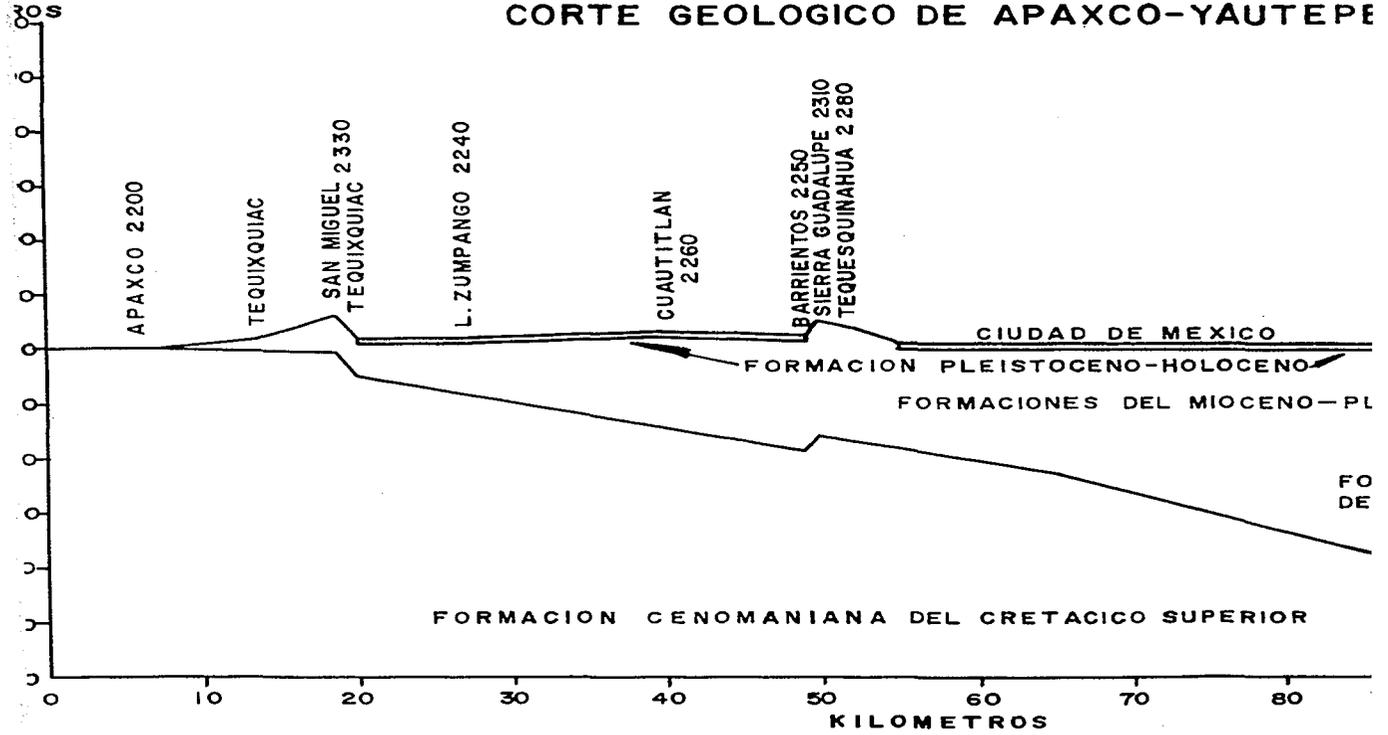
7



COTAS TOMADAS DE LA CARTA DE LA COM. COORD. CARTA GEOG. REP.

