


# Maqueta Oro-hidrográfica de 1ª República Mexicana

---

- 
- A. Volcán. S. Martín.
  - B. Pico de Orizaba.
  - C. Cofre de Perote.
  - D. Malinche.
  - E. Popocatepetl.
  - F. Iztaccihuatl.
  - G. Ajusco.
  - H. Nev. de Toluca.
  - I. Tancitaro.
  - J. Jerullo.
  - K. V. de Colima.
  - L. El Ceboruco.
  - M. Sangangüey.
  - N. V. de las Virgenes.
  - O. Xocotitlan.
-

# OROGENESIS

DE LA REPUBLICA MEXICANA EN  
RELACION A SU RELIEVE ACTUAL



POR EL INGENIERO

**RAMIRO ROBLES RAMOS**

DE LA OFICINA DE GEOLOGIA DEL DEPARTAMENTO DE  
PLANEACION Y ESTUDIOS DE LA C. N. I.

# INDICE

ADVERTENCIA.....	9	PENINSULA CALIFORNIANA.....	40
PROLOGO.....	9	REGION MERIDIONAL DE LA CORDILLERA NEO-VOLCANICA.....	42
OROGENESIS DE LA REPUBLICA MEXICANA.....	10	CUENCA DEL BALSAS.....	42
Paleogeografía.....	10	Relieve.....	44
Proterozoico-Arqueozoico.....	12	Planicie Costera al Oriente de la Cuenca del Balsas.....	44
Paleozoico.....	12	ISTMO DE TEHUANTEPEC.....	48
Mesozoico.....	12	Paleogeografía Cenozoica.....	48
Jurásico Superior.....	14	Complejo Oaxaqueño.....	46
Cretácico Inferior.....	14	Relieve.....	46
Cretácico Medio.....	14	Planicie Costera del Istmo.....	50
Cretácico Superior.....	19	PENINSULA DE YUCATAN.....	51
Cenozoico.....	20	AREA CONTINENTAL.....	53
ROCAS EFUSIVAS.....	21	CONTORNO MEXICANO.....	54
UNA PROBABLE INTERPRETA- CION.....	21	CONCLUSIONES.....	55
GEOANTICLINALES Y GEOSIN- CLINALES MESOZOICOS.....	26	PRINCIPALES UNIDADES ORO- GENICAS.....	56
ZONAS MAGMATICAS.....	27	Sierra Madre Occidental.....	56
ZONA VOLCANICA ENTRE LOS PARALELOS 19° Y 21°.....	27	Sierra Madre Oriental.....	56
SEMEJANZA CON OTRA REGION VOLCANICA.....	31	Cordillera neo-Volcánica.....	56
ALTIPLANO MEXICANO.....	33	Región Septentrional.....	57
Altiplanicie Septentrional.....	33	Región Meridional.....	57
Altiplanicie Meridional.....	34	Sierra Madre del Sur.....	58
SIERRAS.....	36	Sierra Madre de Oaxaca.....	58
Sierra Madre Oriental.....	36	Sierra Madre de Chiapas.....	58
Sierra Madre Occidental.....	38	Plataforma Yucateca.....	58
PLANICIES COSTERAS.....	39	Sistema Californiano.....	59
Planicie Costera del Pacífico.....	39	Portillo Istmico.....	59
Planicie Costera del Golfo.....	39	PROVINCIAS HIDROLOGICAS.....	59
		OROGENESIS CONTEMPORANEA.....	59

## ADVERTENCIA

En atención a que el presente estudio se relaciona con un trabajo que fué escrito en el Instituto de Geología cuando el autor perteneció a esa prestigiada dependencia de la Universidad Nacional de México, —y que se destinó al Primer Congreso de Geografía y Exploraciones Geográficas organizado por la Secretaría de Educación Pública y que tuvo lugar en México del 23 al 31 de julio de 1939—, el señor ingeniero Teodoro Flores, actual Director de esa Institución, a solicitud que le fué hecha al respecto, se sirvió dar su anuencia para que fuera publicado por la Comisión Nacional de Irrigación, y además, tuvo a bien proporcionar para que en él figure, la Carta Geológica recientemente elaborada por dicha Institución.

El autor agradece cumplidamente al señor Director del Instituto de Geología su gentileza, tanto por lo expuesto, como por las facilidades que le concedió para la consulta de numerosas obras en la biblioteca respectiva; y al culto ingeniero Manuel Medina —Jefe del Departamento Geográfico de la Dirección de Geografía, Meteorología e Hidrología—, le queda muy reconocido por los valiosos datos que se sirvió aportar para la realización de este trabajo.

## PROLOGO

*Desde que las manifestaciones primitivas de la energía cósmica proporcionaron los innumerables elementos elipsoidales del sistema universal, a que nuestro planeta pertenece, en éste, durante su lento proceso de enfriamiento, se diferenciaron las diversas capas que lo forman, en orden de sus respectivas densidades y en armonía con la gravedad y la rotación.*

*Una consecuencia inherente a la consolidación es la forma; la forma es límite de la materia, y ésta, de acuerdo con el concepto relativista, es energía mutable; por tanto, la citada forma se modifica en el transcurso del tiempo.*

*En la corteza del mundo, estrato testigo en sus constantes modificaciones por herencia de una energía residual cósmica, entre otras, han actuado y actúan vigorosamente dos energías, las que íntimamente ligadas al relieve son antagónicas: una, la endógena, proporciona grandes volúmenes de material ígneo a las plataformas continentales, cincelando las majestuosas escenas fisiográficas; la otra, exógena, valiéndose del intemperismo, la erosión y el acarreo fluvial, hacen variar gradual pero enérgicamente el relieve en donde estas fuerzas actúan, degradándolo. Así las primeras elevan niveles, son elementos constructivos básicos; las segundas, los abaten, disgregan la materia, devastan los continentes y azolvan las fosas oceánicas. Estos conceptos constituyen la síntesis, a muy grandes pinceladas, de los distintos procesos geológicos que al relieve corresponden dentro de grandes períodos de tiempo denominados Eons, estableciéndose sucesivamente las subdivisiones de Eras, Períodos, Épocas, Edades y Facies, las cuales son objeto*

*de minuciosa investigación, profundo estudio y particular materia que la Geología investiga respecto de los fenómenos verificados dentro de esas divisiones de tiempo, que a la vida del planeta atañen.*

*La complejidad de los fenómenos y sus múltiples aspectos han sido clasificados dentro de las distintas ramas especializadas de la Geología, siendo la Orogenia y sus consecuencias la base de la Paleogeografía, la que proporciona a su vez la documentación de la Fisiografía comentada.*

*Así, pues, las formas fisiográficas son consecuencia de las causas primitivas de origen y dependen de las características físico químicas de los materiales de donde toman forma; y la modificación constante, pero vigorosa del relieve se establece francamente después de la laxitud tectónica, de una relativa calma en el suelo y subsuelo, cuando los fenómenos orogénicos se han amortiguado y los factores externos aceleran la desintegración física del material para finalmente actuar e incrementarse las acciones de la atmósfera, hidrósfera y de la gravedad.*

*El estudio de la "Orogénesis de la República Mexicana en su relación a su Relieve Actual", está encaminado a discutir el relieve fundado en los fenómenos orogénicos realizados dentro de los procesos geológicos más caracterizados y mejor estudiados, que han tenido lugar sobre la plataforma continental de nuestro país, para identificar las principales unidades orogénicas y de ahí deducir y limitar el área de las provincias fisiográficas mexicanas, designándoles una denominación fundada.*

## Orogénesis de la República Mexicana en Relación a su Relieve Actual

EL vasto territorio de la República Mexicana debe su forma actual a las diferentes modificaciones que en pasadas épocas geológicas han tenido lugar, después de varios períodos, modelando el relieve y modificando el contorno, siendo estos fenómenos escasamente estudiados por la Paleogeografía, salvo en las Eras Mesozoica y Cenozoica, a las cuales los estratígrafos mexicanos y extranjeros han relacionado numerosos lugares del país. Mucho queda por hacer en la rama paleontológica con objeto de correlacionar horizontes, determinar edades, establecer discordancias o interpretar, dentro del criterio de la Geología histórica, los diversos eventos a que estuvo sometida la superficie continental en los períodos orogénicos, largos tiempos de fases sinorogénicas, erosión y sedimentación.

Largo sería enumerar las diversas localidades fosilíferas; es problema inabordable narrar los episodios históricos y sus consecuencias, ya que sería indispensable gran acervo de todas y cada una de las ramas colaterales de la ciencia geológica.

Dada la índole de esta contribución y con los escasos datos de que se dispone, haremos un intento para delinear la morfología variable que en Eras, Períodos y Epocas mejor conocidas en nuestra porción continental, se ha manifestado.

Considerando a grandes rasgos la superficie mexicana desde el punto de vista petrológico, se distinguen por su origen dos categorías: las rocas ígneas y las sedimentarias, ambas en grandes extensiones. Las primeras se encuentran acumuladas a lo largo de la mitad occidental y parte central del país, desapareciendo bruscamente en forma acantilada a lo largo del litoral del Pacífico. Las segundas, en la mitad simétrica opuesta, buzan suavemente en las aguas del Golfo de México. La mayor parte de las formaciones geológicas se presentan del Pacífico hacia el Golfo, en una curiosa sucesión cronológica desde el Paleozoico hasta el Reciente. Las localidades paleozoicas se han presentado preferentemente en el norte y zona occidental del país, encontrándose hacia el Golfo las formaciones se-

dimentarias más modernas, las cuales, de cuando en cuando, son atravesadas por rocas ígneas, correspondientes al Terciario, con extravasaciones de aparatos volcánicos recientes.

### PALEOGEOGRAFIA

Las diversas formas hipotéticas que afectaron los contornos de la plataforma continental mexicana, han sido estudiados por varios autores, especialmente Burckhardt, durante el Mesozoico.

Los contornos han variado principalmente dadas las oscilaciones verticales de grandes extensiones del continente, con relación al nivel del mar, provocando transgresiones marinas sobre esas superficies, o bien al levantarse, retirándose las aguas invasoras nuevamente a los mares.

“La sucesión de transgresiones y regresiones marinas del pasado insinúan una regla: los períodos orogénicos causan un incremento en el área de los continentes no solamente por el levantamiento orogénico y las zonas plegadas, sino también por el acentuado levantamiento que se encuentra a los lados de las áreas plegadas, esto es, aumentando su energía la sinorogénesis en forma epirogénica”. (1)

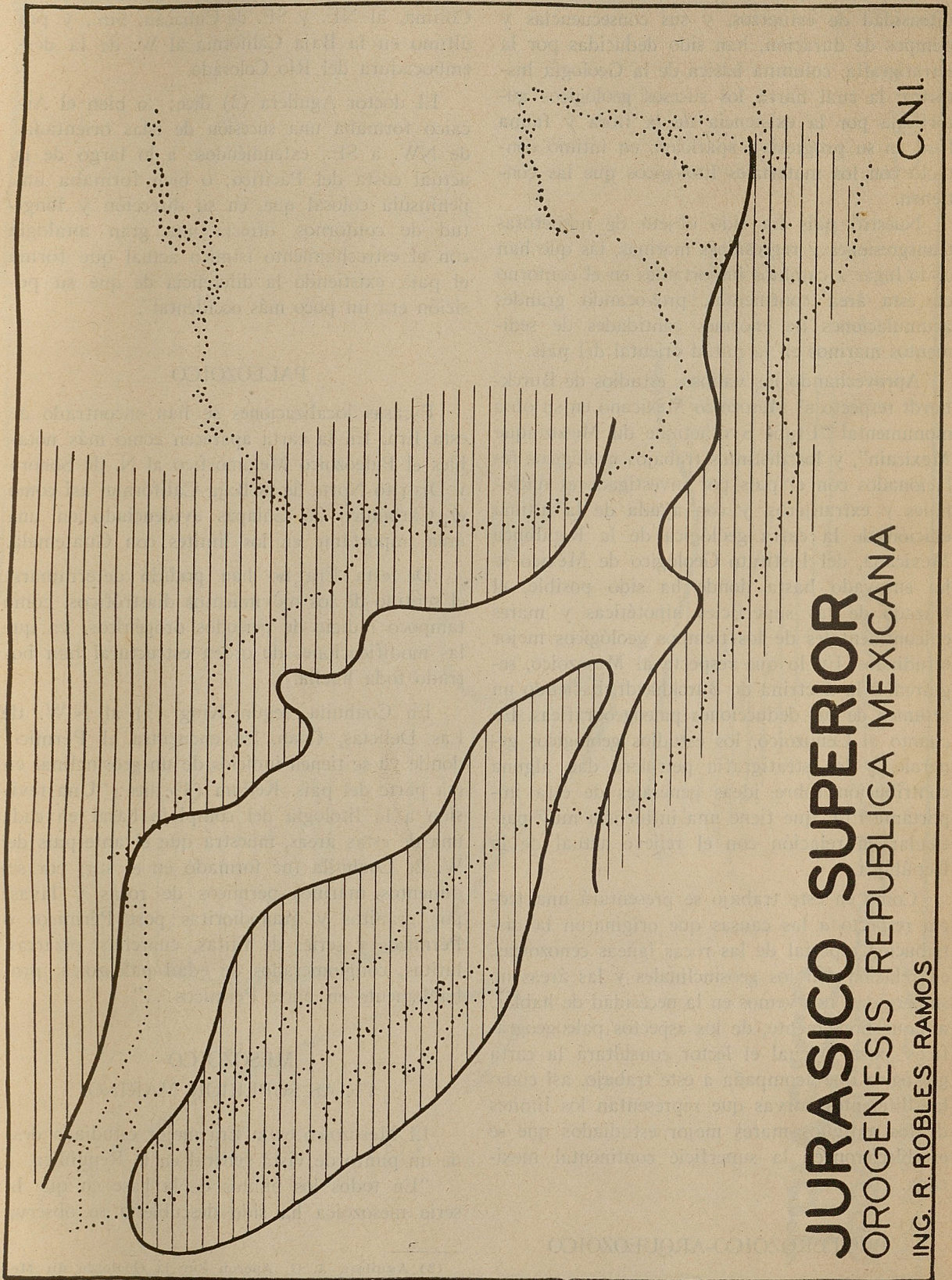
Con objeto de aclarar conceptos sobre las diversas intensidades orogénicas, Stille las clasifica en tres aspectos.

Los fenómenos epirogénicos están representados por movimientos en grandes extensiones, consistentes esencialmente en levantamientos, abatimientos de niveles y amplias perturbaciones de la corteza terrestre en las principales unidades, estructuradas, con ningunos o escasos cambios tectónicos, fenómenos verificados durante enormes lapsos.

Los sinorogénicos, corresponden al carácter anterior en un grado más intenso, con algunos cambios en la tectónica.

Por último los orogénicos, corresponden a períodos de grandes trastornos corticales variando la tectónica considerablemente.

(1) Stille H. Present tectonics of the Earth. Bull. Am. Ass. Pet. Geol. Vol. No 19.



**JURASICO SUPERIOR**  
OROGENESIS REPUBLICA MEXICANA

ING. R. ROBLES RAMOS

C.N.I.

Estas fases de la orogénesis, diferenciadas en intensidad de esfuerzos, y sus consecuencias y tiempos de duración, han sido deducidas por la estratigrafía, columna básica de la Geología histórica, la cual narra los sucesos geológicos autorizada por la existencia de la flora y fauna fósil en su progresiva aparición, en íntimo contacto con los materiales litológicos que las contienen.

Nuestro país ha sido objeto de numerosas transgresiones y regresiones marinas, las que han dado lugar a cambios importantes en el contorno de esta área continental, provocando grandes acumulaciones de enormes cantidades de sedimentos marinos en la mitad oriental del país.

Aprovechando los valiosos estudios de Burckhardt respecto al Mesozoico Mexicano en su obra monumental "Etude Synthetique du Mesozoique Mexicain", y los distintos trabajos geológicos relacionados con el país por investigadores nacionales y extranjeros, y con ayuda de la última edición de la carta geológica de la República Mexicana, del Instituto Geológico de México se ha ensayado hasta donde ha sido posible, el trazado de las superficies hipotéticas y mares epicontinentales de los tiempos geológicos mejor estudiados. En lo que respecta al Mesozoico, seguiremos la doctrina de Burckhardt, haciendo un resumen de sus deducciones paleogeográficas. En cuanto al Cenozoico, los estudios geológicos generales y la estratigrafía petrolera dan alguna contribución sobre ideas generales de esta importante Era, que tiene una influencia muy particular en relación con el relieve actual de la República.

Como en este trabajo se presentará una teoría respecto a las causas que originaron la distribución especial de las rocas ígneas cenozoicas, en relación con los geosinclinales y las áreas no sumergidas, nos vemos en la necesidad de hablar, aunque brevemente, de los aspectos paleogeográficos, para lo cual el lector consultará la carta geológica que acompaña a este trabajo, así como las diferentes curvas que representan los límites de los antiguos mares mejor estudiados que se establecieron en la superficie continental mexicana.

## PROTEROZOICO-ARQUEOZOICO

Estos sistemas se encuentran en la carta geológica del país, apareciendo en los Estados de Oaxaca y Guerrero, y en forma desgarrada en la cos-

ta del Pacífico en los Estados de Michoacán y Colima, al NE. y SE. de Culiacán, Sin., y por último en la Baja California al W. de la desembocadura del Río Colorado.

El doctor Aguilera (2) dice: "o bien el Arcaico formaba una sucesión de islas orientadas de NW. a SE., extendiéndose a lo largo de la actual costa del Pacífico; o bien formaba una península colosal que, en su dirección y longitud de contornos, ofrecía una gran analogía con el estrechamiento ístmico actual que forma el país, existiendo la diferencia de que su posición era un poco más occidental".

## PALEOZOICO

Escasas localizaciones se han encontrado de esta Era. En la carta aparecen como más notables el Paleozoico Metamórfico al N. de Sonora y Distrito Norte de la Baja California, así como el Carbónico de Chiapas evidenciado en una área importante en los límites con Guatemala.

De esta Era no han podido determinarse el sentido de los movimientos diastróficos, como tampoco indicio de períodos orogénicos, ya que las modificaciones de orden estructural han borrado toda huella.

En Coahuila, según King (3) al N.W. de Las Delicias, Coah., se encuentra el Pérmico, donde ya se tienen indicios de un geosinclinal en esa parte del país. Kellum (4) dice: "Una revisión a la litología del complejo basal en cada una de estas áreas, muestra que el ante-país del W. de Coahuila fué formado en el sur, por sedimentos marinos pérmicos de rocas y lavas; por granitos y granodioritas post Pérmicos o Pérmicos y series de filitas, cuarcitas, pizarras, lutitas, conglomerados de edad paleozoica, probablemente en parte Pérmicos..."

## MESOZOICO

### TRIAS SUPERIOR MARINO

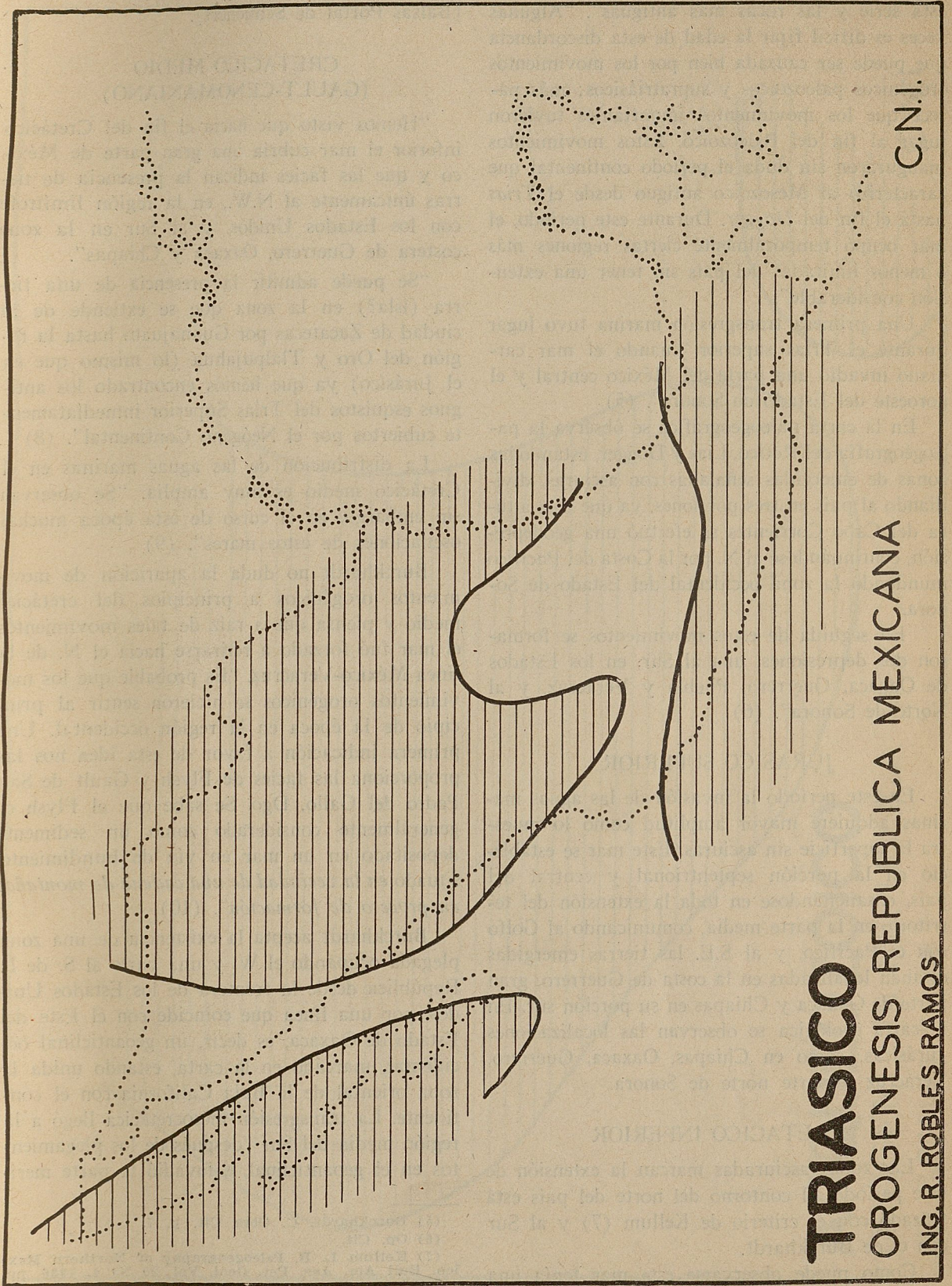
El Mesozoico es la Era mejor estudiada desde un punto de vista general en la República.

"En todos los puntos de la base en que la serie mesozoica ha sido descubierta se observa

(2) Aguilera J. G. Aperçu Sur la Géologie du Mexique. 1906. P. 1.

(3) King. R. E. The Permian of Southwestern Coahuila. Amer Jour Sci. Vol. 27. pp. 98-112.