ESCALA VERTICAL 1:4000
ESCALA HORIZONTAL 1:100000

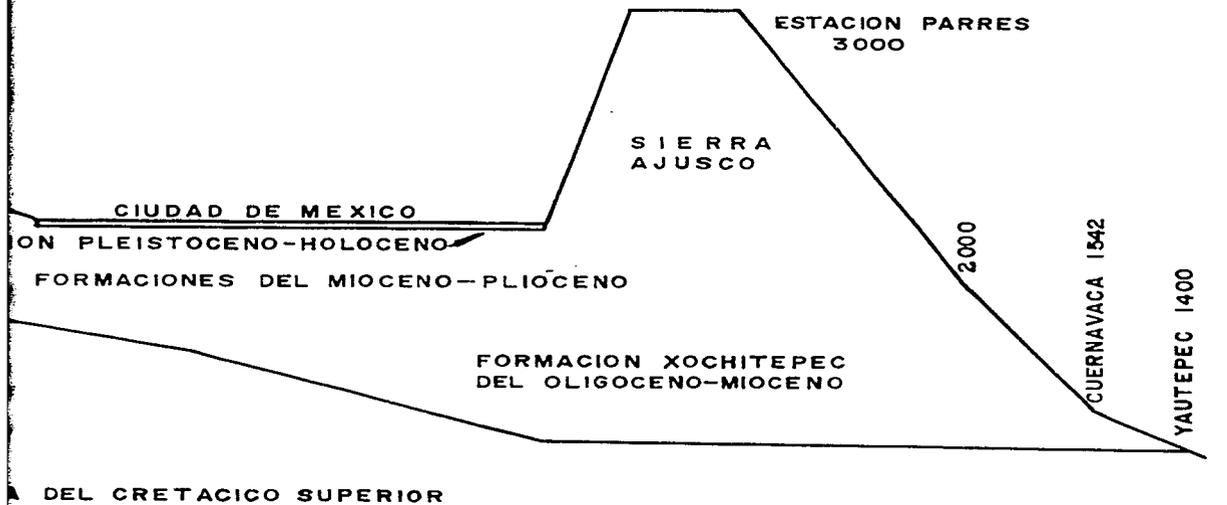
CORTE GEOLOGICO DE APAXCO-YAUTEPE



COTAS TOMADAS DE LA CARTA DE LA COM. COORD. CARTA GEOG. REP.

O DE APAXCO-YAUTEPEC

8



60 70 80 90 100 110 120 130
KILOMETROS
GEOG. REP.

ESCALA VERTICAL 1:20 000
ESCALA HORIZONTAL 1:500 000

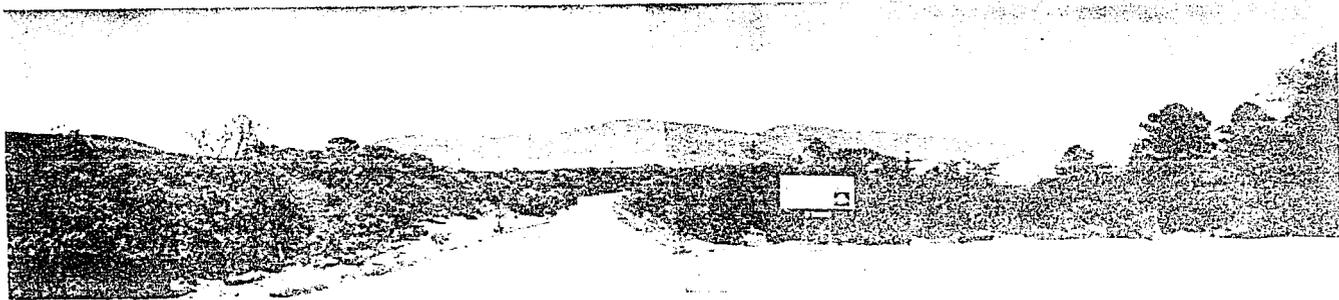
12. VALLE DE IXTLAHUACA Y CERROS QUE LIMITAN AL OESTE LA DEPRESION NORTE DEL VALLE DE MEXICO