(4) Kellum L. B. Paleogeography of Northern Mexico. Am. Ass. of Pet. Geol. Vol. 20 No 4, pp. 417-432.



una discordancia más o menos pronunciada entre esta serie y las rocas más antiguas". "Algunas veces es difícil fijar la edad de esta discordancia que puede ser causada bien por los movimientos orogénicos paleozoicos y supratríasicos; más parece que los movimientos importantes tuvieron lugar al fin del Paleozoico. Estos movimientos inauguraron sin duda el período continental que caracterizó al Mesozoico antiguo desde el *Trias* hasta el fin del *Dogger*. Durante este período, el mar ocupó temporalmente ciertas regiones más o menos limitadas del país sin tener una extensión considerable".

Una primera transgresión marina tuvo lugar durante el *Trias* superior, cuando el mar carniano invadió una parte del México central y el noroeste del Estado de Sonora". (5)

En la carta paleogeográfica se observa la paleogeografía del Rético, Lias y *Dogger*, estando las zonas de emergidas señaladas con asciuras, dividiendo al país en tres porciones, ya que a la altura del Cabo Corrientes se efectuó una geodepresión, continuándose al N. por la Costa del Pacífico inundando la zona occidental del Estado de Sonora.

En seguida de estos movimientos se formaron dos depresiones, una al Sur, en los Estados de Oaxaca, Guerrero, Puebla y Veracruz, y al Norte de Sonora". (6)

### JURASICO SUPERIOR

En este período la invasión de las aguas marinas adquiere mayor amplitud como lo muestra la superficie sin asciuras. Este mar se estableció en la porción septentrional y central del país, ensanchándose en toda la extensión del territorio en la parte media, comunicando al Golfo con el Pacífico, y al S.E. las tierras emergidas estaban localizadas en la costa de Guerrero, gran parte de Oaxaca y Chiapas en su porción sur. En la carta geológica se observan las localizaciones Jurásicas, como en Chiapas, Oaxaca, Guerrero, Veracruz y parte norte de Sonora.

### CRETACICO INFERIOR

Las zonas asciuradas marcan la extensión de este período, el contorno del norte del país está trazado con el criterio de Kellum (7) y al Sur con el de Burckhardt.

Como puede observarse este mar tenía una comunicación con el Pacífico en lo que hoy es la cuenca del Balsas, la cual, por su forma alar-

gada y angosta, la llamaremos Canal del Balsas (Balsas Portal de Schuchert).

### CRETACICO MEDIO (GAULT-CENOMANIANO)

"Hemos visto que hacia el fin del Cretácico inferior el mar cubría una gran parte de México y que las facies indican la presencia de tierras únicamente al N.W., en la región limítrofe con los Estados Unidos, y al Sur en la zona costera de Guerrero, Oaxaca y Chiapas".

"Se puede admitir la presencia de una tierra (isla?) en la zona que se extiende de la ciudad de Zacatecas por Guanajuato hasta la región del Oro y Tlalpujahuá (lo mismo que en el Jurásico) ya que hemos encontrado los antiguos esquistos del *Trias* Superior inmediatamente cubiertos por el Neógeno Continental". (8)

La distribución de las aguas marinas en el Cretácico medio es muy amplia. "Se observan sin embargo, en el curso de esta época muchas oscilaciones de estos mares". (9)

Burckhardt no duda la aparición de movimientos orogénicos a principios del cretácico medio y piensa que a raíz de tales movimientos el mar fué forzado a retirarse hacia el N. de la línea México-Veracruz. "Es probable que los movimientos orogénicos se hicieron sentir al principio de la época en la región occidental. Una primera indicación a favor de esta idea nos las proporciona las facies de Flysh y Gault de San Pedro del Gallo, Dgo. Se sabe que el Flysh es generalmente considerado como un sedimento depositado en un mar en vía de hundimiento, situado en la vecindad de una cadena de montañas en proceso de formación". (10)

Burckhardt acepta la existencia de una zona plegada ocupando el W. y una parte al S. de la República desde la frontera de los Estados Unidos, por una línea que coincide con el Este del Estado de Oaxaca, es decir, un geoanticlinal occidental, marcado en la carta, estando unida la zona oriental de la Baja California con el continente. La transgresión mesocretácica llegó a la región media del Sur "después de los plegamientos en el geoanticlinal, e invadió la parte meri-

(5) Burckhardt, C. Obra Cit. p. 7.

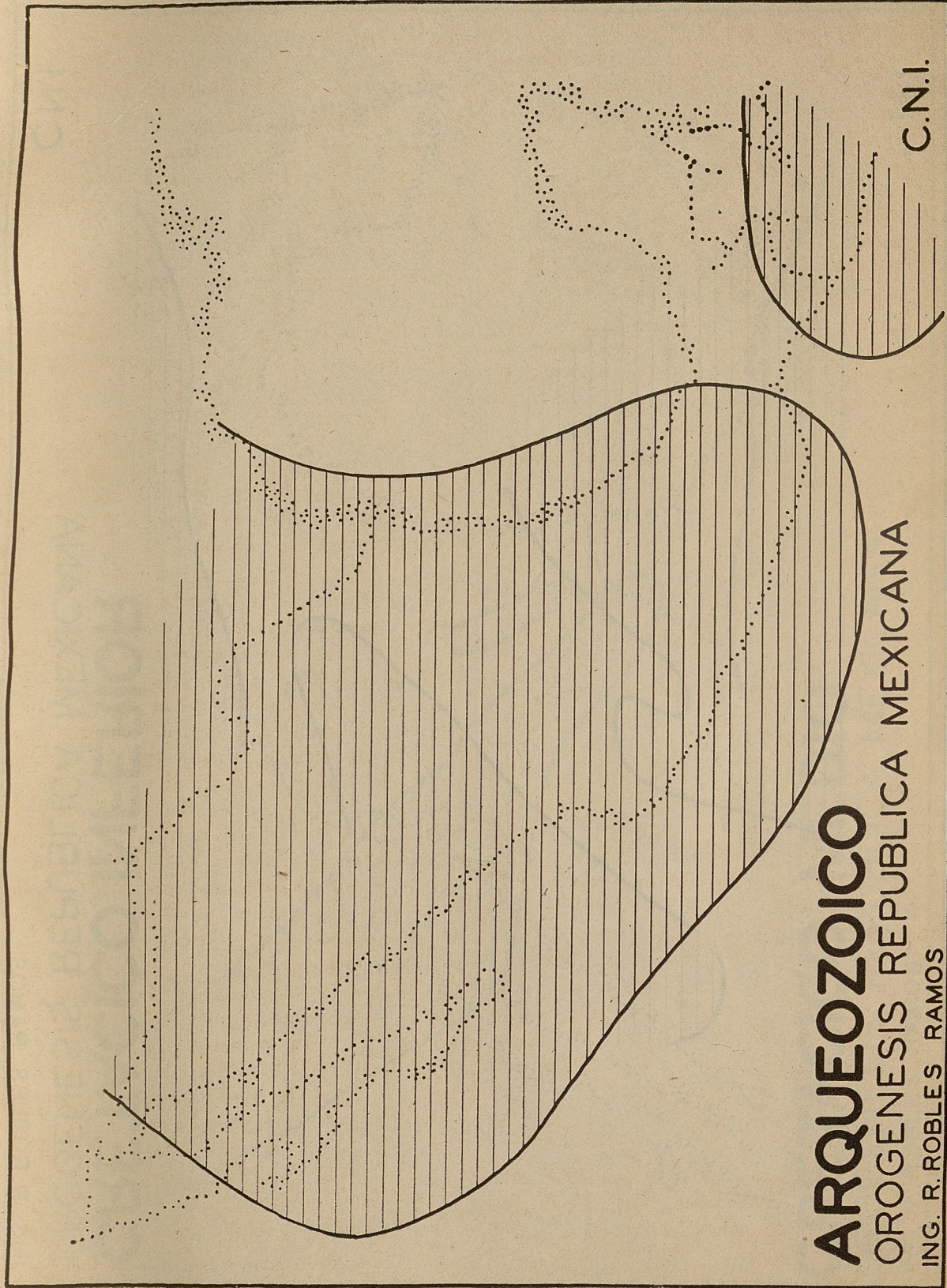
(6) Op. Cit.

(7) Kellum L. B. Paleogeography of Northern Mexico. Bull. Am. Ass. Pet. Geol. Vol. 20 No 4, 1936. pp. 417-432.

(8) Burckhardt. Obra Cit. p. 209.

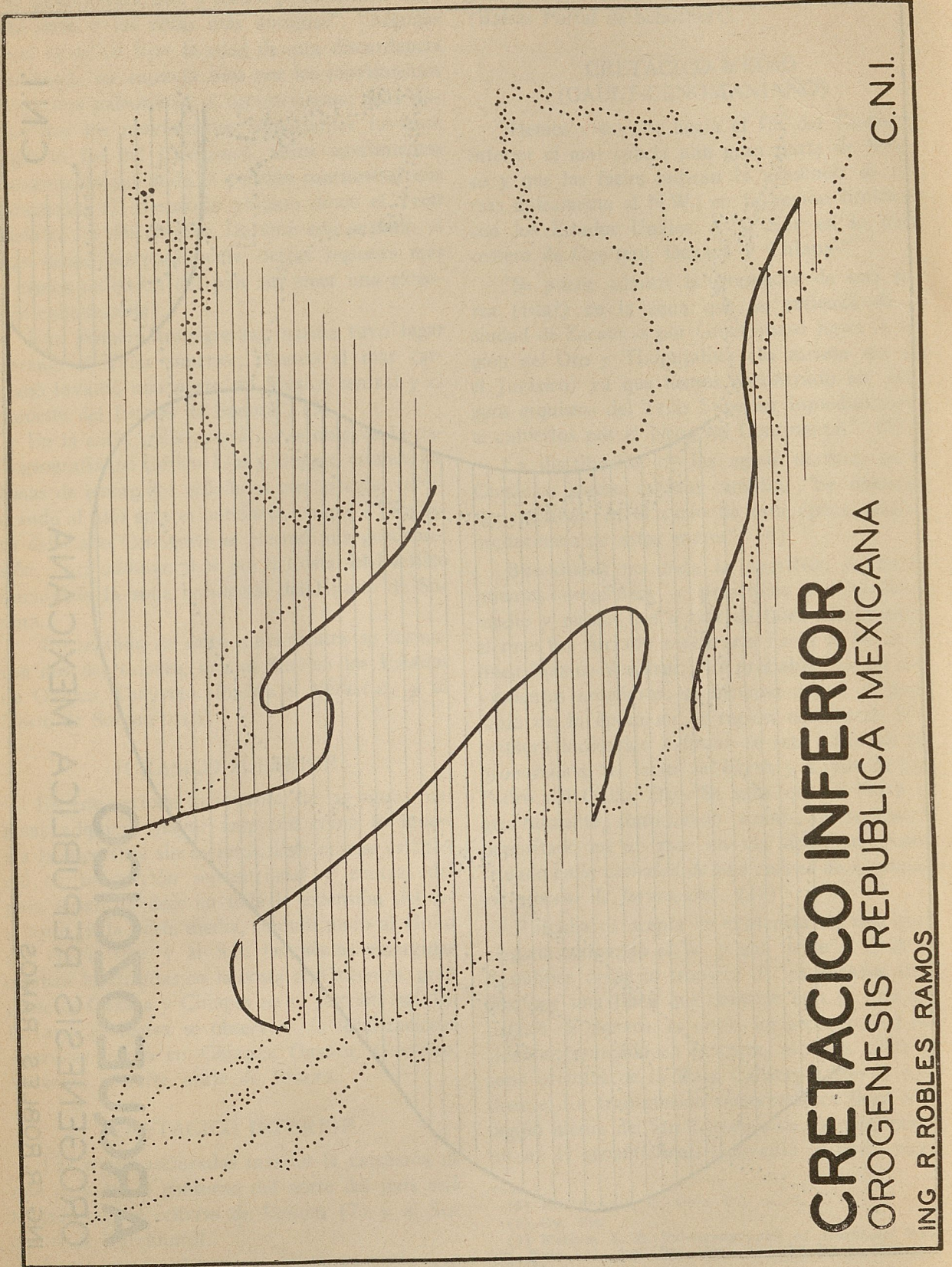
(9) Burckhardt. Obra Cit. p. 211.

(10) Burckhardt. Obra Cit.



**ARQUEOZOICO**  
OROGENESIS REPUBLICA MEXICANA  
ING. R. ROBLES RAMOS

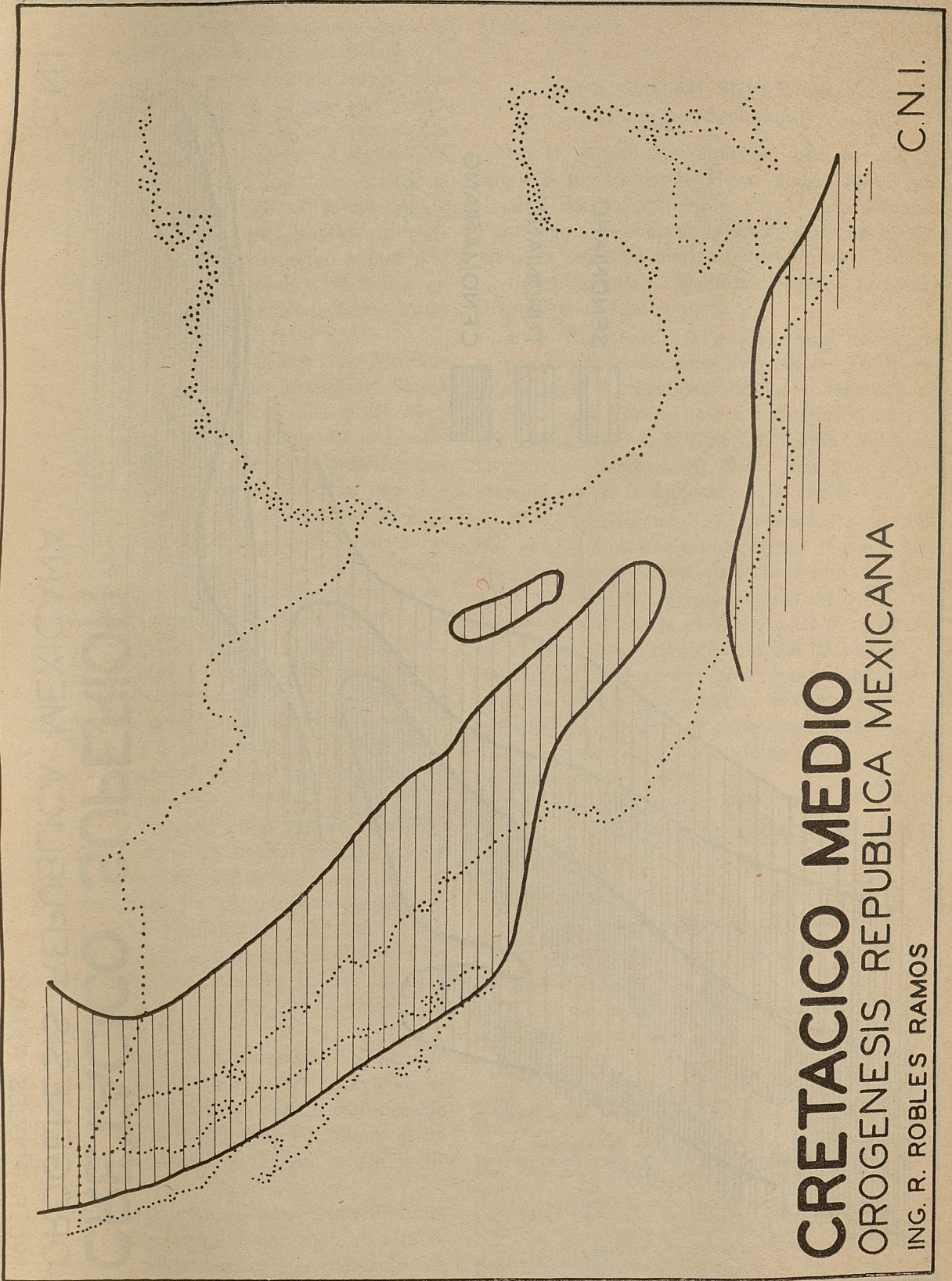
Loc  
anc.  
Paleoz.  
Juv.

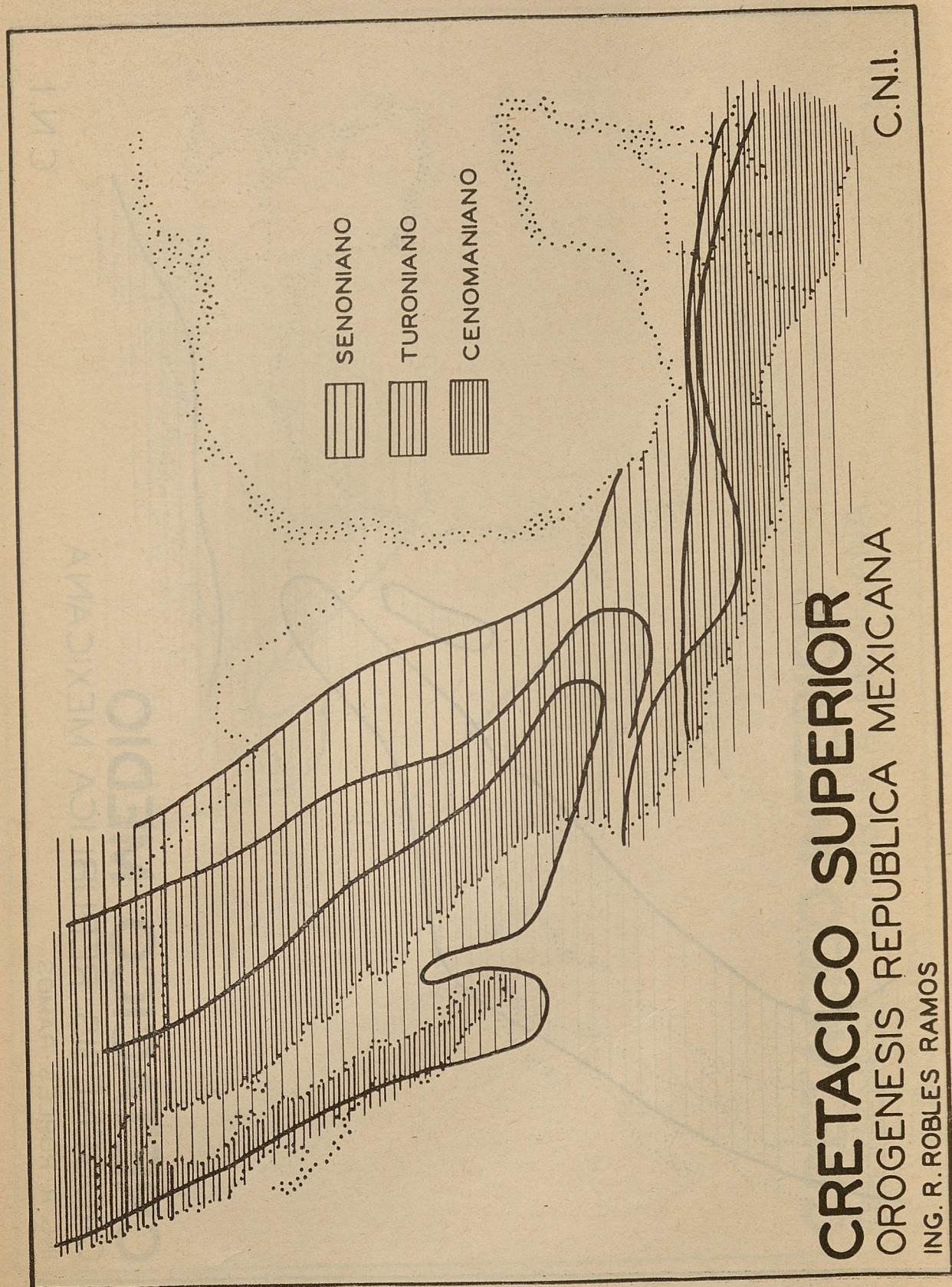


**CRETACICO INFERIOR**  
**OROGENESIS REPUBLICA MEXICANA**

ING. R. ROBLES RAMOS

C.N.I.





**CRETACICO SUPERIOR**  
OROGENESIS REPUBLICA MEXICANA  
ING. R. ROBLES RAMOS

C.N.I.

dional de la zona plegada", así como paulatinamente los Estados de Oaxaca, Michoacán y Colima, estableciéndose una comunicación entre el Golfo y el Pacífico, por el canal del Balsas.

El autor que nos guía establece en su texto una discordancia angular en la base del Mesocretácico en una línea que va de Veracruz a Cuernavaca, al Norte de la costa del Pacífico, y al Sur. De acuerdo con lo que han escrito de esta porción en estudio, Hall (11), Birkinbine (12), Aguilera (13) y Boese; Burckhardt concluye: "Por todos estos motivos, yo pienso que debemos admitir una discordancia tectónica en la base del Cretácico medio en toda la extensión de la región media del Sur". (14)

En la Sierra de la Gloria, cerca de Monclova, Sierra Madre al Sur de Monterrey, Sierra de Cucharas, Cañón de Micos, Sierra del Abra y Xilitla, Burckhardt ha encontrado una serie de depósitos neríticos de facies de arrecifes con Rudistas, y que en su opinión indican una disminución de profundidad en los mares del Cretácico medio, o sea la iniciación de un levantamiento que dará origen a la Sierra Madre Oriental posteriormente, acaecida a principios de este período, así como en el Gault inferior, la emersión temporal del Valle de la Muralla, Coah.

"Se puede deducir de estos hechos que al principio del Mesocretácico, se verificaron al mismo momento que los plegamientos que tienen lugar al W. y en la parte S. de México, se eleva una especie de geoanticlinal en la localización de la hoy Sierra Madre Oriental".

"Se observa entonces en el México central y oriental la formación de algunos pliegues o más bien ondulaciones de considerable amplitud, al mismo tiempo que un plegamiento energético se hace sentir en la región media del Sur" (15), paralelo 19°, y expone que en el S. del país no hay evidencias de plegamientos ya que las condiciones neríticas y litorales del Aptiano persisten durante el Gault.

Hacia la mitad del Mesocretácico, el mar de nuevo invade la región media del S., extendiéndose de nuevo en una extensión considerable hasta las costas de Michoacán y Colima, abarcando Guerrero, Oaxaca y Chiapas, según la línea de la carta.

El Cretácico inferior lo mismo que el superior están representados, sobre todo el último, por depósitos calizos, los que acumulados en aguas tranquilas y de cierta profundidad caracterizan las porciones batiales mesocretácicas,

Heim (16), considera que principió un ligero plegamiento submarino de la futura Sierra Madre Oriental.

## CRETACICO SUPERIOR (Turoniano-Senoniano)

En el esquema se observan diferentes áreas ocupadas por los mares de este grupo. Se ve que el canal del Balsas persiste en el Cenomaniano, Turoniano y Senoniano Inferior, pues en el Superior la regresión marina es definitiva.

En el Turoniano, Heim considera a la Sierra Oriental emergida en parte.

Para Burckhardt la geodepresión inundada se encontraba en grandes extensiones en la región central y meridional del país, teniendo en el Senoniano Inferior una comunicación con el mar transgresivo de la Baja California, rodeando las tierras emergidas del N.W. Este mar se representa por la línea llena en la carta.

El que escribe tuvo la oportunidad de encontrar entre las rancherías de Santa Rosa y San Miguel, correspondientes al Municipio de Acaapulco, Gro., en la vertiente occidental de la Sierra Madre del Sur y en la margen derecha del río de San Cristóbal, afluente del Papagallo, a 700 metros de elevación, unos bancos de calizas fétidas de color gris oscuro, textura gruesa y cruzados por venillas de calcita secundaria.

Observadas en láminas delgadas se apreciaron las siguientes microfaunas.

Fam TEXTULARIDAE.

Fam MILONIDAE. Probablemente QUINQUELOCULINA.

Gen ¿ANOMALINA? o ¿ROTALIDAE?

Gen GLOBOTRUNCANA ARCA.

Por lo que el Cretácico Superior se encuentra en esa región.

En el curso del Senoniano superior, la geodepresión mexicana, al elevarse hizo regresar las

11.—Hall, C. E. Notes on a geological section from Iguala to San Miguel Totolapa, State of Guerrero, México, Mem. Soc. Antonio Alzate 13, núm. 7-8, p. 327. 1903.

12.—Birkinbine, J. L. W.: Exploration of certain Iron-ore and coal Deposits in the State of Oaxaca, Mex. Transact. Americ. Inst. Min. Engin. XLI. 1910. p. 671.

13.—Aguilera, J. G. Excursions de Tehuacán a Zapotitlán et San Juan de Raya. Guide des excurs. Xe Congrès, Geol. Intern. México, 1906, N° VII.

14.—Burckhardt, C. Etude Syntetique du Mesozoique Mexicain, p. 195.

15.—Burckhardt, Obra Cit. p. 213.

16.—Heim, A.: The Front Ranges, of Sierra Madre Oriental, México, from Ciudad Victoria to Tamazunchale. Eclogae Geological Helvetiae. Vol. 33, N° 2. 1940.

aguas marinas hacia el E. como consecuencia de los fenómenos orogénicos.

El altiplano principió a levantarse y estos fenómenos orogénicos acentuaron más la discordancia tectónica del paralelo 19°.

En la fase regresiva del Senoniano Superior, se observa al N. E. de Coahuila, según Burckhardt, una serie de depósitos de carbón en forma escalonada de N.-N.E. a S.-S.W., e indica que dada la constancia poco variable de los mantos carboníferos, se trató de un depósito orgánico autóctono, formado por una serie de lagos.

La existencia de esta flora sepultada en cantidad considerable, y la de un área de sapropelitos, dan idea de un clima más bien húmedo.

Así, pues, la estabilidad que hemos percibido en los períodos pasados de la zona peripacífica comprendida entre el paralelo 19° y la región septentrional del país, con manifiestas elevaciones a lo largo de la misma; los levantamientos generales que en forma amplia se manifestaron en esta porción continental y, por último, los levantamientos infrajurásicos de la Sierra Oriental, principiaron a dar forma al Altiplano Mexicano y a las vertientes del Pacífico y del Golfo.

Hasta aquí hemos podido observar períodos sucesivos que han acumulado gran cantidad de sedimentos de origen marino, lacustre y de acarreo, como consecuencia de la inestabilidad oriental y sur del país, por las transgresiones y regresiones marinas, por la inmersión o sumersión de las áreas estudiadas, las cuales actuaron a lo largo de las grandes unidades tectónicas y porciones debilitadas de la zona fracturada litosférica.

## CENOZOICO

En el Cenozoico la escena se presenta con otro carácter totalmente distinto, ya que privaron los aparatos eruptivos en todo su vigor manifestando sus múltiples fases.

En efecto, las rocas plutónicas, hipabisales y volcánicas, modificaron el relieve anterior que dejara el Cretácico, y así se formaron algunos batolitos, numerosos lacolitos, gran cantidad de diques y mantos ígneos intercalados en las rocas sedimentarias anteriores. En cuanto a las rocas extrusivas o volcánicas, desempeñaron un papel primordial en el modelado general del país, ya que al extravasarse aumentaron e hicieron modificaciones al relieve en las sierras y montañas; limitaron valles, rellenaron depresiones,

y por último, en elegidas localidades acumularon productos volcánicos correspondientes a distintas y sucesivas fases eruptivas, elevando conos más o menos perfectos de carácter poligenético en cuanto a su estructura, hasta alcanzar alturas considerables, poniendo de manifiesto el vigor de las energías endógenas, al conducir y diseminar por medio de sus conductos volcánicos, lavas, productos piroclásticos, nubes ardientes y vapores, procedentes de zonas magmáticas profundas, al estrato atmosférico de las perpetuas nieves.

Posteriormente los aparatos volcánicos cambian sus tranquilas emisiones por la forma explosiva, y lanzan a distancia materiales piroclásticos, representados por brechas, tobas, bombas, lapilli y cenizas volcánicas, azolvando los suelos pre-existentes; y por último, se hicieron presentes las manifestaciones solfatáricas y los manantiales termales.

Los sedimentos cenozoicos se han estudiado con mayor amplitud en la planicie costera del Golfo debido a la estratigrafía de las zonas petrolíferas.

Las rocas ígneas cenozoicas se han presentado en una serie determinada de fases eruptivas, tanto desde el punto de vista petrológico como del mineralógico, circunscribiéndose algunas familias extrusivas en áreas bien definidas.

Estas series eruptivas han sido descritas por nuestros geólogos Aguilera y Ordóñez, en el siguiente orden cronológico: proponiendo denominarlas con los nombres de sus investigadores.

A estas series se les han asignado épocas tanto por parte de los autores mencionados, como por sus relaciones comprobadas.

Teniendo en cuenta las rocas extrusivas, se observa que las familias principales están representadas por andesitas, riolitas y basaltos. Las andesitas se han diferenciado pasando de lo básico a lo ácido. Las latitas provienen de una asimilación del magma andesítico con magmas dioríticos, y de sienitas probablemente por refusión de estas últimas rocas.

Por lo que a riolitas se refiere, hay que tener en cuenta que en algunas localidades el elevado porcentaje de sílice respecto a los tipos normales, hace pensar en que probablemente provengan de un rejuvenecimiento del magma granítico antiguo, acompañado de un exceso de sílice libre, como en el Oro y Tlalpujahua, Méx. (16) bis.

16 bis.—Flores, Teodoro. Estudio Geológico Minero de los Distritos del Oro y Tlalpujahua, Edo. de México. Bol. I. G. de M. N° 36.

SERIES ERUPTIVAS CENOZOICAS

CRONOLOGIA GEOLOGICA	SERIES AGUILERA-ORDOÑEZ	OBSERVACIONES
HOLOCENO <i>Reciente</i>	BASALTOS DE OLIVINO. BASALTOS. ANDESITAS BASALTICAS. OBSIDIANAS ANDESITICAS. LATITAS. ....	{ Magma andesítico con asimilaciones del diorítico y sienítico. } Efusivas e Hipabisales.
PLEISTOCENO	ANDESITAS DE HIPERSTENA. ANDESITAS DE PIROXENA. DACITAS. ANDESITAS DE HORNBLENDA Y MICA.	
Brechas riolíticas		
PLIOCENO <i>Mioceno Oligoceno</i>	RIOLITAS. ....	{ Menas Silicificación } Efusivas e Hipabisales.
EOGENO	ANDESITAS DE HORNBLENDA. ANDESITAS PROPILITIZADAS. ....	
EOGENO INF. O MESOZOICO SUP.	PORFIDOS ANDESITICOS. PROPILITAS. DIORITAS. } CUARCIFERAS. SIENITAS. } HORNBLENDICAS. SIENITAS. } MICACIFERAS.	Intrusivas Hipabisales y diferenciación.
BASAMENTO PRE-CENOZOICO		

ROCAS EFUSIVAS

Se encuentran localizadas de un modo singular: Entre los 18° y 22° partiendo de la costa del Golfo, se inician tomando gran incremento en el meridiano 100°, desarrollándose en forma de una zona bien caracterizada hacia el N.-N.W., y a lo largo de la Sierra Madre Occidental. En la parte central y oriental fuera de la zona antes mencionada, se presentan en forma esporádica atravesando las áreas sedimentarias. Al Sur del paralelo 18° se encuentran estas rocas en escasas y repartidas áreas en Guerrero, Oaxaca y al N.W. de Tapachula, Chiapas, lo que manifiesta con toda claridad la carta que se acompaña indicando la distribución de las rocas efusivas Terciarias.

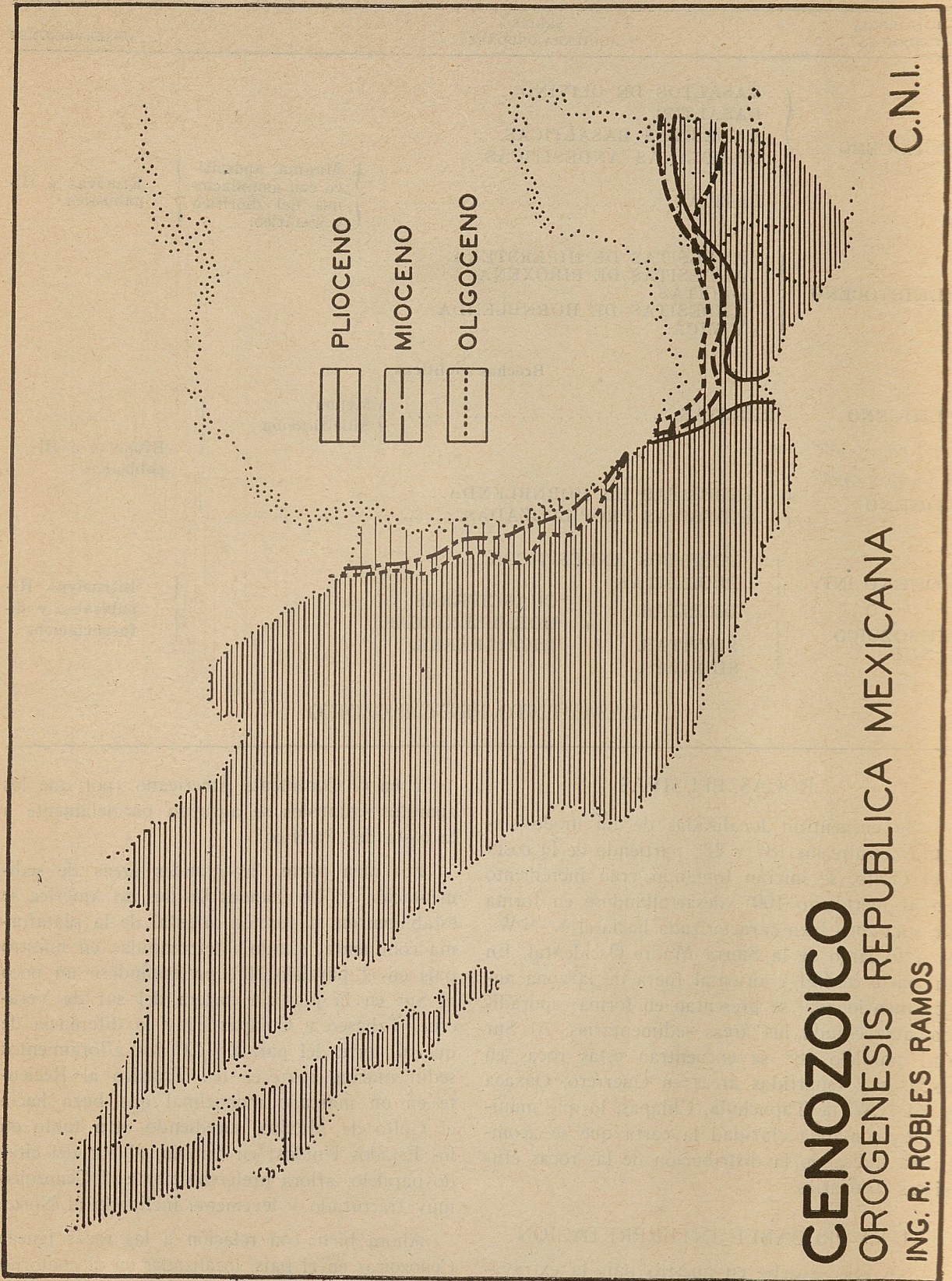
UNA PROBABLE INTERPRETACION

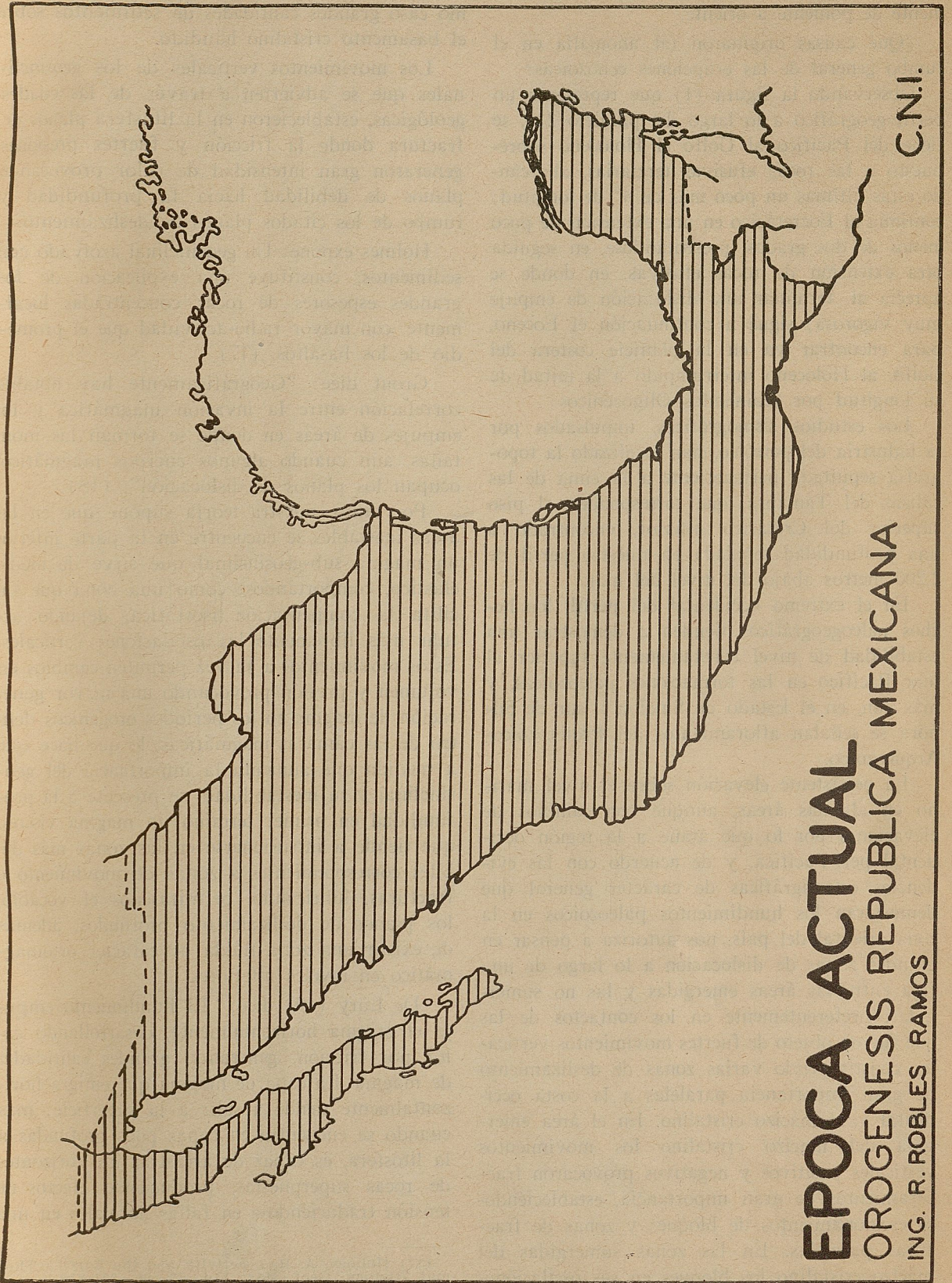
¿A qué se debe en nuestro país la extravasación de las rocas ígneas Terciarias y post-Terciarias en áreas bien circunscritas?

Y en el Continente Americano ¿por qué los aparatos eruptivos se agrupan paralelamente a la costa del Pacífico?

Por otra parte, las grandes áreas de sedimentación en los Estados Unidos de América se establecen en la porción oriental de la plataforma continental siendo interrumpidas en nuestro país en el paralelo 20°, presentándose un poco al Sur en la planicie costera del sur de Veracruz, Tabasco y Chiapas. Hay la diferencia de que al norte del paralelo 20° los afloramientos sedimentarios aparecen del Triásico al Reciente en un marcado monoclinal que buza hacia el Golfo de México, sucediendo otro tanto en los Estados Unidos; en cambio, al sur del citado paralelo, aflora preferentemente el Cenozoico muy fracturado y levemente inclinado al Norte.

Ahora bien, con relación a las rocas ígneas Cenozoicas en el país, localizadas en el contorno peri-Pacífico, existe un cambio de dirección muy marcado en el paralelo 19°, constituido por una





**EPOCA ACTUAL**  
**OROGENESIS REPUBLICA MEXICANA**  
**ING. R. ROBLES RAMOS**

C.N.I.

serie de aparatos volcánicos alineados sensiblemente de poniente a oriente.

¿Qué causas originaron tal anomalía en el rumbo general de las erupciones cenozoicas?

Observando la figura (1) que representa un perfil geográfico a lo largo del paralelo 21°, se tiene del Pacífico al Golfo el Holoceno sobrepuesto a las rocas efusivas terciarias, abarcando estas últimas un poco más de 4° de longitud; continúa al Eocretácico en una extensión de poco menos de dos grados, presentándose, en seguida otra extensión de rocas efusivas, en donde se aprecia al terminar una dislocación de empuje muy vigorosa; sigue a continuación el Eoceno, para encontrar ya en la planicie costera del Golfo, al Holoceno interrumpido a la mitad de su longitud por sedimentos Oligocénicos.

Los estudios sismográficos, impulsados por la industria del petróleo, han localizado la topografía sepultada perteneciente a la cima de las calizas del Tamabra, que corresponden al piso superior del Cretácico inferior, encontrado a una profundidad señalada en nuestro perfil de 2,200 metros abajo del nivel del mar.

En el extremo occidental del perfil, los hechos paleogeográficos tienden a demostrar una estabilidad de nivel constantemente superior al mar Pacífico en las formaciones paleozoicas, y más aún, en el Estado de Sinaloa y sur de Sonora se señalan afloramientos del Proterozoico-Arqueozoico.

La persistente elevación sobre el nivel marino en algunas áreas, aunque con cambios de elevaciones por lo que atañe a la región occidental peri-Pacífica, y de acuerdo con las evidencias estratigráficas de carácter general que demuestran los hundimientos paleozoicos en la zona oriental del país, nos autoriza a pensar en grandes zonas de dislocación a lo largo de una faja entre las áreas emergidas y las no sumergidas, preferentemente en los contactos de las que fueron objeto de fuertes movimientos verticales constituyendo varias zonas de deslizamiento de gran importancia paralelas a la costa occidental y al macizo cristalino. En el área emergida del macizo cristalino los movimientos verticales positivos y negativos provocaron fracturamientos de gran importancia, estableciéndose escalonamientos de bloques y zonas de fracturas paralelas. En las zonas sumergidas del macizo cristalino los bloques en sus oscilaciones verticales, como consecuencia de compensaciones isostáticas, provocaron las regresiones y

transgresiones marinas, acumulándose en el último caso grandes cantidades de sedimentos sobre el basamento cristalino hundido.

Los movimientos verticales de los geosinclinales que se advierten a través de las edades geológicas, establecieron en la litosfera planos de fractura donde la fricción y fuertes presiones generaron gran intensidad de calor provocando planos de debilidad hacia la profundidad y rumbo de los citados planos de deslizamiento.

Holmes expone: Un geosinclinal azolvado con sedimentos, constituye una explicación de los grandes espesores de rocas concentradas localmente, con mayor radio-actividad que el promedio de los basaltos. (17)

Grout dice: "Geográficamente hay notable correlación entre la invasión magmática y los empujes de áreas en donde se forman las montañas, aun cuando algunos cuerpos magmáticos ocupan los planos de dislocación". (18)

Por tanto, nuestra teoría supone que en las áreas inestables se encuentre en la parte inferior un magma sub-geosinclinal que sirve de medio elástico, comportándose como una zona que facilita la compensación isostática, dejando actuar más libremente las oscilaciones verticales. Estos movimientos a su vez permiten cambios en volumen y presión provocando una mayor generación de magma en los períodos orogénicos dentro de las cámaras magmáticas, lo que hace que a medida que aumenta la importancia del geosinclinal y su inestabilidad, se presente a la profundidad en primer término un magma viscoso que tiende a intrusionarse en las zonas más débiles correspondientes a zonas de movimiento o fracturas, lubricando, permítasenos el vocablo, los planos de deslizamiento profundos, además de existir una zona flúida de carácter ortomagmático en niveles inferiores.

De Lury (19) dice: "El hundimiento empuja el magma horizontalmente, desarrollando calor por fricción, generando grandes cantidades de magma. La capa de magma que emigra horizontalmente tiende a salir a la superficie; mas cuando se encuentra en capas poco profundas a la litósfera, es capaz de arrastrar los horizontes de rocas superpuestas, produciendo efectos de tensión traduciéndose en fallas normales en una

(17) Holmes, A. Radioactivity and the Earth's Thermal History, Geol. Mag. Vol. 53, pp. 271-272.


18.—Grout, F. F. Petrography and Petrology, p. 148. 1932.