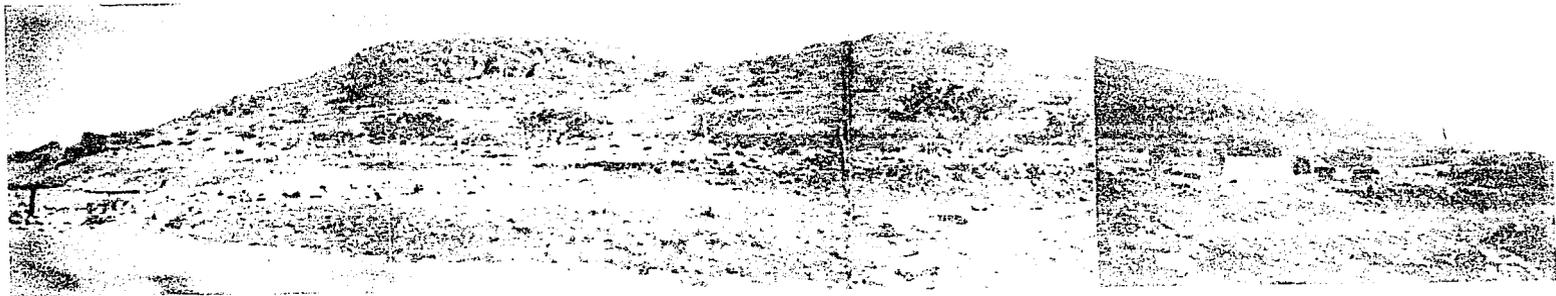
Vista en la que se aprecia parte de la planicie de Ixtlahuaca en el camino de esta población a Villa del Carbón. El cerro que se observa es un pilar con escalones de falla.



La planicie de Ixtlahuaca en el camino de la población de este nombre a Villa del Carbón. El valle de Ixtlahuaca está al sur del cerro de Xocotlán.

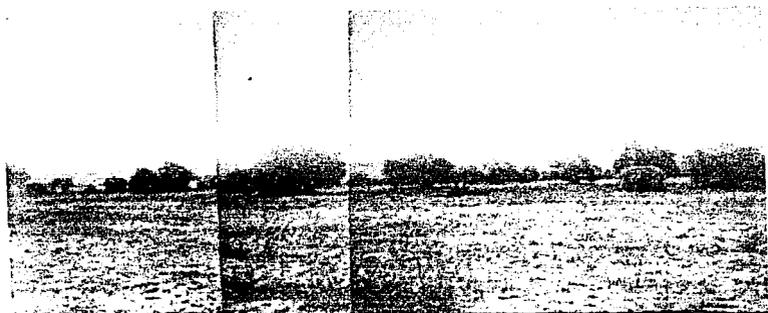


Cerro que son continuación de Monte Alto y Monte Bajo. Vistos desde Villa del Carbón al salir del Valle de México.

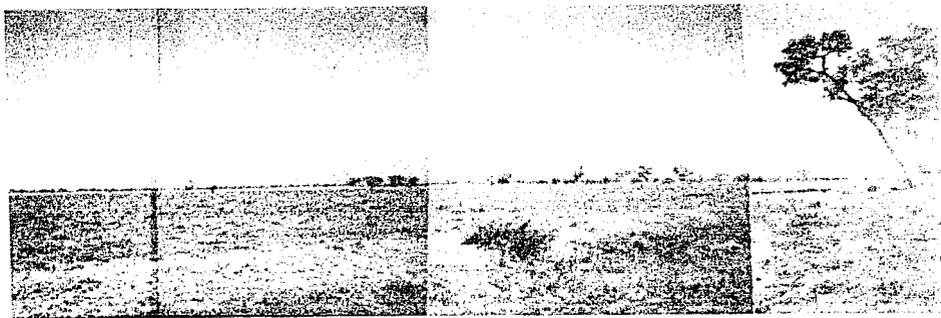


Parícuta, Barrancón y La Seta, Guadalupe, y dos Chimenes de composición de lavas, en las montañas.

LA SIERRA QUE LIMITAN AL SUR, OESTE Y NORTE LA DEPRESION
NORTE DEL VALLE DE MEXICO



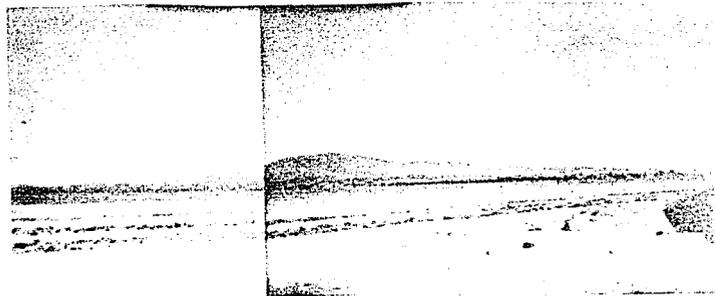
La Sierra Guadalupe, vista desde la calzada de Tequesquinalhua. Esta sierra es el límite entre las dos depresiones que forman el valle lacustre de México.



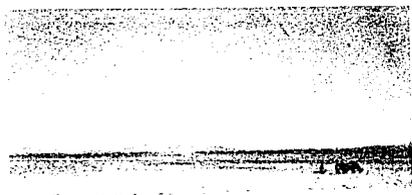
La Sierra Tepotztlán, al noroeste del Valle de México, vista desde el camino de Cuautitlán a Teoloyucan.



El Cerro Blanco, de caliza, en Apaxco.



La Sierra Tezontlapán al noreste del Valle de México, vista en el camino de Teoloyucan a Zumpango.



El Cerro Simoique al noroeste del Valle de México. Vista lejana desde el camino de Teoloyucan a Zumpango.



Los cerros Simoique y Nalpa, y la Sierra Tepotztlán, al norte del Valle de México. Vista lejana desde el camino de Teoloyucan a Zumpango.

14. REGION NOROESTE DE LA DEPRESION NORTE DEL VALLE DE MEXICO



La depresión del norte del Valle de México, vista desde la carretera de Chapa de Mota a Blatopon.



La depresión del norte del Valle de México, vista desde Tequixquiac.



El Valle de Zumpango en el norte del Valle de México. Vista desde el camino de Tequixquiac a Zumpango.

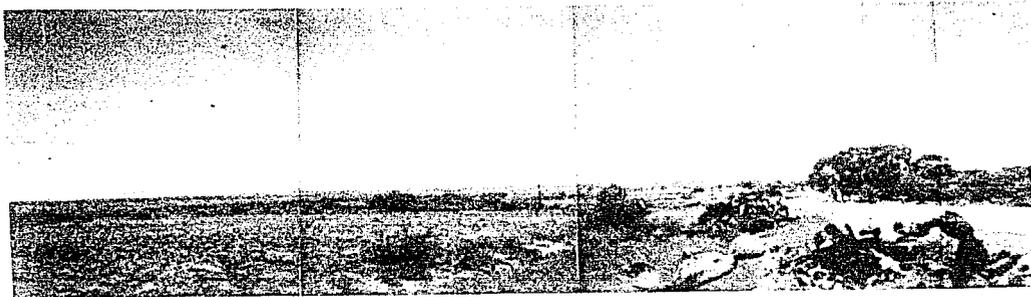
Composición fotográfica de Mauricio Noya Carrero.



Detalle del Valle de Zumpango, vista desde el camino que da entrada a los túneles de Zumpango.

Composición fotográfica de Judith Durán Casillas.

15. VALLES DE NALTOCAN, TEOTIHUACAN Y OTUMBA EN LA DEPRESION NORTE DEL VALLE DE MEXICO.



Los llanos de Naltocan. Al fondo el cerro Chicomautla y la sierra Patlachique. Vista desde el camino de Zumpango a México.



El cerro de Chicomautla visto desde el camino de México a Teotihuacán.



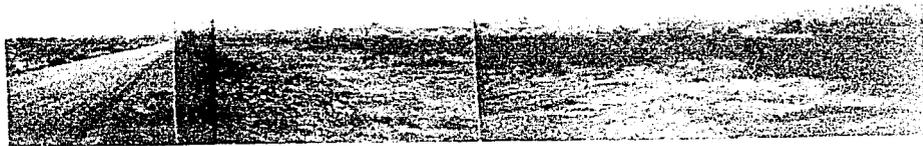
Cerro Gordo al norte del Valle de Teotihuacán.