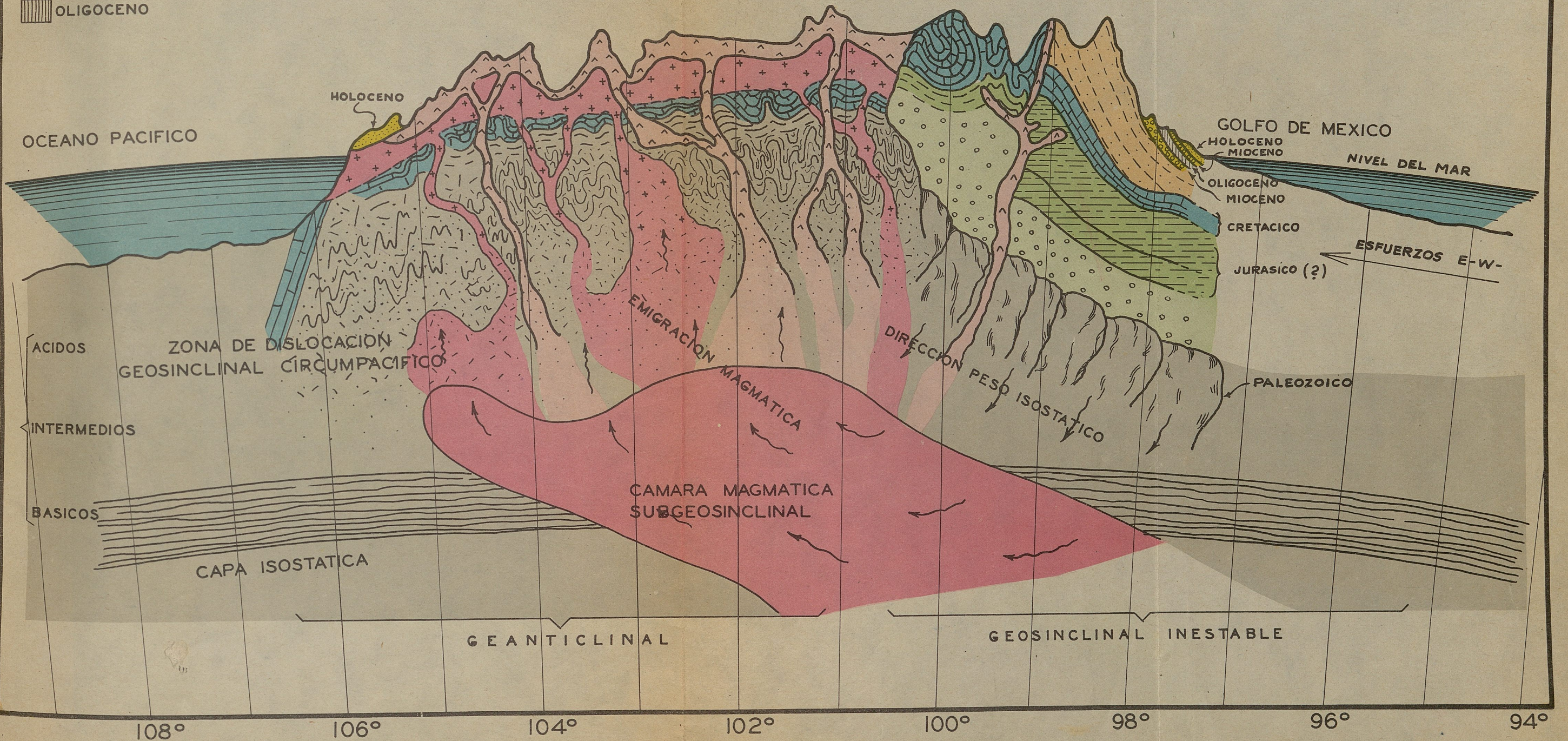
19.—De Lury, J. S.: Origin of Continents Manitoba University Winnipeg, Canada.

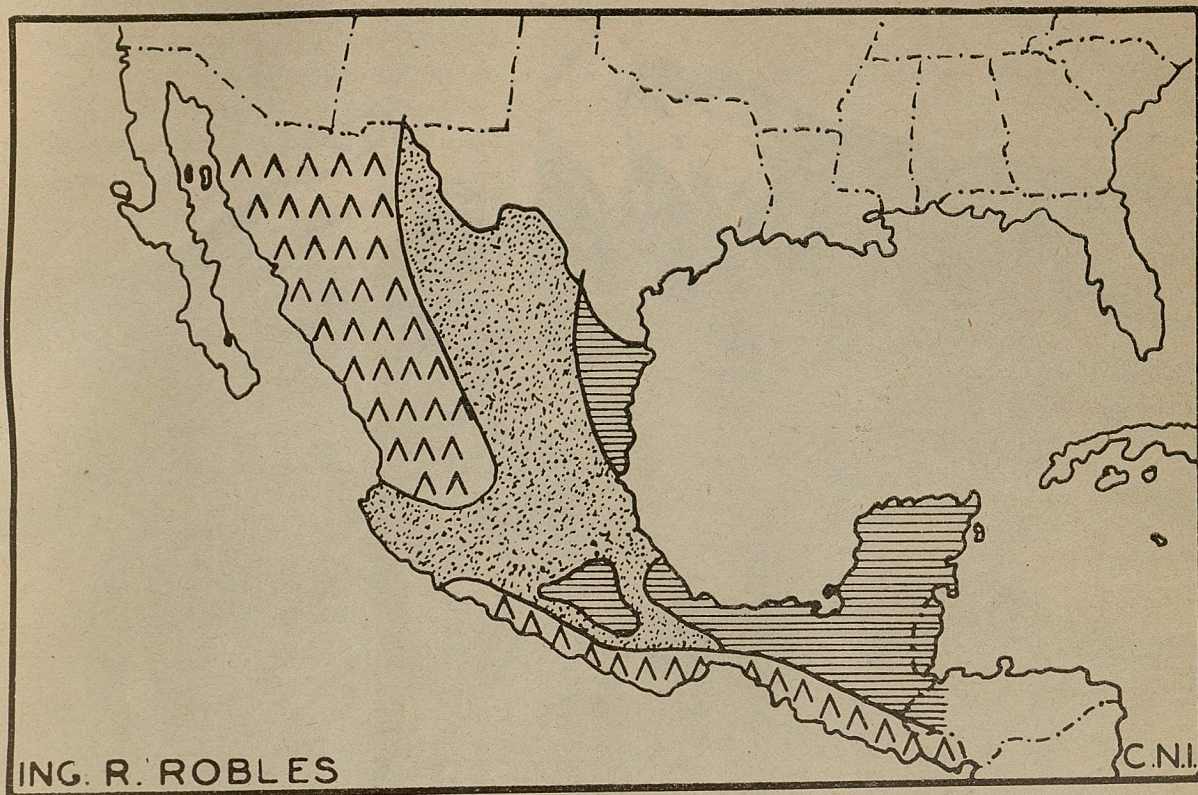
# PERFIL GEOLOGICO DEL PARALELO 21°

LAS FORMACIONES IGNEAS HIPOTETICAS EN  
RELACION CON LA SUPERFICIE.

LAS SEDIMENTARIAS DE ACUERDO  
CON LOS CORTES DE ALGUNOS POZOS PETROLEROS

-  HOLOCENO
-  ROCAS EFUSIVAS
-  ROCAS INTRUSIVAS
-  EOCRETACICO
-  EOCENO
-  MIOCENO
-  OLIGOCENO





- △△ AREAS ESTABLES EMERGIDAS  
▬▬▬ AREAS ESTABLES SUMERGIDAS  
●●● AREAS INESTABLES FRECUENTES

región, y efectos de compresión tales como *plegamientos* y *fallas inversas* en la localidad que sigue”.

Estas ideas nos conducen, en nuestro caso particular, a concebir grandes cámaras de magma diferencial en función de la pendiente térmica y de las curvas de fusibilidad en relación con la presión y composición química de los magmas citados. Ahora hay que tener en cuenta lo siguiente:

Barrel estima un acortamiento en la litósfera terrestre en el Cenozoico de 1%. (20).

El autor prefiere la explicación Isostática.

Stille cuenta 10 períodos orogénicos desde la revolución Larámica, principios del Cenozoico, hasta el Reciente. (21).

Ahora bien, siendo los geosinclinales en la vecindad del geoanticlinal, indirectos productores de magmas, facilitan la migración del magma a la superficie: *a*), las fracturas verificadas a lo largo de las zonas estables e inestables por los

movimientos orogénicos; *b*), la menor densidad del magma en relación a los materiales solidificados; *c*), la isostacia (22) y *d*), la presión hidrostática (23) sobre el magma. El magma particularmente generado tuvo salida en el período orogénico subsecuente por las fracturas de las zonas de deslizamiento, siendo en nuestro caso particular verificado principalmente a lo largo de la hoy Sierra Madre Occidental (24), por donde el material ígneo se distribuyó de acuerdo con las potencias y persistencia de las fracturas, según lo demuestran las localidades de las rocas efusivas.

20.—Barrel, J.: Geologic relation of earth condensation. *Am. Jour. of Sci.* Vol. 10 p. 414. 1925.

21.—Stille, H. Present Tectonics of the Earth. *op. cit.*

22.—T. C. Chamberlin propone la palabra “Elastacia” para esta clase de movimientos en lugar de Isostacia, según su tratado. *Intrageology Jour. Geol.* Vol. 35. pp. 8994. 1927.

23.—Sería preferible usar la palabra Litostática, Litostacia.

24.—King, E. R.: Geological Reconnaissance in Northern Sierra Madre Occidental of Mexico. *Bull. Geo. Soc. of Am.* Vol. 50 pp. 1625-1722. 1939.



**EL CITLALTEPETL** (Cerro de la Estrella, también llamado Pico de Orizaba) visto desde el N. E. (Cortesía de la "Cia. Mexicana Aerofoto, S. A.")

## GEOANTICLINALES Y GEOSINCLINALES MESOZOICOS

De los contornos hipotéticos donde se localizaron los geoanticlinales y geosinclinales mexicanos durante el Mesozoico, obtenemos en la figura las áreas emergidas estables; las inestables de mayor frecuencia oscilatoria vertical, y las estables a la sumersión.

Las áreas consideradas en los geosinclinales, según lo expuesto, como productores indirectos magmáticos, aún pudiéndose admitir condiciones internas generadoras de magma localizadas en esas zonas desde antes que los geosinclinales entraran en actividad, es muy posible que, posteriormente las cámaras magmáticas pudieran adquirir mayor vigor por lo antes mencionado. Esta materia flúida salió a la superficie por la zona de más amplio fracturamiento, al facilitar su migración superficial los movimientos orogénicos y sus consecuencias, ya en las diversas formas intrusivas o extrusivas a lo largo de la Sierra Madre Occidental, y en una menor escala en la Sierra Madre del Sur. Hacia el Oriente del

país, las extravasaciones ígneas se repartieron esporádicamente.

La Sierra Madre Occidental está formada por una serie de montañas escalonadas y paralelas las unas a las otras, separadas por grandes barrancas quebradas o cañones, estando todos estos elementos fisiográficos, orientados de N.-NW.

En cuanto a la Sierra del Sur podemos decir lo mismo.

Este carácter morfológico, mostrando un paralelismo en los distintos ejes montañosos, demuestra que la aparición de las rocas intrusivas y volcánicas, se extravasaron a través de fracturas escalonadas y paralelas entre sí, a lo largo de las áreas estables emergidas como lo indica la teoría, y por tanto, el aspecto descrito bien puede considerarse como una evidencia.

El geólogo E. Ordóñez estima que el límite meridional de la Sierra Madre Occidental, lo marcan los cañones que conducen las aguas del río Grande o de Santiago, puesto que la costa en dirección SE. y NW. formando ángulo en su desembocadura, deja observar distintas pendientes de uno y otro lado, por lo que puede estimarse

que el lecho del río se encuentra en una zona de importante fractura, correspondiendo a la orientación de la faja neo-Volcánica. Por otra parte, en este lugar fué un litoral persistente desde el mar Jurásico, además de la anomalía del río San Pedro convergiendo con el Santiago.

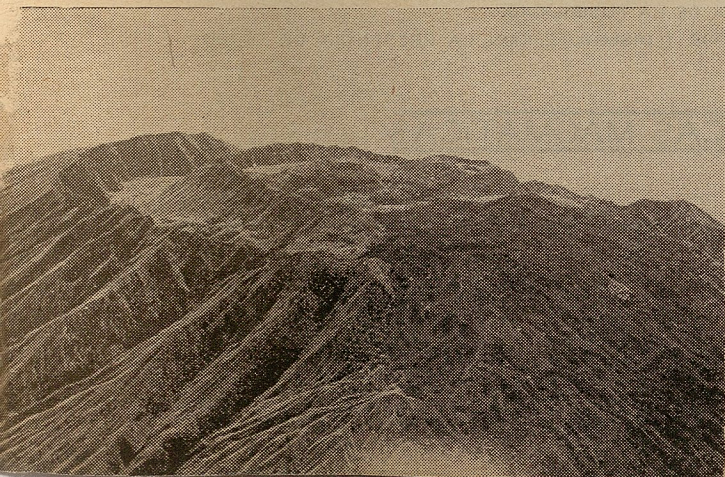
### ZONAS MAGMATICAS

¿Cuál fué el área o las áreas de mayores concentraciones magmáticas?

Teniendo limitado el contorno de las áreas inestables frecuentes, todo hace suponer que a mayor profundidad de las correspondientes a la máxima frecuencia oscilatoria, se encuentre mayor vigor y persistencia de los fenómenos generadores del magma, aumentando sus efectos hacia abajo; en cambio, en zonas de escasa frecuencia la cantidad de magma será menor en espesor y por tanto, a niveles menos profundos.

En la figura se señalan las áreas hipotéticas magmáticas. La región punteada nos indica magmas ácidos e intermedios, principalmente dioríticos y graníticos, representados en forma extrusiva en la superficie, por andesitas y riolitas, respectivamente. La zona marcada en negro fué productora de magmas básicos e intermedios, y, en efecto, como debió de ser la más profunda, es necesario tomar en cuenta a los gabros, que en contacto con las dioritas por asimilación dan basaltos, predominando el carácter diorítico; ya como extrusivas se observan las andesitas basálticas y los basaltos de última emisión. En la figura se hacen notar las relaciones magmáticas de los principales caracteres litológicos cenozoicos, partiendo de los magmas generadores de la serie alcalino-cálcica o normal, por ser la expuesta en el relieve, dejando la serie alcalina como las traquitas, fonolitas, leucititas, etc.

Distintas emisiones de lava que dan forma a numerosos anillos crateriformes en el Volcán del Ceboruco, perteneciente a la cordillera neo-Volcánica. (Depto. de Fotogrametría. C.N.I.)



### ZONA VOLCANICA ENTRE LOS PARALELOS 19° Y 21°

Ahora veamos la marcada dirección de elevaciones e innumerables volcanes de origen cenozoico que se encuentran sensiblemente en el paralelo 19°, siendo los principales, del Golfo al Pacífico: Cumbres del Bastonal, volcán de San Martín, en la costa S. veracruzana, interrumpiéndose en planicie costera en donde se encuentran los ríos Tonto, Tiepan, Petlapa y Santiago, presentándose después vigorosamente las rocas volcánicas en la Sierra de Tlahuilotepec y Pico de Orizaba. En la punta de Villa Rica, sobre la costa, y a 60 kilómetros al NW. del puerto de Veracruz, se encuentran los cerros de la Cantera, Metates (25), Sierra de Chiconquiaco, C. Monte Real, C. Concordia y Cofre de Perote, para continuar con la Malinche, Popocatepetl, Iztaccíhuatl, montes de Río Frío, Ajusco, Xictli, Nevado de Toluca, Tancítaro, Acahuato, Jorullo, Apxtepetl, Nevado de Colima, volcán del mismo nombre, volcán de Tequila, Ceboruco, San Pedro, Sangangüey y Sierra de Tepic, todos los cuales corresponden a un área donde se estableció un antiguo geosinclinal, según se observa en la carta física que se acompaña.

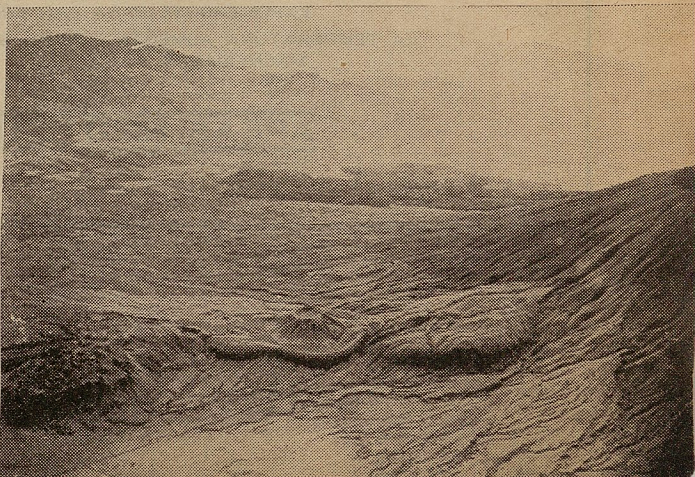
Bouckhardt, como ya lo observamos, dice de la región descrita lo siguiente:

Hall (26) ha observado una discordancia angular bien marcada, entre la caliza mesocretácica y los esquistos, areniscas y calizas del Cretácico inferior subyacente. Concluye que los movimientos orogénicos y una época erosiva formaron el

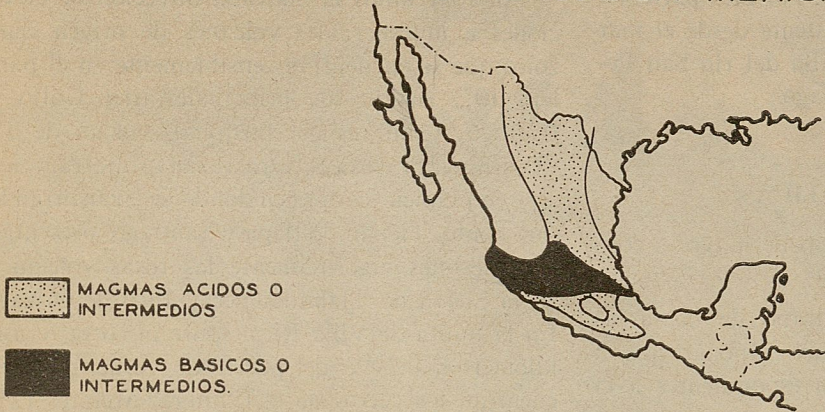
25.—El autor, en un estudio geológico de la región comprendida entre Tinajitas, Baños de Miramar, Cerro de Metates, y Punta Villa Rica, que forman litoral a unos 55 kilómetros al norte del Puerto de Veracruz, y siguiendo la costa, encontró: monzodiorita, pórfido basáltico, basalto andesítico y rocas muy alteradas. El cerro de Metates es una eminencia volcánica de andesita porfídica.



26.—Hall, C. E.—Notes on geological section from Iguala to San Miguel Totolapa, State of Guerrero, Méx. Soc. Antonio Alzate, Núms. 7-8, p. 327, 1903.

Escurrecimientos de lavas y cráteres adventicios en la falda del Ceboruco. (Depto. de Fotogrametría. C.N.I.)

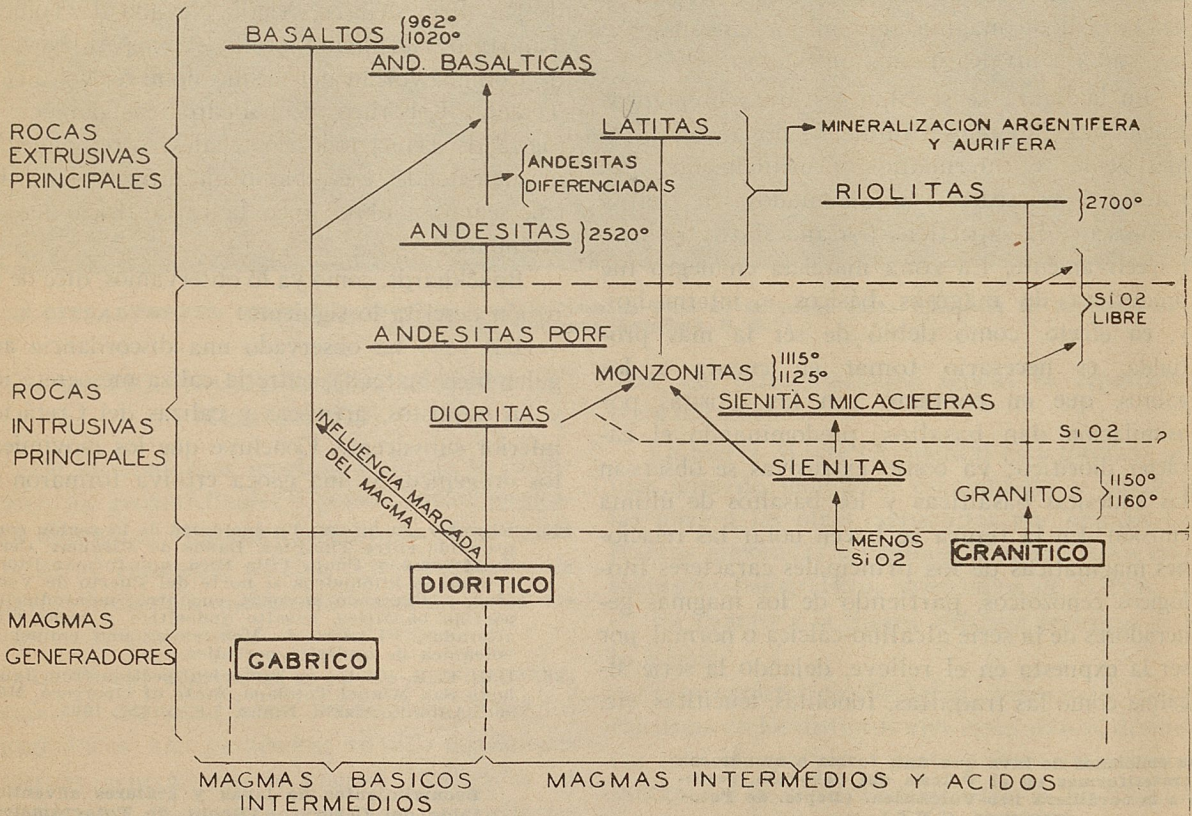


# OROGENESIS REPUBLICA MEXICANA



 MAGMAS ACIDOS O INTERMEDIOS  
 MAGMAS BASICOS O INTERMEDIOS.

## SERIE DE ROCAS NORMALES CENOZOICAS



LA TEMPERATURA ANOTADA ESTA TOMADA DE ROCAS DE LOCALIDADES FUERA DEL PAIS, EXPONRIENDOSE PARA DAR IDEA DE LA FUSIBILIDAD.  
 LA TEMPERATURA AUMENTA CON EL SiO2 Y DISMINUYE CON LA PRESENCIA DE FERRO-MAGNESIANOS.

## AREAS HIPOTETICAS MAGMATICAS

depósito del Cretácico medio transgresivo, en el NW. de Guerrero y partes limítrofes de Michoacán.

En la región de Tezoatlán, Pue. Birkinbine (27) ha observado hechos análogos, y comprueba una discordancia angular entre el Jurásico y el Cretácico medio.

Los doctores Aguilera y Böese, en las regiones de Tehuacán y Orizaba, observaron una parte de la serie cretácica, fuertemente plegada y otras capas con ligeras inclinaciones, así como horizontales, admitiendo que la serie es interrumpida.

Por último, la opinión del Dr. Burckhardt, admite una discordancia tectónica en la base del Cretácico medio en toda su extensión, en la zona que nos ocupa.

En vista de lo asentado y del autorizado criterio de Burckhardt, hay que aceptar indudablemente esfuerzos vigorosos que colocaron en discordancia estratigráfica las formaciones anteriores. Encontrándose las grandes erupciones cenozoicas de esta zona en la parte superior del área magmática más vigorosa y profunda, es evidente que en el transcurso de los períodos orogénicos, la discordancia tectónica se convirtió en una serie de fracturas primarias a lo largo de esa geodepresión, fracturas que denominaremos maestras, por donde se extravasaron las primeras y grandiosas manifestaciones ígneas a fines del Mesozoico y principios del Cenozoico, como lo prueban, en la zona estudiada los perfiles geológicos de México a El Paso; Veracruz y San Blas, pasando por la Ciudad de México; y Toluca a los Placeres vía Cutzamala (28) y otros numerosos estudios.