La Sierra Patlachique al sur del Valle de Teotihuacán.



El Valle de Teotihuacán, entre Cerro Gordo y Sierra Patlachique.



El Valle de Otumba al este del de Teotihuacán.



La planicie a la entrada del Valle de Irolo o Sahagún, donde se observa, en Xala, el pueblo a la izquierda y la hacienda a la derecha.



El Valle de Irolo o Sahagún que es continuación de la depresión Teotihuacán-Otumba.



La depresión de Irolo o Sahagún al oeste del camino de San Juan de los Rios.



Vista del Valle de Apan desde el camino a Tepeapulco-Sahagún. La depresión de Apan está separada de la de Sahagún por el Cerro Santa Ana que se observa a la derecha.



Entrada del Valle de Irolo o Sahagún, donde se observa, en Xala, el pueblo a la izquierda y la hacienda a la derecha.



La depre-

La depresión de Irolo o Sahagún al oeste del camino de Sahagún, a Tepeapulco y Apan.



Valle de Apan desde el camino a Tepeapulco-Sahagún. La depresión de Apan está separada de la de Sahagún por el Cerro Santa Ana que se observa a la derecha.

asillas.

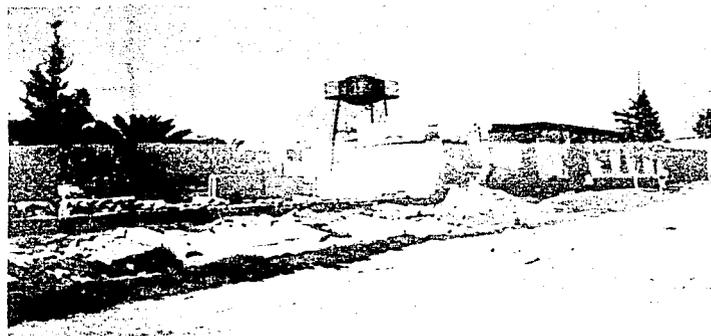
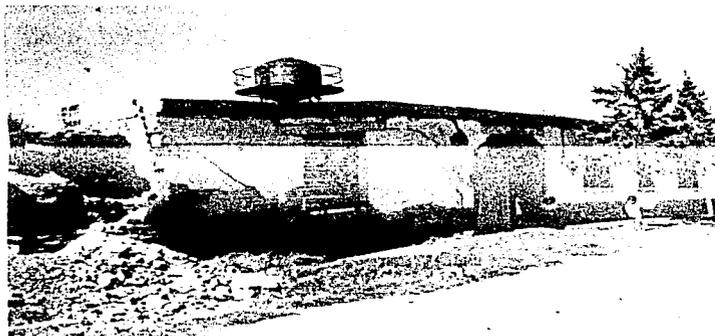
1. FOTOMAPA DE LA REGION DONDE SE HAN DESTRUIDO O DAÑADO CASAS POR HUNDIMIENTOS Y SE HAN FORMADO GRIETAS EN EL TERRENO, CERCA DEL VOLCÁN SAN LORENZO.



Fotografía aérea vertical en la que se delimita, al centro la colonia Los Olivos, Delegación de Tláhuac, y en la parte superior aparece el Volcán San Lorenzo, antes llamado San Isidro. En una calle situada en el extremo izquierdo de la colonia, se fotografiaron casas destruidas o dañadas como consecuencia de hundimientos que tuvieron lugar en septiembre de 1972. En la misma fotografía se delimita el campo deportivo en el que se obtuvo la foto de una grieta rellenada con frecuencia. La colonia Los Olivos fue visitada por un grupo de alumnos del Colegio de Geografía, bajo la dirección del doctor Jorge A. Nix Escoto, por sugerencia de la señorita Margarita Carrón Méndez, alumna vecina de dicha colonia.