Tales magnas erupciones debieron ser tranquilas, levantando en partes el Cretácico; en otras, originando trastornos cubriéndolo o asimilándolo, elevando principalmente el relieve entre los meridianos 97° y 100°, principiando a limitar orográficamente la porción meridional del gran Altiplano Mexicano, en forma distinta de la actual.

Más tarde, nuevos movimientos orogénicos, o un resurgimiento de los anteriores, formaron fracturamientos secundarios en menor escala y paralelos a los primitivos, o normales a éstos en el seno del subsuelo, por los cuales en determinadas fracturas localizadas, debido a la persistencia de las mismas, se verificaron en cada lugar continuadas manifestaciones de vulcanismo, ya de carácter tranquilo, ya de fase explosiva y aún

ambos intercalados, sin corresponder cada localidad volcánica a un mismo foco de resurgencia magmática, cuyas extravasaciones, aunque del mismo período, se verificaron en diferentes épocas. Así las montañas y elevados conos volcánicos diseminados en toda esa extensión, se suceden topográficamente en un desalojamiento con relación a un eje geométrico determinado, limitando, de acuerdo con su carácter orográfico actual, a la altiplanicie meridional o sea la mal llamada "Mesa Central".

Hacia el Golfo de México a lo largo de esta faja se nota un decremento volcánico, ya que estas emisiones peculiares desaparecen en el tramo comprendido entre la sierra de Tlacuilotepec, Veracruz, y el volcán de San Martín.

Se expone en seguida una lista tomada de la Geología de México por W. Freudenberg, sobre los volcanes más importantes, pues sería objeto de un largo y minucioso estudio el tratar de poner todos los aparatos volcánicos clasificados. (Véase la pág. 30).

→ Como todos estos fenómenos se manifestaron en un área neo-Volcánica bien definida de oscilaciones verticales frecuentes, localizadas en la zona magmática profunda, da derecho a invocar una plasticidad mayor en ella que la correspondiente a la Sierra Madre Occidental donde se manifestó mayor estabilidad, por lo que los fenómenos isostáticos se verificaron libremente llegando a una acomodación más equilibrada. De esto se deduce que la isonómala O, que el Ing. Pedro C. Sánchez ha estudiado, se desarrolle con algunas variantes en el rumbo, por la traza correspondiente al equilibrio isostático verificado. (29).

Esta isonómala O establece una marcada diferencia en el país, entre las anomalías negativas al sur y las positivas hacia la región septentrional. En esta última porción, de acuerdo con las interesantes observaciones gravimétricas que ha verificado la hoy Dirección de Geografía, Meteorología e Hidrología en varios lugares del país, anotadas en la carta tectónica en milésimos de dina se insinúa, desde luego, el siguiente criterio, ya que hacen falta observaciones en la región occidental y más septentrional.

En el Altiplano Mexicano, zona que fué accionada por geosinclinales con algunas variaciones,

- 27.—Birkinbine, J. L. W.—Exploration of certain Iron Ore and Coal Deposits in the State of Oaxaca, México. T. A. I. M. Vol. XLI, pp. 166-168.—1910  
 28.—Boletín del Instituto Geológico, Núms. 4, 5 y 6.  
 29.—Sánchez, P. C.: Anomalías de la Gravedad, Publ. Dir. Est. Geog. y Clim. No 23, 1930. Importancia Geográfica del Eje Volcánico. 1935.

## GEOLOGIA DE MEXICO. POR W. FREUDENBERG

ESTADO	NOMBRE	ELEVACION	ROCA	ERUPCIONES O EDAD
Frontera con Guatemala. Chiapas.	Tacaná. Zonthehuitz. Teytepec. San Bartolomé.	4026	Hiperestena, Andesita. Andesita augítica. Andesita augítica. Andesita augítica.	1855? Mioceno. Mioceno. Resto de antiguo volcán.
Veracruz.	San Martín. Citlaltepétl.  Sierra Negra. Perote.	1700 5594  4110	 Andesita Hiperstena. Andesita. Andesita augítica.	Activo en 1664 y 1793. 1537, 1566, 1569, 1613, 1687, 1902. Ruina volcán.
Tlaxcala.	Malinche. Cortés.	4460	Andesita Hornblédica? Domo andesítico.	Final del Mioceno.
Puebla y Distrito Federal.	Popocatépetl.	5280	Andesita de hornblenda núcleo de dacita.	1548, 1571, 1664, 1697, 1720, 1804, (Böese). 1354, 1509, 1519, 1523, 1530, 1539, 1542, 1543, 1571, 1592, 1642, 1667, 1720 (Waitz).
	Iztaccíhuatl.	5286	Andesita de hornblenda y núcleo dacita.	Ruina volcán miocénico Rev. Zeitschrder Deu- tsch Geol. bresellscha- rft 1909 p. 254-274.
Distrito Federal.	Ajusco.  Xictli. Las Calderas.	3952  3110	Andesita de hornblenda.  Basalto. Gemelos de explosión.	Según Ordóñez se for- mó en el Mioceno. Reciente. Cumbres de la sierra Santa Catarina.
México.	Nevado de Toluca. Xinantecatl.	4558	Andesita de honrblenda.	Plioceno (Ordóñez).
Michoacán.	Tuzantla. Pico Quinceo. San Andrés.	2750 3000	Con cráteres parasitarios.	1906 (Ordóñez). 1858 (De Saussure).
	Apaytepetl. Zacapu. Uruapan. Acahuato. Tancítaro.  Jorullo.	2285   1530 3400  1820	  Basalto.  Andesítico y cenizas ba- sálticas. Basalto.	Pleistoceno. 1906 (Ordóñez). 1906 (Ordóñez). Mioceno. (Ordóñez). 1759.
Jalisco.	Nevado de Colima.	4304	Andesita de hornblenda.	1869, 1903, 1906, 1913 (Waitz).
Tepic. Baja California.	Ceboruco. Las Tres Vírgenes  Isla Tortuga.	2164	Estictes.  Basalto.	1870, 1875. 1746, 1857, (Russell). Caldera de 1175 de pro- fundidad.

las anomalías son positivas y los valores más altos corresponden a la acumulación de materiales ígneos; en cambio, a lo largo de los pliegues cretácicos de la Sierra Madre Oriental, se esboza otra isonómala O de acuerdo con el escaso número de observaciones existentes, lo que da margen a pensar en otra línea donde el equilibrio isostático pudo realizarse. Tal región constituye una verdadera dislocación de empuje en dirección más o menos paralela a la costa del Golfo, con desarrollo N-W. desde el paralelo 21°, encontrándose hacia el E. los valores negativos. Respecto a la Sierra Madre Occidental parece realizarse el mismo fenómeno.

Por lo dicho se llega a la conclusión general de que la porción central y oriental del país, salvo discrepancias locales por acumulaciones de masas particularmente eruptivas, ha llegado a un equilibrio isostático avanzado, circunstancia necesaria para que las influencias exógenas y la gravedad den al relieve un carácter definido, gobernado por la denudación y sedimentación.

Las ideas en que hemos basado esta teoría están apoyadas en los trabajos de paleontología pura, que guiaron al concepto general estratigráfico y paleogeográfico, restando sólo escuchar la autorizada opinión de los geofísicos para rectificarla o ratificarla.

#### SEMEJANZA CON OTRA REGION VOLCANICA DE NORTEAMERICA.

Por ahora, la teoría que nos hemos permitido exponer satisface desde luego al que esto escribe, al encontrar un fenómeno de iguales características desde puntos de vista geomorfológicos y algunos muy particulares que pasamos a desarrollar: en la figura, a lo largo de la costa del Pacífico se observa que en los Estados de California, al NW. y al E. de los Estados de Utah, Nevada, Idaho, Oregon y Washington, según la "Paleogeografía de Norteamérica" de Schuchert (\*) se establecieron, a través de los tiempos geológicos desde principios del Paleozoico inferior, áreas inestables con levantamientos y hundimientos frecuentes.

Estas áreas aparecen aseguradas para su clasificación en tres categorías, después de un minucioso estudio de la frecuencia en sus movimientos verticales.

a). Areas más persistentes a la sumersión, asciura cuadrículada.

b). Areas de oscilaciones frecuentes de emersión y sumersión, rayado horizontal.

c). Areas más persistentes en la emersión, rayado vertical.

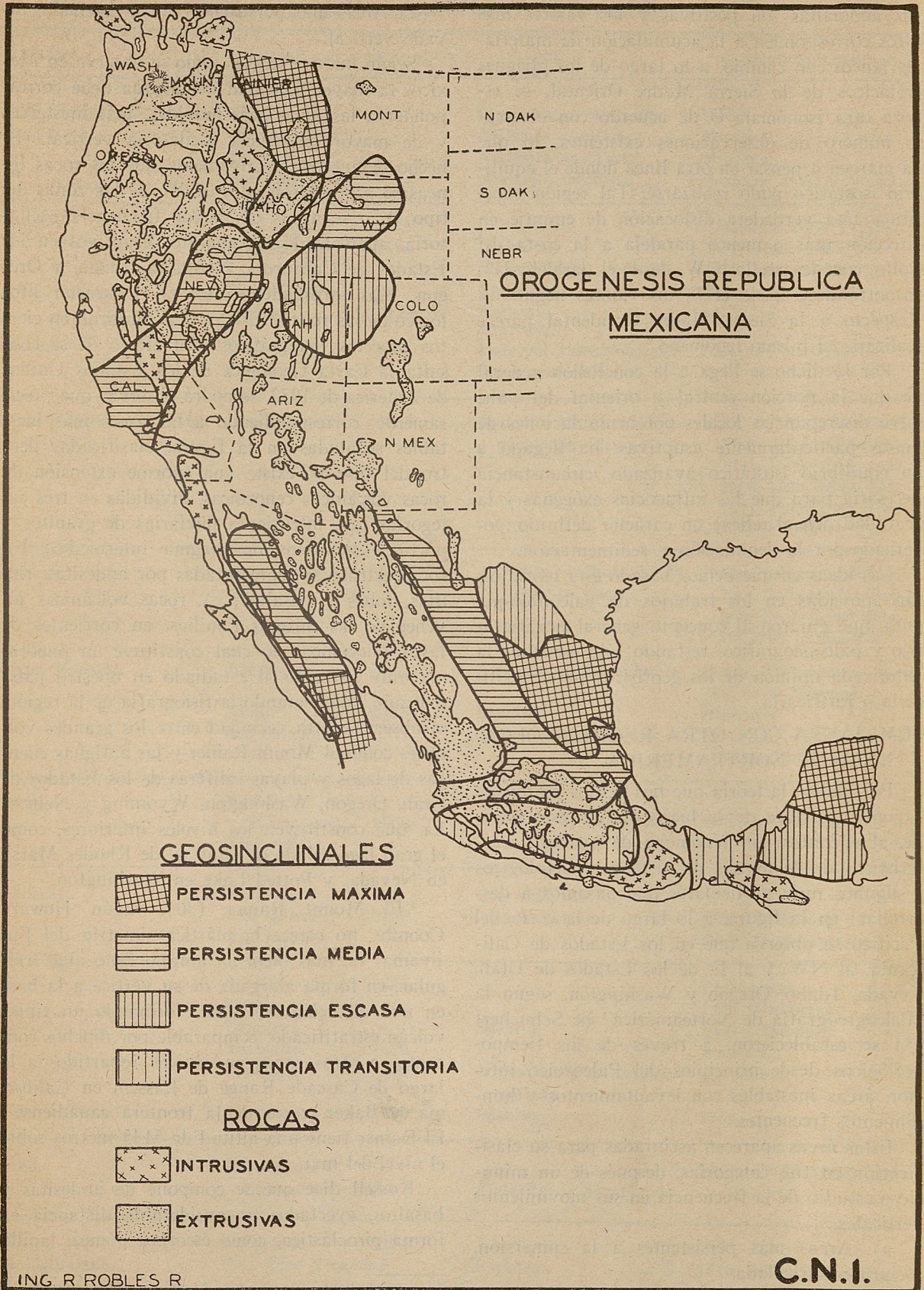
Según nuestra teoría, como se observa en México, la mayor cantidad de magma debe corresponder a las áreas más movidas, más inestables y de mayor frecuencia oscilatoria vertical. El hecho demuestra efectivamente que las rocas ígneas se acumularon en y al W. de las zonas del tipo B, o sean las de mayor frecuencia oscilatoria, apareciendo los aparatos eruptivos en los Estados de California, Nebraska, Idaho, y Oregon. Más sorprendente aún es el carácter litológico de las rocas efusivas y la similitud en ciertos aspectos fisiográficos. En efecto, si se consulta la Carta Geológica de los Estados Unidos de América de 1932, se podrá observar que precisamente, correspondiendo a las áreas más inestables señaladas en la figura, clasificadas dentro del tipo B, existe una enorme extensión de rocas volcánicas cenozoicas, divididas en tres categorías: a), intrusiones terciarias de granitos y pórfidos sieníticos de magma intermedio; b), rocas extrusivas representadas por andesitas, riolitas, tobas y basaltos; c), rocas volcánicas jóvenes de las mismas familias, en corrientes de lavas pliocénicas, lo cual constituye un panorama muy parecido al estudiado en nuestro país; más aún, considerando la fisiografía de la región, se observa cierta vecindad entre los grandes volcanes como el Mount Rainer y las antiguas cuencas de lagos y playas salíferas de los Estados de Utah, Oregon, Washington, Wyoming y Nebraska, que constituyen los niveles inferiores, como el gran lago salado de Utah, el de Rhodes Marsh en Nevada, y Potted Lake en Washington.

"El Mount Rainer (30), según Howard Coombs, no ofrece la plástica simetría del Fujiyama; es, más bien, un amplio cono algo irregular, en forma alargada de su vértice a la base en una dirección NW.-NE. formando un típico volcán estratificado, comparable por muchos conceptos a otros conos andesíticos repartidos a lo largo de Cascade Range de Lassen, en California, y Baker, cerca de la frontera canadiense". El Rainer tiene una altitud de 5145 metros sobre el nivel del mar.

Russell dice que se compone de andesitas y basaltos, eyectados a considerable distancia en forma piroclástica, como escorias, pómez, lapilli,

\* —Schubert, C.: North American Paleogeography Bull. Geo. Soc. of Am. Vol 20 pp. 51-100. 1908.

30.—Coombs, H. A.: The Geology of Mount Rainer National Park. Univ. Washington. Publ. p. 173. 1936.



bombas, cenizas (31); por otra parte, Smith declara que: "Las brechas aglomeradas y tobas de clara apariencia, son quizás los elementos menos importantes en la construcción del cono" (32). Continúa Coombs:

"El tiempo exacto de las emisiones lávicas del Rainer es desconocido, más se piensa que la gran porción del volcán fué formada durante el Pleistoceno, y aun Witnesses ha observado nubes oscuras de grandes proporciones en 1879 y 1882". Tal parece que se trata de una descripción de volcanes mexicanos.

Para ser más explícitos, diremos que las cuencas de lagos y playas americanas de esa región son comparables según W. R. Foshag, a los depósitos salinos que, aunque no con tanta profusión, encuéntrase en Chihuahua, Coahuila, y en la Cuenca de México. (33).

### ALTIPLANO MEXICANO

Ya comentada la Sierra Madre Oriental, la Occidental y la cordillera neo-Volcánica, pasamos a describir el contorno y relieve del altiplano:

Está circunscrito, en su porción meridional, por la Cordillera neo-Volcánica, las Sierras Madres Occidental y Oriental, al Occidente y Oriente, respectivamente, y el Septentrión que corresponde al "Great Bassin" de la depresión central occidental de los Estados Unidos.

Considerándolo de un modo general se puede decir que forma un plano inclinado hacia al Norte y al Este, con una altura media aproximada de 1,900 metros sobre el nivel del mar.

Observando su relieve actual se ofrecen las siguientes consideraciones generales:

La porción meridional del Altiplano está drenada por dos importantes cuencas hidrológicas: una, la correspondiente al río Moctezuma, que constituye la vertiente oriental y desagua por el río Pánuco; y la otra, formada por el río Lerma, que a la salida del lago de Chapala toma el nombre de río de Santiago, formando la vertiente Occidental o del Pacífico.

Los límites septentrionales de la cuenca pluvial de los ríos Santiago y Pánuco, forman un parte-aguas sinuoso que se desarrolla de la Sierra Madre Oriental a la Occidental entre los 22° y 24° de latitud, partiendo de Cerritos, S. L. P., siguiendo al S. de la ciudad de San Luis Potosí, continúan por la Sierra Fría entre los límites de Aguascalientes y Zacatecas; Sur de la ciudad de Zacatecas, para seguir con rumbo NW, hasta



Calizas cretácicas de estratificación vertical, provocada por esfuerzos orogénicos en el río Santa Catarina, en las cercanías de Monterrey, N. L. (Depto. de Fotogrametría. C.N.I.)

tocar la Sierra Madre Occidental, bordeando la cuenca del río Mezquital o de San Pedro. Este parte-aguas transversal del Altiplano, divide a esta región en dos porciones que llamaremos Altiplanicie Meridional y Septentrional.

*Altiplanicie Septentrional.*—Su aspecto se caracteriza, de una manera general, por grandes llanuras más o menos sinuosas de relieve maduro, interrumpidas por serranías orientadas al N.-NW., y por otras constituidas por plegamientos de rocas sedimentarias de E. a W. así como por elevaciones aisladas de origen volcánico. Existe gran cantidad de lagunas y antiguos vasos desecados, así como extensos arenales semidesérticos.

La Altiplanicie, prolongación de los Estados de Arizona, Nuevo México y parte del Sur de Texas, del vecino país del Norte, se establece en

(31) Russell, J. C.: The Glaciers of Mount Rainer, 18th Ann. Rep. U. S. Geol. Surv. pt. 2 pp. 350-415. cit. por Coombs op. cit. p. 173.

(32) Smith, G. O.: The Rocks of Mount Rainer, 18 Ann. Rep. U. S. Geol. Surv. p. 416-422. Cit. op. Cit. p. 174.

(33) Foshag, W. R.: Los Lagos Alcalinos de Norteamérica y sus Depósitos Salinos, Sociedad Geológica Mexicana. Tomo IX No 3.

el nuestro desde el Triásico Superior, en la región de Chihuahua y Coahuila, Durango, Zacatecas, porción occidental de Nuevo León y Norte de San Luis Potosí.

Su historial geológico ha sido estudiado principalmente por Wittich (34) y Kellum (35). Kellum expresa en breve resumen lo siguiente:

“El primer período de diastrofismo que ha podido reconocerse en el sur de Coahuila está correlacionado con la revolución Apalache”.

“En el Triásico o Jurásico medio se presentó una actividad volcánica en los litorales marinos al sudeste de la península (la de Coahuila) depositando lavas rojizas, ahora expuestas en el valle de Nazas, en el centro del alto de Villa Juárez”.

“Probablemente se manifestó una sumersión en el Aptiano en la península de Coahuila sin diastrofismo local, ya que más bien, no hay sedimentos clásticos, y los gruesos depósitos de yeso acumulados indican condiciones prolongadas de lagunas en el área, la cual fué gradualmente sumergiéndose bajo el nivel del mar.

“El período principal diastrófico se relaciona con la revolución Laramide, principiando en el Cretácico Superior con la emersión de la mayor parte de Coahuila, Chihuahua, Durango y Zacatecas. Concomitante con esto se verificó una ligera sumersión en la cuenca de Parras al sur del antepaís. Al terminar el Cretácico Superior (Maestrichtiano) el mar fué desalojado de Parras y el área de la hoy Serranía Oriental fué elevada. Pliegues intensos se verificaron en el Eoceno (\*). Este estado compresional lo cerraron las intrusiones de granitos, sienitas, dioritas, dacitas, granodioritas, etc., en forma de “stocks” o “lacolitas”. “La última fase orogénica trajo un nuevo resurgimiento de la actividad volcánica a principios del Plioceno”.

“En el presente clima árido, la mayor parte de Coahuila, Chihuahua y Durango, se caracterizan por un sistema de drenés interiores que han convertido los valles en amplios depósitos aluviales y bolsones intermontanos”.

En las hoy grandes llanuras de relieve ondulado, existen testigos de antiguas depresiones, cubetas tectónicas y valles azolvados constituidos por plegamientos de los sedimentos o por la aparición de rocas ígneas, formando cuencas cerradas en gran extensión. La denudación y el acarreo acumularon en niveles inferiores los materiales disgregados, modificándose así la topogra-

fía al irse colmando las depresiones, presentándose más tarde un escenario de lagunas aisladas y profusamente repartidas, alimentadas por sus respectivas cuencas. El aumento de los materiales de acarreo, pluvial y eólico, fueron poco a poco eliminando esas áreas lacustres. Se evidenció en el Terciario un cambio de clima importante, haciéndose esa zona desértica, desecando y reduciendo las áreas inundadas y persistiendo algunas lagunas y lagos localizados en las porciones inferiores del relieve. El carácter de cuencas cerradas y los fenómenos de disolución provocaron las aguas salobres, principiándose a precipitar al llegar éstas al grado de saturación debido a la evaporación en esas grandes superficies y a las escasas lluvias, dejando cloruros, carbonatos y sulfatos de sodio, potasio, calcio y magnesio, y encontrándose algunos boratos, fluoruros y nitratos, que hoy se manifiestan en playas salíferas. Así, entre otras muchas, tenemos las lagunas de Mayrán, Las Palomas, de Jaco, de los Gigantes, Frailes, etc.

En la porción N. y NW. debido a su inclinación al Norte y al Este, las aguas se vierten al río Bravo. Al SW. la altiplanicie desagua en el Pacífico por el río Mezquital o de San Pedro.

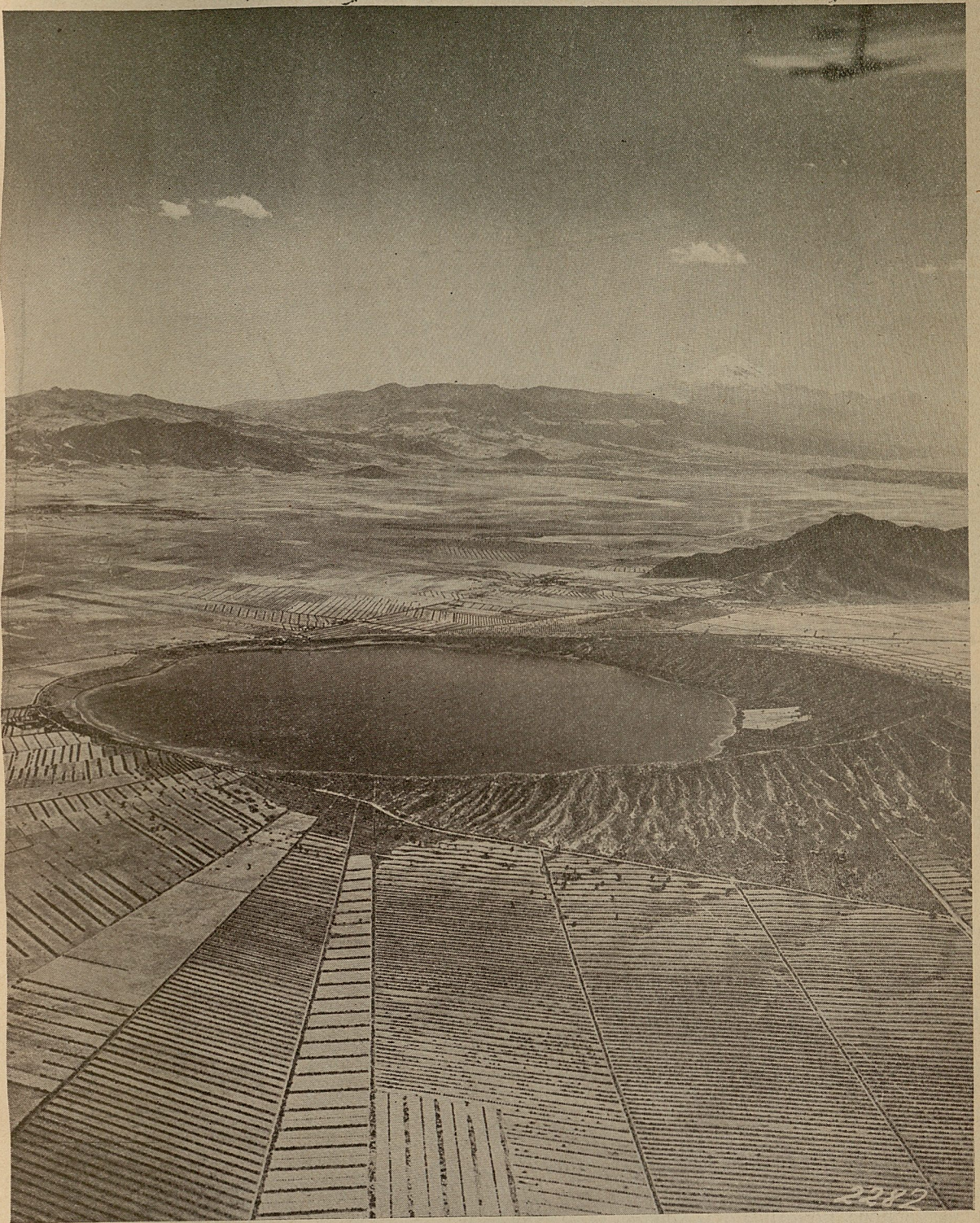
*Altiplanicie Meridional.*—Su génesis está íntimamente ligada con la morfología de las unidades orogénicas que la limitan: la Cordillera Neovolcánica al Sur, y las Sierras Madres Occidental y Oriental, por lo que desde fines del Cretácico que inició el vigoroso levantamiento de esta parte del país, se sucedieron los plegamientos de la serie Cretácica oriental, y las invasiones ígneas superficiales del Occidente y Sur, dando estas últimas un modelado primitivo que en el curso del tiempo se ha modificado hasta su forma actual, por el clima y la erosión.

Por tanto, la altiplanicie Meridional en cuanto a relieve se refiere, es una consecuencia de una intensa orogénia donde actuaron las causas de origen de las dos Sierras Oriental y Occidental, de la Cordillera neo-Volcánica y de las erupciones sucesivas de las distintas series eruptivas del Terciario (intrusivas y extrusivas) y post-Terciario (extrusivas volcánicas); por lo que es más joven que la altiplanicie septentrional.

(34) Wittich, E.: Morfología y origen de la Mesa Central de México. 1918.

(35) Kellum, L. B.: Paleogeography of Northern Mexico, Bull. A. A. P. G. Vol. 20 N° 4. p. 431. 1936.

(\*) Heim indica que el plegamiento principal de la Sierra Madre Oriental se verificó en el post-Paleoceno. (Nota del autor.)



AKALAPAKCO (cráter-lago) DE ALCHICHICA. Sierra de Techachalco, Puebla. Es uno de los más grandes en el Edo. de Puebla. Tiene 1,880 metros de diámetro y su cresta, hacia el Oeste, se eleva a 100 metros de altura sobre las aguas. (Ver "Parergones del I. G. de M." T. I. N 10.—1906.) (Cortesía de la "Cía. Mexicana Aerofoto, S. A.")



Planicie costera de la Bahía de Chamela, Jalisco. (Cortesía de la "Cia. Mexicana Aerofoto, S. A.")

En la actualidad esta sucesión de llanuras a distintos niveles, limitados por parte-aguas, y nevaduras volcánicas, presenta la forma de una superficie inclinada de Sur a Norte, modificada a medida que se avanza al Sur, por medio del parte-aguas transverso continental que establece otros dos planos inclinados: uno hacia el Pacífico, limitado por la cuenca hidrográfica del Lerma y río Santiago Tololotlán, hacia aguas abajo, y el otro hacia el Golfo determinado por la cuenca del Moctezuma.

Existen cuencas cerradas por extrusiones post-Terciarias, no solamente formando los hoy lagos de Michoacán, Jalisco y Guanajuato, sino las áreas de antiguos lagos como en Huamantla, San Andrés Chalchicomula y la Cuenca de México. (36), y otros.

Hay una marcada diferencia entre las dos altiplanicies: la Meridional profusa en vías fluviales aunque no caudalosas, donde se efectúa una erosión diferencial activa. El factor clima establece en esa área, según E. de Martonne, un gran porcentaje de superficies exoéricas, y un mínimo de endoreísmo.

La septentrional escasa en sistemas hidrológicos por falta de precipitación fluvial abundan-

te, tiene un relieve menos acentuado con gran número de cuencas cerradas, depresiones y playas salíferas, en donde la erosión degrada las alturas y colma depresiones, aunque en una pequeña porción, teniendo en cuenta el área total; vierte por el río Bravo sus aguas al Golfo, y por el río San Pedro al Pacífico.

El endoreísmo es predominante, le sigue el exoreísmo y se presentan en menor escala las áreas areicas.

## SIERRAS

*Sierra Madre Oriental.*—El estudio de esta sierra es de vital importancia, ya que formada

(36) La Cuenca de México ha sido impropiaamente llamada Valle de México, teniéndose noticia de esta denominación desde un manuscrito del siglo XVII (37) que a la letra dice:

"Digo que esta gran ciudad está fundada en una grande y celebrada laguna de agua que recoge o rebalsa en medio de un valle o llanada que tiene a lo largo de Norte a Sur catorce leguas y de ancho siete, y en su circunferencia cuarenta. Esta laguna está por todas partes cerrada, ceñida y coronada de altas serranías y hermosos montes poblados de cipreses y altísimos cedros, y en los llanos y prados que dejan libres la laguna, están plantados alegres jardines y huertas de notable amenidad, recreación y frutos".

Estas circunstancias, la fundación de la antigua Tenochtitlán (1312) en esta hermosa cuenca, y la primera inundación registrada en el año 7 acatl. 1447, hizo que en América se iniciaran por Netzahualcóyotl, las primeras obras hidráulicas.

(37) Diccionario Universal de Historia y Geografía, México. Tomo 5, 1854.

por estratos de rocas sedimentarias encierran fósiles y distintas facies litológicas indicando su historia y procesos formativos. La morfología de esta unidad constituye la base para discutir debidamente la paleogeografía del Altiplano Mexicano especialmente lo que atañe a la Altiplanicie Septentrional en su porción Oriental.

Heim (38); Burckhardt (39); E. Díaz Lozano (40); Muir (41); Tatum (42) y otros más, han contribuido con serias investigaciones sobre esta área, las que sería imposible comentar en este trabajo orientado a dar lineamientos muy generales.

Por falta de estudios al respecto, de la sucesión de pliegues sedimentarios sepultados que depositados y consolidados en los mares Jurásico-Cretácicos se encuentran sobre todo hacia el sur del país, pues hay evidencias paleontológicas que señalan localidades fosilíferas en el Istmo (43), así como en el Estado de Veracruz, en los cerros inmediatos a Cozalapa y Teponapa, formados por las calizas Escamela (44); empero, considerando que, la Cordillera neo-Volcánica secciona en la parte superficial a esta continuidad de la

sierra plegada, constituida por calizas, y tratándose del estudio sobre el relieve mexicano y a falta de mejores estudios, la Sierra Madre Oriental en su parte Meridional, está limitada por la neo-Volcánica.

Haciendo un breve resumen de lo que Heim (45) establece, respecto a las fases históricas de la Sierra Madre Oriental, exponemos las principales con relación al relieve.

1. Orogenia pre-Mississippica.
2. Una denudación y sumersión.

(38) Heim, A.: The Front Ranges of Sierra Madre Oriental, Mexico from Ciudad Victoria to Tamazunchale. *Eclogae Geologicae Helveticae*. Vol. 33, Nº 2. 1940.

(39) Burckhardt, C.: Op. cit.

(40) Díaz Lozano, E.: Corte Geológico entre Cárdenas, S. L. P. y Tampico, Tamps. Bol. del Petróleo, Vol. XXIII. 3 1927.

(41) Muir, J. M.: Geology of the Tampico Región. A. A. P. G. 1936.

(42) Tatum, J. L. General Geology of Northeast Mexico. A. A. P. A. Bull 15 (8).

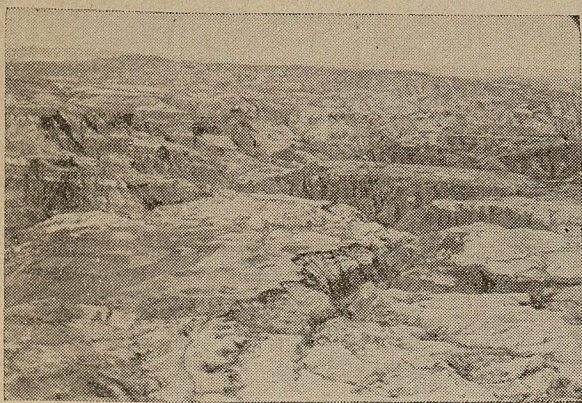
(43) En el Cerró Pelón cerca del río Las Playas, se encuentran Lutitos con fauna igual a las calizas de Tamaulipas, Sapper. Op. cit.

(44) Díaz Lozano, E.: Posibilidades de la Existencia de Petróleo en la Región comprendida entre Córdoba, Veracruz y Tierra Blanca. Bol. del Petróleo. Oct. y Nov. 1930.

(45) Heim, A.: The Front Ranges of Sierra Madre Oriental, México, from Ciudad Victoria to Tamazunchale. *Eclogae Geologicae Helveticae*. Vol. 33, Nº 2. 1940.

Costa del Pacífico. Bahía de Chamela, Jalisco. Al fondo la Bahía Banderas, de la Vertiente Sud-Occidental. Nótense los acantilados del litoral. (Cortesía de la "Cía. Aerofoto, S. A.")





Erosión típica en terrenos de clima semi-desértico, limitando los profundos cañones a típicas terrazas. Edo. de Jalisco. (Depto. de Fotogrametría C.N.I.)

3. Depósitos Permo-Carboníferos.
4. Levantamiento pre-Jurásico y denudación.
5. Sumergencia en el Mesozoico principalmente al sur (Tamazunchale), mientras que en la región de Ciudad Victoria debió de ser una isla o península durante los tiempos del Triásico y Jurásico.
6. En el Cretácico inferior y Medio el mar invadió toda área con marcadas variaciones de facies.
7. Se aprecia un plegamiento ligero submarino en el Cretácico Medio.
8. El principal plegamiento de las sierras frontales se verificó en el post-Paleoceno.
9. Derrames de lava en las mesas no plegadas cuya elevación es debida a recientes levantamientos.

Para terminar Heim dice: "El tipo general de plegamiento en la Sierra Madre Oriental es el de las montañas del Jura en Suiza. El plegamiento y empuje de la región han sido movimientos orientados hacia el Golfo de México."

*Sierra Madre Occidental.*—Sobre esta importante sierra se encuentran estudios aislados de regiones mineras; el ingeniero T. Flores (46) y R. E. King (47) han estudiado gran parte de Sonora, el ingeniero M. Santillán (48), la región entre Durango y Mazatlán y el ingeniero T. Barrera (49) las zonas mineras de Jalisco y Nayarit, por lo que dividiremos en tres zonas esta unidad orogénica, ya que hay alguna variación en cuanto a las formaciones geológicas estudiadas.

En la región de Sonora se encuentran, según el ingeniero Flores (op. cit, pág. 248) los siguientes terrenos: arcaicos, paleozoicos, jurásicos, cretácicos, rocas ígneas de edad terciaria y reciente.

En la región estudiada por King, da las mismas formaciones principiando por la Era Paleozoica.

En Sinaloa, el ingeniero Santillán dice (op. cit. pág. 22): "Las rocas más antiguas de la región, son las de textura granítica, como granitos, sienitas, tonalitas, monzonitas y dioritas. Estas rocas fueron cubiertas, sin duda, en una buena parte de la superficie que ocupaban por rocas sedimentarias... caliza marmorizada El Recreo; pizarra arcillosa que se observa entre el Habal y El Potrero". Indica que con probabilidad estos sedimentos fueron de poco espesor, ofreciendo después fuertes movimientos tectónicos produciendo fracturamientos por donde salieron las rocas andesíticas, posteriormente las riolitas y basaltos, después de lo cual no hay períodos eruptivos.

De Jalisco y Nayarit, el ingeniero T. Barrera (op. cit. pág. 95) dice: "Gran parte de la porción recorrida, pertenece al gran macizo orográfico de la Sierra Madre Oriental... En ella abundan rocas ígneas terciarias, consolidadas bajo el orden general siguiente: andesitas, riolitas y basaltos. Este enorme edificio ígneo, se apoya sobre rocas cretácicas que asoman en puntos muy aislados y en superficies muy pequeñas. El fenómeno volcánico ha sido bastante intenso, sobre todo en la fase basáltica. Es claramente perceptible el alineamiento de los volcanes basálticos en dirección casi paralela a las líneas estructurales seguidas por los ríos.

De estos estudios, relacionados con el de Kellum (50), refiriéndonos a Sonora, formulamos estos breves comentarios respecto a estas tres porciones estudiadas de la Sierra Madre Occidental.

a). La región de Sonora muestra relaciones genéticas con la altiplanicie Septentrional, desde el Paleozoico hasta el Cretácico, estando la porción norte sujeta a oscilaciones verticales; a partir del Terciario el relieve se modificó con la aparición de las rocas ígneas.

b). En Sinaloa los fenómenos intrusivos y extrusivos fueron de tal intensidad que en las

(46) Flores, T.: Reconocimientos Geológicos de la Región Central del Estado de Sonora, Bol. I G. de M. N° 49.

(47) King, R. E.: Geological Reconnaissance in Northern Sierra Madre Occidental of México. Bull. Geo. Soc. of Am. 1939.

(48) Santillán, M.: Geología Minera de la Región comprendida entre Durango y Mazatlán. Bol. I. G. de M. N° 48.

(49) Barrera, T.: Zonas Mineras de los Estados de Jalisco y Nayarit, Bol. I. G. de M. N° 51.

(50) Kellum, L. B.: Paleogeography of Parts of Border Province of Mexico Adjacent to West Texas, A. A. P. G. Vol. 20 N° 4.

MAYO-JUNIO 1942

áreas estudiadas han borrado toda huella de su historia pre-Terciaria.

c). En la porción Meridional hay claros vestigios de que las rocas ígneas Terciarias y post-Terciarias, se extravasaron sobre formaciones Cretácicas; lo cual está de acuerdo con el geosinclinal estudiado donde se estableció propiamente la Cordillera neo-Volcánica, y de ahí la gran influencia de los aparatos volcánicos basálticos post-Terciarios. El ingeniero Barrera, delinea líneas tectónicas diferentes a las de la Sierra Occidental, puesto que ese paralelismo entre los ejes estructurales y los ríos se debe a la influencia de la orogénesis neo-Volcánica.

d). El relieve fué consecuencia, por tanto, de un geanticlinal accionado por sumersiones en sus extremos principalmente y por la orogenia del Terciario y post-Terciario.

### PLANICIES COSTERAS

*Planicie costera del Pacífico.*—Las estribaciones occidentales de la Sierra Madre Occidental por una parte, y la costa del mar de Cortés en su mayor longitud, y el Pacífico al sur por la otra, y el río de Santiago al Sur, limitan esta faja. Dos aspectos principales privan en ella; uno, con regiones típicas desérticas, médanos de arenas de superficie ondulada. Un poco al Sur, los ríos desaparecen antes de llegar al litoral en las arenas permeables, formando ríos subterráneos en el antiguo relieve sepultado. En los valles de Hermosillo y Altar hacen fuertes contrastes el color verde de sus tierras cultivadas con las enormes extensiones desérticas de color blanco grisáceo.

Las rápidas pendientes de algunos ríos y las tormentas de esa región que de cuando en cuando se efectúan, hacen divagar el curso de los cauces. (51)

Al Sur, en los Estados de Sinaloa y Nayarit, hay numerosos ríos de corto recorrido y avenidas impetuosas.

Una irrigación apropiada puede hacer de esa zona una importante provincia agrícola.

*Planicie costera del Golfo.*—La región noroccidental se establece entre los flancos Orientales de la Sierra Madre Oriental y el litoral del Golfo, las llanuras onduladas con vegetación escasa surcadas por arroyos más o menos profundos son interrumpidas por las sierras aisladas de San Carlos (52) y Tamaulipas separadas por la mesa de Solís. El relieve sensiblemente plano buza hacia el mar. Tatum (53) divide esta porción en tres

zonas: a), una planicie entre el Golfo y la escarpa de Reynosa, de suave pendiente al Este, erosionada por el río Bravo y algunos de sus tributarios, con valles poco profundos y pantanosos en las partes bajas. La escarpa se levanta sobre el nivel del mar entre 30 y 90 metros, de forma irregular o interrumpida por pequeños arroyos que la erosionan, de poniente a oriente.

b). El área central, en donde se suceden colinas bajas y arredondadas y amplias llanuras y c). la Porción Montañosa representada por la sierra de Tamaulipas y San Carlos, la Sierra Madre Oriental y una serie de montañas frontales.

En el Estado de Veracruz este aspecto varía notablemente. En un vuelo, desde la costa hacia la Sierra Oriental, en línea recta entre Tuxpan, Veracruz y Chicontepec, del mismo Estado, se observan interesantes sucesiones escénicas: De la costa baja y arenosa donde se aprecian diversas tonalidades marinas por la profundidad, terminando con las rompientes de un oleaje continuo, definidos por varias series de arcos espumosos, emerge una playa angosta limitada prontamente por los médanos, con acumulaciones arenosas de color gris, localizándose paralelamente al litoral; se continúan semiplanos o superficies ligeramente onduladas con raquítrico drenaje propio. Tierra adentro, siguen planicies con suaves pendientes resolviéndose en llanos alargados, donde se inician formas amplias de valle, con la aparición de lomeríos sucesivos y paralelos a la corriente principal.

A poca distancia del litoral, la vegetación rala, debido al predominio de las arenas eólicas, va tomando incremento hasta convertirse en un manto espeso, verde oscuro, que hace horizonte principalmente de norte a sur; no sin dejar ver ya un pequeño claro ocupado por chozas, bien la aparición de un poblado enclavado en la espesura o el redondeado perímetro de un espejo de agua.

El río Pantepec variando continuamente en su morfología sin el carácter deltaico en su desembocadura dada la corriente del propio Golfo, inicia su curso tierra adentro con amplios y repetidos meandros, mas al reducirse éstos en su curvatura y número, recibe aportaciones de los esteros, algunos navegables en cortos tramos, alimentados por

(51) Ronald, L. I.: Desert Floods in the Sonoyta Valley. American Journal of Science.

(52) Kellum, L. B.: The Geology and Biology of the San Carlos Mountains, Tamp., Mex. 1937.

(53) Tatum, J. L.: General Geology of Northeast Mexico A. A. P. G. Bull 15. (8).

arroyos de carácter torrencial que drenan amplias cuencas de la planicie costera. Más arriba el lecho del Pantepec se hace sinuoso, y rápidamente se aleja a la izquierda de nuestra línea de vuelo, hundiéndose en el terreno, al principiar ambas márgenes a elevar sus pendientes, ofreciendo en su fuga hacia la sierra, un amplio y típico valle de erosión. Se continúa sobre un terreno ondulado con drenes cada vez más visibles, con menos densidad de vegetación costera y cuadrículas de sembradura, todo en grandes llanuras inclinadas hacia el río y la costa, bruscamente interrumpidas por tres principales eminencias constituidas por rocas volcánicas, donde la erosión ha cincelado forma de punzones de gran altura. Alrededor de estos cuellos ígneos visibles hoy debido a la erosión, se aprecia que en el contacto de la masa pétreo emergida, con las formaciones sedimentarias que forman la planicie, se desarrolla un manto de cono con drenes y nervaduras radiales.

Sigue la llanura deformándose paulatinamente por complicados sistemas erosivos. A cada instante las elevaciones se suceden las unas a las otras predominando las formas arredondadas, hasta que, se presentan en escena de manera brusca, las estribaciones de las montañas que se ofrecen a la vista, con elevaciones aisladas, pendientes pronunciadas, parte-aguas que se elevan por donde una vereda asciende hacia la cumbre, contrafuertes normales a la dirección predominante de las grandes nervaduras separados por arroyos colgantes, y cerca de Chicontepec está a la vista un prodigioso anfiteatro. Hacia el Norte la erosión juvenil tiene todas sus formas, ya que se trata de grandes plegamientos en un material plástico, donde hay fallas inversas, pliegues recumbentes, grandes escarpes, hojas de cobijadura, contactos de ejes anticlinales cuyo correspondiente sinclinal ha desaparecido por los esfuerzos intensos, y líneas escarpadas de cumbres desgarradas que dan a la escena, dramática pincelada. Las principales nervaduras paralelas y a veces escalonadas, desaparecen al norte y al sur en una bruma opalina.

Los drenes se orientan paralelos al eje de la Sierra, y al encontrar uno de los grandes ríos que la secciona sensiblemente a un eje transversal, la visión estereoscópica se acentúa, al diferenciarse los distintos planos entre las elevadas cumbres y la profunda línea de intersección de sus taludes, donde el agua en su curso hacia la tierra baja,

la define una finísima venilla zigzagueante y blanca, por los saltos, rápidas y chorreras que se encuentran en su pendiente y turbulento lecho, labrado en cantiles casi verticales.

Más al poniente rebasando el núcleo montañoso, las escarpaduras y el modelado abrupto disminuyen su vigor, convirtiéndose en arrugas de poca importancia al parecer, las que tomando contacto de impromptu con el altiplano, marcan una línea no bien definida donde principian las llanuras de indefinidos horizontes.

La altura de observación, el pronunciado alto relieve, y la rápida sucesión de las escenas, dan la impresión de salvar un gigantesco escalón de amplísima huella y profundo peralte.

### PENINSULA CALIFORNIANA

*Baja California.*—La península en cuestión fué teatro de largos períodos epigénicos y orogénicos, cambiando notablemente sus contornos, ya como isla, bien perteneciendo al cuerpo continental, ahora hendida por un canal marino, y por último como prolongación de la Alta California en forma de península.