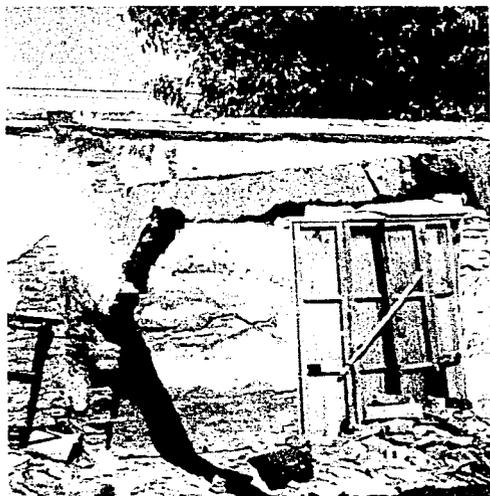
Fotografía GETENAL.

2. CASAS DESTRUIDAS O DAÑADAS POR HUNDIMIENTOS CERCA DEL VOLCAN SAN LORENZO



En estas fotografías se observan bardas destruidas y casas semidestruidas debido a los hundimientos del terreno, en una calle de acceso a la colonia Los Olivos, Delegación de Tláhuac.

Fotografías tomadas el 9 de octubre de 1972 por Mauricio Aceves García.



Dos aspectos del interior de casas destruidas a causas de hundimientos en el terreno, en una calle de acceso a la colonia Los Olivos, Delegación de Tláhuac.

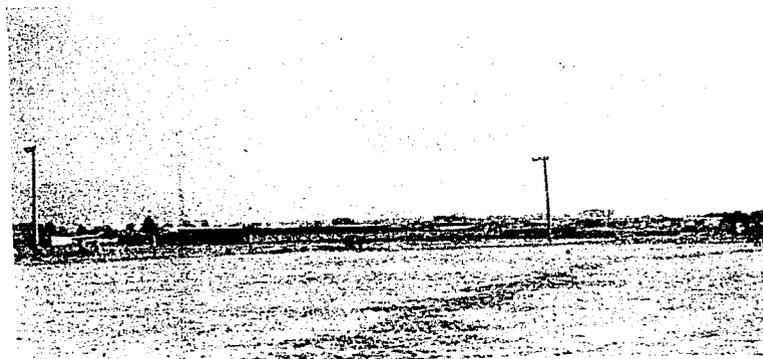
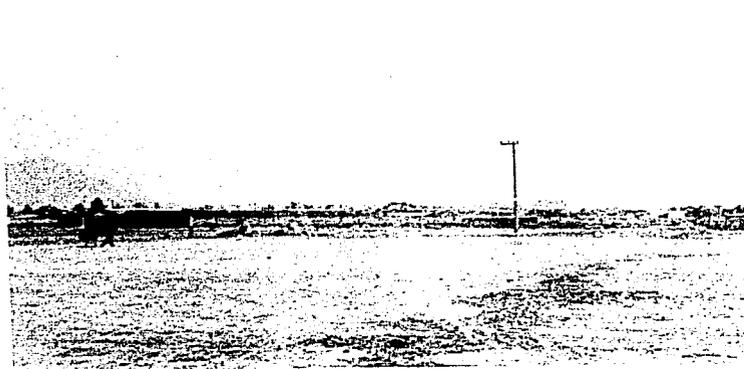
Fotografías tomadas el 9 de octubre de 1972 por Mauricio Aceves García.

3. CASAS DAÑADAS Y GRIETAS EN EL TERRENO CERCA DEL VOLCAN SAN LORENZO



Fotografías que muestran las grietas que afectaron a una construcción, también como consecuencia de hundimientos en el terreno, en la colonia Los Olivos, Delegación de Tláhuac.

Fotografías tomadas el 9 de octubre de 1972 por Mauricio Aceves García.



Dos aspectos de la grieta rellenada, en el campo deportivo, de la colonia Los Olivos, Delegación de Tláhuac. Al fondo se observa, en primer término, el Volcán San Lorenzo, antes llamado San Isidro.

Fotografías tomadas el 9 de octubre de 1972 por Mauricio Aceves García.