La publicación relativa a la "Carta Geológica de la Baja California" por el ingeniero Teodoro Flores (54) expone en interesante disertación los tópicos, geológicos de esta importante península.

Consultando la carta correspondiente a ese estudio, de acuerdo con la distribución de las rocas ígneas peninsulares en relación a su abundancia y edad, podemos clasificarla en tres regiones:

a). Del cabo San Lucas al puerto de La Paz, predominando rocas intrusivas post-Cámbricas.

b). De la Paz al paralelo 29° 30' privan las rocas extrusivas terciarias y post-Terciarias, así como material piroclástico en su mayor parte, constituido por brechas y tobas terciarias.

c). Del paralelo 29° 30' al límite internacional, se nota la aparición de gran cantidad de rocas intrusivas post-Cámbricas como en la región a).

Es decir, volvemos a encontrar las rocas extrusivas localizadas de singular manera en la parte media peninsular.

Si tomamos en consideración las áreas estables e inestables, de acuerdo con los diferentes observadores que han estudiado la Baja California, las

(54) Flores, T.: Carta Geológica de la Baja California. Instituto de Geología 1931. Cartas Geológicas o Mineras N° 1.

zonas afectadas por los movimientos más frecuentes en sentido vertical, o sean los geosinclinales de mediana persistencia, corresponden a la zona asegurada con rayado horizontal, localizándose en el Golfo de California y en colindancia paralela a la faja extrusiva peninsular.

Desgraciadamente carecemos de datos relativos a las estructuras sepultadas de esa área, para intentar una explicación clara y específica de este lugar; empero aquel hecho viene a fortalecer nuestra teoría del magma subgeosinclinal continental, y no proporcionado por fosas o cámaras del subsuelo marino pertenecientes al Océano Pacífico.

Analicemos el fenómeno en cuestión comparándolo con el de igual carácter, realizado en la porción continental que dió origen a la Sierra Madre Occidental.

En el caso estudiado se trata de una faja emergida sensiblemente paralela y a 150 kilómetros aproximadamente del continente. Tanto ésta faja como la continental, ambas de rocas extrusivas, colindan al oriente con sendos geosinclinales; el californiano más frecuente en oscilación que el continental, según se desprende de su historial geológico. De acuerdo con la teoría, a mayor frecuencia oscilatoria corresponde mayor profundidad de cámara magmática, y por tanto, en las extravasaciones se encontrarán rocas con sanguíneas de magma gábrico.

En efecto, en lo que se refiere a la Baja California, el ingeniero Joaquín M. Ramos (55) nos da a conocer que en el gran valle de San Ignacio se encuentra el "basalto ampoloso".

En el volcán de "Las Vírgenes" existe un arroyo, y en toda su extensión, haciendo impracticable el paso, se observa basalto compacto, obsidiana, pórfido traquítico, lava y escoria volcánica. En el costado N. de este arroyo y sobre la prolongación de los cerros que se dirigen a la costa, a una altura de 470 metros, hay un ojo de agua a 55° de temperatura, conocido con el nombre de "Agua de Azufre".

El geólogo Hisakichi Hisazumi (56) inserta: "Una gran extensión de la vertiente del Pacífico especialmente en la región de la mesa, en dirección N. desde el paralelo 25° de latitud, está cubierta por la corriente de lava básica, la que por lo general descansa sobre la arenisca de la masa. La mayor extensión cubierta por la corriente de lava, es la superficie de la planicie entre Comun-

dú y San Ignacio, variando el espesor de esta corriente entre 20 y 30 metros".

En cuanto a las rocas extrusivas continentales ya son bien conocidas por lo anteriormente expuesto.

Por otra parte, si el magma no fuera propiamente continental sino de procedencia de áreas oceánicas: ¿Cómo explicaríamos satisfactoriamente la distribución de rocas extrusivas preferentemente en la región media de la península, cuando en la Sierra Occidental se manifiestan en todo su desarrollo?

Por último, otra prueba en contra de una gran área magmática peri-continental oceánica, consiste en la diferencia en edad entre las rocas extrusivas básicas peninsulares con las ácidas y básicas continentales, pues a las primeras Hisazumi las considera de probable edad post-Miocénica, en tanto que las rocas continentales ácidas como las andesitas y riolitas están comprendidas del Plioceno al Pleistoceno, de edad reciente los basaltos, lo cual quiere decir que el foco californiano "vivió más aprisa", vélgase la expresión, dada su relativa pequeña área, su profundidad y el comportamiento de una zona de grandes fracturas y oscilaciones verticales. En sus cercanías se observan la gran falla de San Andrés, que pasa por San Francisco California, y sigue adelante; las depresiones existentes bajo el nivel del mar en la parte norte de la Baja California, como la laguna Salada o de Macuata, entre la Sierra de Juárez y la de los Kikapus, el Vaso de los Volcanes, y en los Estados Unidos la localidad de El Saltón a 73 metros bajo el nivel del mar.

El modelado de la península es en extremo interesante por la desnuda rugosidad de sus montañas, con picos desgarrados y áreas de suave pendiente en sus flancos, formando a lo largo de la península una serie interrumpida de sierras con dos vertientes: la del Pacífico, en general de suave declive y aspecto desértico, y la oriental con pronunciada inclinación. Las costas del Golfo la forman acantilados, terrazas o bruscos levantamientos de montañas; las occidentales, salvo las bahías de Santo Tomás y Todos Santos, la costa se presenta alta y fuertemente erosionada por el ariete marino, con litorales desgarrados.

(55) Ramos, J. M.: Informe de los trabajos ejecutados por la Comisión Exploradora de la Baja California en 1884. Secretaría de Fomento, pp. 82-83.

(56) Hisazumi, H.: El Distrito Sur de la Baja California. Anales del Instituto de Geología, Tomo V. 1930 p. 65.

Lo singular de la península, sobre todo en la región meridional, donde pasamos algunos meses, es la gran condensación o rocío por la rápida elevación de la temperatura ambiente al salir el sol y por la transparencia de la atmósfera.

La nubosidad proporciona en el atardecer policromas puestas de sol, verdaderamente maravillosas, para ofrecer más tarde un cielo intensamente oscuro engalanado con infinitas estrellas de brillo particular.

Constituye la Baja California una península de génesis diametralmente opuesta a la de Yucatán, como más tarde se explicará, pues los fenómenos orogénicos y epirogenéticos forman las secuelas de su origen, y aún en los tiempos presentes le queda el hábito de su inquietud tectónica, como lo demuestran los depósitos de conchas marinas modernas encontradas por Wittich a más de 1,050 metros de altitud. (57)

#### REGION MERIDIONAL DE LA CORDILLERA NEO-VOLCANICA

Se diferencia esta región de su colindante Septentrional, por su tectónica, estratigráfica y relieve. T. W. Vaughan (58) divide esta área en tres provincias: Oaxaca y Guerrero; Chiapas y Guatemala; y la península de Yucatán. Conformes desde luego, con tal división, tratándose de provincias tectónicas, sin desear enmendar la plana a tan ilustre estratígrafo proponemos llamarlas, invocando aspectos circunscritos al país, de la manera siguiente:

- a). Cuenca del Balsas y planicies costeras Sud-Oriental y Sud-Occidental.
- b). Istmo de Tehuantepec, Chiapas y Tabasco; y
- c). Península de Yucatán.

La primera limitada al norte por la Cordillera neo-Volcánica y la porción más estrecha del Istmo; la segunda entre esta última división y los límites con Guatemala; y la última constituida propiamente por la península de Yucatán.

Es verdaderamente lamentable no poseer gran acopio de datos y estudios generales y numerosos de la región meridional, pues sus fragosas montañas, grandes porciones aún inexploradas faltantes de cartografía, los escasos y difíciles medios de comunicación, las tierras bajas de ardoroso clima, lluvias abundantes, la selvática vegetación, inhospitalarias áreas, el espesor de sus suelos y

humus, y otras partes que son objeto de inundaciones periódicas o extensos fangales, dificultan la rápida y económica exploración ocultando, por ende, al geólogo, el polimorfo escenario del complejo estructural.

Sin embargo, algo se ha logrado a este respecto a pesar de las dificultades apuntadas, pues los trabajos del Dr. Aguilera, de Félix y Lenck, del Ing. Flores, de Burckhardt y otros, han despejado muchas incógnitas, y en la región ístmica, los de Böese (1905), Ver Wiebet (1926) y Sapper (1937), dan idea de los hechos geológicos de esa porción de nuestro territorio.

#### CUENCA DEL BALSAS

Esta gran cuenca fué formada por la geodespresión del canal del Balsas, geosinclinal que desapareció en el Cretácico superior.

La primitiva depresión del Balsas debió ser de una extensión considerable, cuyos límites son de muy difícil investigación, ya que a fines del Cretácico y principios del Cenozoico, los movimientos orogénicos levantaron la Sierra Madre del Sur, principiando a limitar la cuenca al SE. a lo largo de la costa hasta las cercanías del norte de la ciudad de Oaxaca, en donde otra rama con rumbo NNE. se une al extremo E. de la Cordillera neo-Volcánica, siendo esta nevadura la Sierra Madre de Oaxaca, probablemente del mismo origen tectónico que la Sierra Madre del Sur. Su parteaguas limita el perímetro oriental de la cuenca del Balsas, y al oriente sus pendientes abruptas se resuelven en la planicie costera del Golfo, de la que hablaremos más adelante. De la región oaxaqueña, como ya vimos, se continúa la Sierra Madre del Sur paralela al Pacífico, desapareciendo en la región ístmica, donde pierde todo su vigor.

Es de pensarse que el Balsas vertía al principio sus aguas más al norte de su desembocadura actual, ya que siguiendo en casi todo su desarrollo una dirección NWW. antes de llegar al litoral, bruscamente cambia su curso de N. a S.

De acuerdo con lo antes apuntado, los fenómenos orogénicos de la Sierra del Sur, en la parte de la antigua desembocadura, formaron un dique obturando la salida de las aguas del Bal-

57.—Wittich E.: La emersión Moderna de la Baja California, M. S. C. A. C. Vol. XXXV. p. 121-144.

58.—Vaughan, T. W.: Geologic History of Central America and the West Indies During Cenozoic Time. Bol. Geo. Soc. Am. Vol. 29, pp. 615-630, 1918.

MAYO-JUNIO 1942

sas, debiéndose inundar una gran zona. A consecuencia de esos mismos, pero últimos movimientos orogénicos, se abrió paso por la Sierra Madre del Sur, aprovechando algún fracturamiento o línea de debilidad, que a través del tiempo labró encajonados y angostos cañones. Por ahora, no se han encontrado evidencias de sedimentación que indiquen vestigios de una cuenca cerrada por largo espacio de tiempo; si las hubo, la vida efímera de ese gran lago, la intensa denudación y la actividad del Cenozoico en el borde septentrional, fueron suficientes para borrar las huellas o evidencias de sedimentación o facies lacustres, en lo hasta hoy estudiado.

El tiempo de formación de la Sierra del Sur, data de fines del Cretácico superior y principios del Cenozoico. La edad de las rocas en el perímetro de la cuenca son distintas. Refiriéndose a Oaxaca dice el ingeniero Flores (59): "Los diversos grupos de montañas y sierras formados de este modo —lo explica anteriormente— constituyen elementos de relieve que no han hecho su aparición en la misma época, sino que al contrario, son debidos a levantamientos sucesivos de los cuales los más modernos corresponden casi siempre a las mayores elevaciones absolutas". Continúa: "De una manera general, la región explorada puede considerarse como un macizo primitivo sobre el cual descansan sedimentos mesozoicos, coronados por formaciones terciarias y cuaternarias".

"El macizo primitivo está formado por gneiss, mica-pizarras y phyllades. El gneiss afecta una esquistosidad muy variable, pasando a veces al gneiss granitoide; las phyllades descansan directamente sobre él y son casi siempre muy escasas, al contrario de las mica-pizarras que son muy abundantes y en ocasiones granatíferas, como pueden verse en la Sierra, que de las cercanías de Atoyaquillo se dirige al Cerro de la Campana". "Entre los sedimentos mesozoicos dominan los cretácicos y en muy reducida extensión superficial figuran los pertenecientes a los períodos triásico y jurásico; los sedimentos cretácicos aparecen como pizarras arcillosas, areniscas, calcáreas y margas de color verde, y calizas en algunos lugares fósíferos; los sedimentos triásico-jurásicos contienen con mucha frecuencia fósiles y están representados por areniscas cuarzosas y pizarras arcillosas, en las cuales se encuentran a veces numerosos nódulos de hematita roja arcillosa o de limonita: estas pizarras se observan, casi siem-

pre, descubiertas en las barrancas, donde se ven muy plegadas y dislocadas por rocas ígneas".

"Las formaciones terciarias están representadas, en general, por conglomerados rojo y calizo, areniscas de distintos granos, margas y extensos depósitos de yeso". "Las rocas ígneas terciarias, están representados en su mayor parte por andesitas, basaltos, rhyolitos y rocas pertenecientes a esta familia. (60).

El Instituto de Geología (61) identificó los siguientes cuerpos intrusivos en una extensa zona entre Arteaga y el río de las Balsas: pórfidos basálticos, cerca de "El Remanse" y más al NE. granitos, monzonitas, granodioritas, monzodioritas, dioritas, gabros y otras más.

De las dos ramas que se bifurcan en Oaxaca, la más al sur avanza sensiblemente paralela al Pacífico; en la oriental, en las cercanías de la Cordillera neo-Volcánica, ya aparecen las rocas extrusivas jóvenes.

Estos diferentes aspectos litológicos, relacionados con la edad de las rocas y formaciones, nos manifiestan que la cuenca del Balsas fué limitando su perímetro hidrológico paulatinamente, principiando por el S. con la Sierra Madre del Sur, después la rama oriental y por último la Cordillera neo-Volcánica. En consecuencia, esta cuenca se puede clasificar según su génesis: como una depresión tectónica, circunscrita por rocas ígneas y volcánicas y erosionada posteriormente.

Respecto a la región sur de Oaxaca, Palmer expone: "Existieron tres períodos de intrusiones granodioríticas y graníticas, siendo las primeras las más extensas... El cuerpo principal intrusivo parece encontrarse en una línea alargada paralela a la costa y a cierta distancia de la costa actual... Parece que el área total fué sometida a una intrusión de proporciones batolíticas, más fué en la proximidad de la costa donde los diques llegaron a la superficie... El período de intrusiones importantes fué acompañado aparentemente y seguido de movimientos terrestres provocando pliegues y fallas; por tanto, en el Cretácico su total historia dinámica ha sido evidentemente de compresión". (62)

59.—Flores T.—Datos para la Geología del Edo. de Oaxaca. Bol. Soc. Geol. Mex. Tomo V. pp. 107-128. 1901.

60.—Flores T. Op. cit. p. 110.

61.—González R., J. Geología y Recursos Minerales de una porción sud occidental de Michoacán. (1938) (Inédito.)

62.—Palmer, R. H. Geology of southern Oaxaca, México, Jour. Geol., Vol. 36, pp. 718-724.

Respecto a la Sierra Madre del Sur, a nuestro entender las rocas ígneas intrusivas de fines del Cretácico y principios del Cenozoico, principiaron a limitar la cuenca, y el levantamiento orogénico de las nevaduras, y la extravasación de las rocas ígneas jóvenes, terminaron el perímetro definitivo particularmente en el lado septentrional.

*Relieve.*—De las regiones norte, noroeste y central del Estado de Guerrero, el ingeniero Santillán (63) hace la siguiente descripción:

“En las porciones meridional y occidental de toda la región explorada y con una dirección aproximada de E. a W., se encuentra un macizo montañoso en una faja de unos 25 kilómetros de ancho e incluye una serie de cerros tales como el de Teotepec (3,550), que es el más alto en toda la sierra del Estado de Guerrero; el de Grados (3,000); el de Puerto Hondo (2,280); la cumbre de Igualatlaco (2,900); el de Cuapango (2,420) y otros muchos de menor altura.

“En cambio, hacia el sur del macizo montañoso citado anteriormente, la orientación de los contrafuertes que de él se desprenden ya no se conserva tan constante como los que se dirigen hacia el norte, sino que se observa una multitud de cerros ligados entre sí por filosos eslabones que limitan barrancas en distintas direcciones”.

“La porción del terreno comprendida entre las poblaciones de Balsas y Coyuca de Catalán, y que se extiende hacia la margen derecha del río Balsas, es bastante quebrada, y las eminencias presentan el aspecto de filos o crestas alargados en distintas direcciones y con sus flancos muy inclinados; o bien los cerros aparecen como mesetas escalonadas con numerosas escotaduras profundas, que permiten la formación de grandes acantilados”.

“La zona llamada “Tierra Caliente” que se extiende a unos diez kilómetros a uno y otro lado del río Balsas, desde Santo Tomás, hacia el W., se observan cerros aislados o colinas, generalmente de poca elevación y que limitan en parte una serie de valles de erosión que forman parte de una extensa planicie que se prolonga hacia el S. hasta encontrar las primeras estribaciones de la Sierra Madre del Sur”.

#### PLANICIE COSTERA AL ORIENTE DE LA CUENCA DEL BALSAS

Un breve resumen del estudio hecho por el ingeniero Juan B. Gibson (64) en la planicie

costera entre los 19° 34' y el río Coatzacoalcos, nos dará una ligera idea de esta porción:

“Las exploraciones geológicas que se han hecho en esta zona, han sido con objeto de localizar condiciones favorables para las acumulaciones petrolíferas. La falta de afloramientos en una grande extensión, han determinado el uso de métodos geofísicos, como el gravimétrico y el sísmico, con lo que después de un largo y sistemático estudio de esta región, ha podido llegarse a conclusiones más o menos satisfactorias”.

El cuadro de correlación estratigráfico de los sedimentos marinos de la costa del Golfo que se inserta, establece que las formaciones de la zona que nos ocupa, comprendidas del Triásico-Jurásico al Reciente, en comparación con la planicie costera del Golfo en su porción septentrional, y durante ese lapso, presentan los siguientes aspectos:

Del Triásico-Jurásico al fin del Eoceno, en la planicie costera veracruzana (Tuxpan y Tampico) y NE. de México, las perturbaciones fueron más numerosas, dando lugar a mayor número de facies o sea a diferentes pisos geológicos dentro de la misma formación; en cambio, en la porción que tratamos, las facies disminuyen y éstas son de gran espesor. Es decir, en este lapso geológico fué más inestable la porción norte y menos movida la porción sur. Lo inverso sucede del oligoceno al reciente, en el norte la hoy planicie costera norte fué menos perturbada, los sedimentos de mayor espesor con pocas facies, y mayor calma tectónica; en cambio, al sur aumentan las facies, sus potencias son pequeñas y la zona se presenta muy fracturada.

Esto se comprueba por la existencia de “domos salinos”, importantes, de probable edad pre-Mezoica, los cuales, para su formación, necesitaban los lentos procesos de evaporación, concentración salina y cristalización; además, los mantos de impregnación petrolífera se encuentran principalmente en el Mioceno inferior, principalmente en las series Encanto y Concepción, donde existen las arenas aceitíferas.

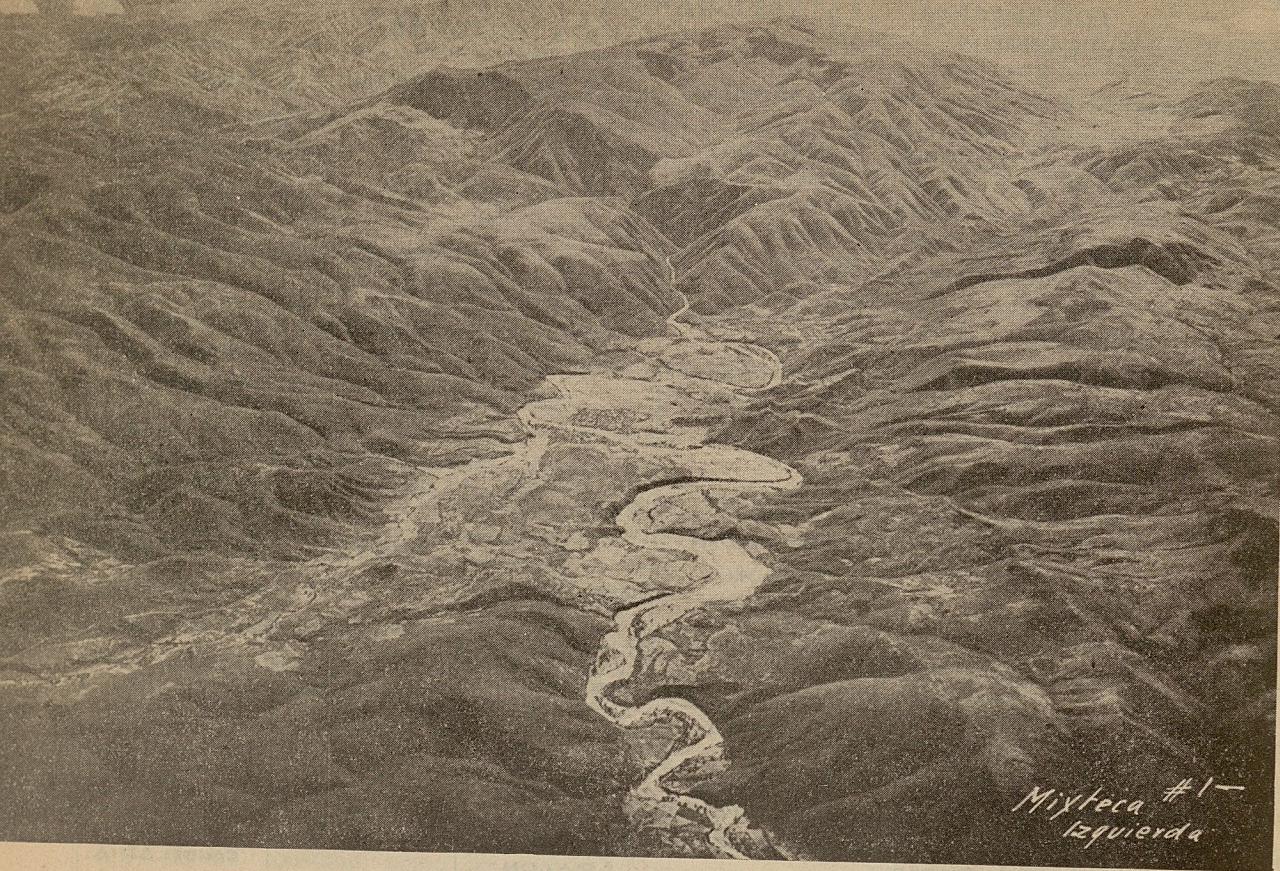
Respecto a la morfología, el ramal oriental o sea del Sur, propiamente la Sierra Madre de Oaxaca, ya fue descrito. En cuanto a la planicie

63.—Santillán M. Geología Minera de las Regiones Norte, Noroeste y Central del Estado de Guerrero. Bol. I. G. de M. N.º 48, pp. 47-102.

64.—Gibson, Juan B. Estratigrafía y Tectónica de la zona costera del Golfo entre el 19° 34' latitud Norte y el Río Coatzacoalcos, Ver. B. S. G. M. Tomo 9. Núm. 5, 1936. pp. 271-288.

**CORRELACION ESTRATIGRAFICA DE SEDIMENTOS MARINOS (VARIOS AUTORES)**

ERA	SISTEMA	SERIE	TEXAS	N.E. DE MEXICO	COSTA VERACRUZANA	ISTMO	TABASCO		
CENOZOICO	Terciario	PLEISTOCENO	BEAUMONT LISSIE REYNOSA	BEAUMONT REYNOSA CALICHE			TIERRA COLORADA		
		PLIOCENO	<i>Areniscas Goliad.</i> LAGARTO			<i>Sabana de Grava.</i>	PLIOCENO		
		MIOCENO	OAKVILLE	SAN FERNANDO			PUNTA GORDA CEDRAL AGUAGUEXQUITE PARAJE SOCO FILISOLA CONCEPCION ENCANTO	TRES PUENTES BELEM ZARGAZAL ENCAJONADO GONZALEZ AMATE PRUDENCIA	
		OLIGOCENO	CATAHOULA	<i>Lechos Pamoranos.</i>	TUXPAM <i>Conglomerado basal</i>				
			FRIO VICKSBURG	GUEYDAN MESON FRIO VICKSBURG	MESON <i>(COAZINTLA, ALAZAN, PALMA REAL SUPERIOR)</i>		DEPOSITO LA LAJA	MACUSPANA CALIZAS CHINAL LUTITAS CHINAL	
		EOCENO	JACKSON	TEXT. HOCLEYENSIS FAYETTE TEXT. DIBALLENSIS	FAYETTE ARENAL			CONGLOMERADOS NANCHITAL	
			CLAIRBORNE	COKFIED YEGUA COOK MOUNTAIN MOUNT SELMAN BIGFORD CARRIZO	YEGUA COOK MOUNTAIN MOUNT SELMAN CARRIZO	GUAYABAL ARAGON		LUTITAS CANDELARIA	
			WILCOX	INDIO	INDIO	CHICONTEPEC <i>Superior</i>	LUTITAS NANCHITAL <i>Superior</i>		
			MIDWAY	WILLIS POINT KINCAID		CHICONTEPEC <i>Medio</i> CHICONTEPEC <i>Inferior</i>	USPANAPA	VELASCO	
			TAYLOR	ESCONDIDO - TORNILLO DIMAS-AGUJA	VELASCO NAVARRO	VELASCO CARDENAS	VELASCO LUTITAS NANCHITAL		
MESOZOICO	CRETACICO	SUPERIOR	AGUJA INFERIOR SAN MIGUEL UPSON	MENDEZ	MENDEZ	MENDEZ	<i>Conglomerado PASO MONO</i>		
		AUSTIN EAGLE FORD WOODBINE							
		WASHITA	BUDA DEL RIO GEORGETOWN	SAN FELIPE	SAN FELIPE TAMA SOPO				
		FREDERICKSBURG	EDWARDS		XILITLA EL ABRA		CALIZAS SIERRA MADRE		
		TRINITY	GLEN ROSE TRAVIS PEAK PRESBIDIO TORGER LECHOS ROJOS	TAMAULIPAS	TAMAULIPAS				
JURASICO		MALONE		YESOSOS NOVILLO TAMAN LECHOS ROJOS SAN BARTOLO	CHINAMECA	TODOS SANTOS			



Sierra Santa Mónica, valle longitudinal con una corriente inversa, que es la de la izquierda, desembocando en la principal. Obsérvese el carácter meándrico de la corriente principal. (Depto. de Fotogrametría de la C.N.I.)

costera, su formación se debió a los períodos de sedimentación pre-Cenozoicos en el litoral del antiguo Golfo Mexicano, siendo esta porción menos trastornada que la septentrional. En el Cenozoico, los pliegues de las calizas cretácicas, y la actividad volcánica en el Cofre de Perote y volcán de San Martín, influyeron en el modelado.

La cuenca del Balsas y la planicie costera oriental, establecen una transición, entre un modelado de origen de intensa orogenia y otro de carácter eruptivo al sur, los que al mostrar su debilitamiento en el istmo, incrementan las evidencias de la orogenia causante de los macizos cristalinos, que forman la Sierra Madre del Sur, quedando limitada ésta en el estrechamiento ístmico.

*Complejo oaxaqueño.* En casi toda la literatura geográfica se ha considerado al Zempoaltepetl (4,000 metros sobre el nivel del mar), como la intersección de dos o tres sistemas orográficos, llamándole nudo de Zempoaltepetl. De acuerdo con la connotación castiza de nudo, el Diccionario de la Lengua dice: "lugar donde se unen o cruzan dos o más sistemas de montañas".

Hemos tenido la oportunidad de volar al oriente de la Mixteca, confesando que la impresión

del relieve deja al observador confuso. Ahora, pudiendo observar los pares estereoscópicos oblicuos tomados últimamente por la Comisión Nacional de Irrigación, en esa región, se llega no a resultados precisos cartográficos, pues por una parte la verdadera localización sobre las cartas geográficas de que se dispone, difieren en mucho del levantamiento aéreo; y por otra, la gran extensión del macizo montañoso hace que sea necesario un estudio minucioso y sumamente detallado. Establecido ésto, pasamos a describir el resultado, con las reservas que el caso amerita, de la interpretación sobre las fotografías oblicuas.

*Relieve.*—El modelado mixteco es sumamente complejo pues el escenario es rico y variado en formas topográficas; así aparecen incontables nevaduras con diversas orientaciones; relieves jóvenes en inmediata vecindad con valles longitudinales de erosión angostos, erodados por ríos de curso meándrico; soberbios anfiteatros constituyendo grandes parteaguas parciales; crestas paralelas limitando una sucesión de estrechos valles, que alimentan otro más vigoroso cortando al sistema normalmente; corrientes inversas al plano hidrológico general, por lo accidentado del terreno; cubetas de erosión vertiendo sus aguas en inmediatos y profundos cañones; nevaduras

múltiples originando un drenaje dendrítico recogido por el trazo en zig-zag de un arroyo de fuerte pendiente hidráulica, que establece en su curso los distintos niveles de erosión; parteaguas ondulados, ya lo suficientemente degradados para dejar ver la sucesión de eminencias que antes unidas formaban una cresta bien definida; pequeñas áreas arredondadas formadas por terrazas sedimentarias; formas de elevaciones prismáticas, en cuyo fondo las líneas quebradas representan el turbulento lecho de numerosos arroyos; falta absoluta de planicies, llanos y planadas, por lo que los nativos siembran en las angostas vegas de los valles. Esto dará idea de la incompetencia del pincel o la pluma para describir tan interesante zona, no quedando sino a merced de la cámara la que, con muy justa razón, llamo el pincel de la naturaleza.

Es un hecho que en el Estado de Oaxaca, se establece la Sierra Madre de Oaxaca, como la hemos designado para distinguirla de su vecina. Siguiendo el curso de nuestro análisis, se advierte en las fotografías aéreas que no existe una altitud predominante donde se vean desprenderse

en el terreno los ejes de los dos sistemas orográficos principales. El Zempoaltepetl propiamente divide dos vertientes, mas queda muy lejos de la correspondiente a la cuenca del Balsas. Por otra parte el ingeniero Flores en sus "Datos para la Geología del Estado de Oaxaca" (Op. cit.), hace ver que las mayores elevaciones absolutas son debidas a levantamientos modernos. Ante estos conceptos no queda sino limitar las cuencas con sus correspondientes parteaguas, los cuales ya son formas degradadas de erosión y, por tanto, modificaciones posteriores al relieve primitivo.

En consecuencia, no podríamos, en bien de la precisión, llamar nudo a la intersección de ambos sistemas montañosos, por establecerse en muchos kilómetros cuadrados el área de intersección; así, pues, a falta de estudios geológicos detallados de esta zona tan discutida, para conocer las relaciones genéticas de estos sistemas y discutir sus estructuras y formas topográficas queda, por ahora, como un complejo orográfico en que los parteaguas, desde el punto de vista de relieve, nos dan, aunque sinuosos, la orientación de la

**Formas erosivas tendiendo al tipo subredondeado condrenaje dendrítico en el Estado de Oaxaca. Fotografía tomada en el estudio de la Alta Mixteca, explorada por primera vez con levantamientos fotogramétricos aéreos del Depto. de Fotogrametría de la C. N. I.**



Mixteca # 4  
Ecuador



Zona que divide los parte-aguas de la Cuenca del Balsas, vertiente del Pacífico y vertiente del Golfo, cerca de Jaltepec, Oax., al N.W. de la Ciudad de Oaxaca, Oax. (Depto. de Fotogrametría C.N.I.)

Sierra Madre del Sur y la Sierra Madre de Oaxaca.

Este parteaguas, también amplio, queda comprendido, sin poder localizarlo con precisión por la razón antes mencionada, al W. y N. de la ciudad de Oaxaca mostrando la fotografía adjunta un aspecto de esta zona de tres vertientes en las cercanías de Jaltepec al NW. de la ciudad de Oaxaca.

#### ISTMO DE TEHUANTEPEC

*Paleogeografía Cenozoica.* — En el Istmo de Tehuantepec se hacían sentir las invasiones marinas, cuando en la región meridional del país ya se retiraban notablemente hacia el Golfo de México, según se ve en las cartas paleogeográficas.

Karl Sapper (65) en la carta geológica de Chiapas y Tabasco, presenta el límite del Mioceno, el cual está representado en la carta invadiendo el sur de Veracruz, Tabasco, Campeche, Chiapas y Yucatán.

En relación con las facies coralinas de Florida, el Caribe y Golfo de California, Vaughan (66) opina que se sugiere una comunicación interoceánica quizá a través del Istmo de Tehuantepec, la cual difícilmente puede dudarse.

Spencer (67) anota: “La formación Coatzacoalcos constituye el descubrimiento más valioso de Centroamérica y las Indias Orientales, ya que no hay otro lugar de fauna pliocénica tan bien definida.

“Desde el punto de vista paleogeográfico, la existencia de fauna fósil es de lo más interesante, ya que evidencia que el Istmo fué sumergido como una centena de metros durante más o menos el Plioceno, si no desde fines del Mioceno.

“No es improbable la existencia de muchas comunicaciones durante el Plioceno entre el Golfo y el Pacífico”. Esta geodepresión, de acuerdo con Spencer, aparece en la carta paleogeográfica.

La angostura ístmica se debe, pues, a esa última geodepresión desapareciendo en el Pleistoceno y cubriendo aun los mares epeíricos en los Estados de Veracruz, Tabasco, Campeche, Yucatán y Territorio de Quintana Roo, alcanzando poco a poco la forma conocida en la actualidad,

65.—Sapper, K. Handbuch der Regionalen Geologie. Mitteleuropa, 1937.

66.—Vaughan, T. W. The Reef-Coral Fauna of Carrizo Creek, Imperial County, California, and its Significance. U. S. Geo. Surv. Prof. Paper, 98 p. 369. 1916.

67.—Spencer J. W. Great Changes of Level in México and the Interoceanic Connections. Bull. Geol. Soc. Am. Vol. 9 p. 25. 1897.

con el levantamiento de la losa caliza que forma la península de Yucatán.

El elemento fisiográfico más elevado en Chiapas lo constituye la Sierra de Chiapas. Respecto a su continuidad con la Sierra Madre del Sur, exponemos el siguiente criterio: La geodepresión llamada canal de Tehuantepec, sumergió el macizo cristalino segregando en la parte superficial a las dos Sierras: la Madre del Sur y la de Chiapas. Más tarde, al emerger no llegó a grandes alturas, hecho comprobado por el perfil geológico de Böese (68), encontrando la parte más alta en la estación Chivela a 244 metros de altitud, en donde se encuentran gneisses y esquistos cristalinos, siendo este lugar una de las mayores alturas del ferrocarril entre Coatzacoalcos y Salina Cruz.

En resumen, la zona de debilidad del antiguo canal de Tehuantepec, rompió, por decirlo así, la continuidad superficial de ambas rugosidades corticales: la Sierra Madre del Sur y la Sierra de Chiapas.

Según Sapper (69), la Sierra de Chiapas presenta del Istmo propiamente dicho hasta unos

cuantos kilómetros hacia la República de Guatemala, elevaciones de 600 a 700 metros, adquiere más al SE. una amplitud de 90 kilómetros, presentando después masas considerables sobre las cuales se aprecian pequeñas elevaciones y montañas en dirección E.-W., aproximadamente. Según Böese, en la última parte del Mesozoico y probablemente en el Senomaniano, las formaciones de esta Era fueron dislocadas y dobladas hacia el Sur, contra los antiguos núcleos, haciendo que Oaxaca y Chiapas se convirtieran en tierra seca, permaneciendo así hasta el Eoceno.

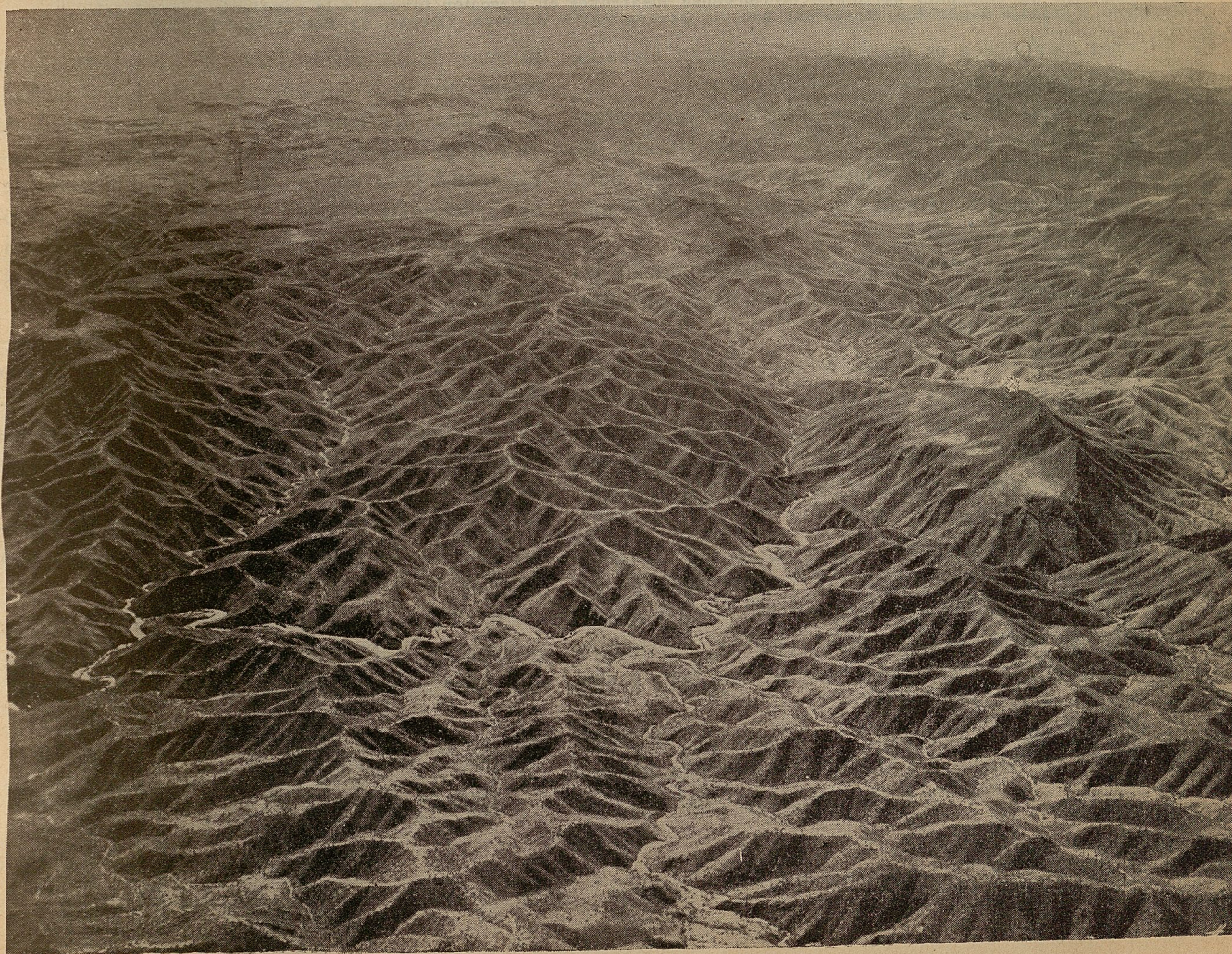
En el Pleistoceno, se manifestaron elevaciones en la parte W. de Chiapas.

Este diastrófismo, de acuerdo con Böese, plegó las formaciones cenozoicas formando anticlinales y sinclinales, elevando la mayor parte del área en un geoanticlinal; concluyendo que las tierras altas de todo Centroamérica, datan de este diastrófismo. Para Sapper, la tantas veces citada sie-

68.—Böese, E. Excursions a l'Isthme de Tehuantepec. Guide Géologique au Mexique, 1906.

69.—Sapper, K. Handbuch der Regionalen Geologie. Mittelamerika, 1937.

**Zona al W. de Nahuatipan, Oax., y S. de Coatepec. Obsérvese el desarrollo de valles longitudinales y paralelos unidos por arroyos transversales. (Depto. de Fotogrametría de la C.N.I.)**





Formas desgarradas con crestas en distintas direcciones, donde la erosión y el establecimiento de los cursos de agua imponen un modelado particular. Obsérvense los arroyos en dirección inversa a la pendiente general del terreno y drenaje dendrítico. Norte del Edo. de Oaxaca, región mixteca. (Depto. de Fotogrametría. C.N.I.)

rra chiapaneca es un *horst* o *semiborst* elevado, con rocas paleozoicas cristalinas.

Como elevaciones se encuentran el cerro Atravesado con 1,526 metros, el cerro de Huixila, de 1,152 metros y ya pasando los límites del país, encontramos el volcán de Tacaná con 4,060 metros, según Sapper.

Poco antes de llegar a Guatemala se inician las rocas extrusivas, y en el citado volcán, se muestra un volcanismo reciente.

*Planicie costera del Istmo*—El estudio del ingeniero Manuel Alvarez, Jr., intitulado “Síntesis Tectónica de la Cuenca Salina del Istmo”, nos permite ilustrarnos sobre el relieve de esa área, de donde entresacamos, con su autorización, el siguiente resumen: (70)

La cuenca comprende una región alargada con su eje mayor orientado E.-SE y W.-NW., en una longitud de 150 kilómetros y el eje menor de 70, orientado de N.-NE. al S.-SW., perimetro que aproximadamente limita la línea raya y signo X en la carta tectónica.

El relieve, tomando como línea de referencia la Sierra Madre del Sur y la de Chiapas, lo considera en dos zonas importantes: una por los

pliegues de las calizas del Cretácico superior, con orientación más o menos paralela a las sierras, y falladas fuertemente en el sentido normal de su rumbo. La otra, forma la planicie costera de relieve ondulado por sinclinales y anticlinales de ejes orientados al S.-SE. y N.-NE., disminuyendo sus crestas y depresiones a medida que se acercan al Golfo, lo que da lugar a la formación de varias lagunas.

Por nuestra parte consideramos muy importantes las observaciones anotadas, ya que el río formado por la confluencia del Uspanapa y Nanchital, después de un recorrido al N., cambia bruscamente su dirección hacia el NNW., para después de un trecho largo, convertirse en afluente del Coatzacoalcos. Obsérvase, en la carta geográfica, esa tendencia en los afluentes de corta longitud de los principales ríos

En Tabasco, según Ver Wiebe (71) las rocas pertenecen al Pleistoceno y Reciente. La única excepción se encuentra al S. de la Macuspana,

70.—Ing. Alvarez, A. Manuel, jr. Síntesis tectónica de la Cuenca Salina del Istmo. 1940.

71.—Ver Wiebe, W. A. Geology and Oils-Fields of State of Tabasco. The Pan-American Geologist. Vol. XLIV. p. 274. 1925.

entre el río del mismo nombre y las montañas septentrionales de Chiapas, donde se observan unas lomas o cerros de 40 a 60 metros de elevación en un trayecto de 8 kilómetros y un rumbo N. 60° W., siendo el punto más alto el correspondiente al cerro de Macuspana con 150 metros de elevación.

El mismo autor indica: "De un cuidadoso estudio de la región de Chiapas, aparece que la región más baja del México meridional, está en Tabasco y posiblemente al E. del Estado. En esta porción (embayment) (72) los mares del Eoceno llegaron hasta el río Tonalá y al S. a Sayula (en el río Mexcalapa, en Chiapas). El Mioceno llegó más allá del río Coatzacoalcos, mas no tan al S. de las zonas inundadas del Eoceno".

De la región de Campeche y la parte Baja de Chiapas, la escasez de datos de conjunto nos privan de emitir una opinión geomorfológica sobre esa porción de nuestro territorio constituida por amplísima planicie costera, de suaves pendientes hacia el mar, drenada por importante sistema hidrológico, con no pocos pantanos, multitud de cursos divagantes y áreas inundadas de

gran perímetro, que en épocas de las abundantes precipitaciones que caracterizan la región se muestran numerosas.

Al volar por esas tierras tuvimos la oportunidad de observar el interesante aspecto de un relieve muy avanzado, con grandes extensiones de una selva verde oscuro que forma horizonte, apareciendo de cuando en cuando, ya una laguna aprisionada por la vegetación, ora el serpentear de una angustiosa vía fluvial describiendo meandros más o menos cerrados, o la amplitud de inundadas superficies cuya monotonía se rompe al presentarse un islote plano y solitario de bordes redondeados, morada de una flora y refugio de la fauna sorprendida; y a distancia, la bruma peculiar de una atmósfera saturada de humedad.

## PENINSULA DE YUCATAN

*Yucatán.*—La hoy península de Yucatán constituyó una de las más persistentes áreas sumergidas, emergiendo en forma de plataforma inclinada al Oriente, a fines del Plioceno.

72.—El Ing. Flores traduce la palabra por paleobahía.

Rápida formación de arroyos caudalosos debida a la aportación fluvial de numerosos valles de erosión convergentes. Alta Mixteca. Edo. de Oax. (Depto. de Fotogrametría C.N.I.)



Mucho se ha discutido respecto a la unión hipotética con la isla de Cuba, pareciendo que, según Gadow (73) y Schuchert (74), no existió tal enlace.

La plataforma de la Península de Yucatán, semeja un paralelogramo, cuyos lados se orientan al Norte, con ligera tendencia al cuadrante NE., las profundidades marinas a poca distancia alcanzan 2,000 metros en el Mar Caribe.

Según Sapper (75) en la península de N. a S., se encuentran las siguientes formaciones: El Reciente, interrumpido a lo largo del perímetro de la costa por el Mioceno al E. y el Plioceno al W., en la siguiente forma: rodeando la laguna de Términos continúa después un poco más al S. de Champotón hasta Seiba Playa, donde se interrumpe, apareciendo al N. del poblado de Campeche, rodeando el litoral W. y N. hasta el Cabo Catoche; apareciendo más al S. desde Bahía de la Ascensión, del Espíritu Santo, Payo Obispo, Corozal y Caledonia.

Al sur de Ticul, la Sierrita (76) constituida por calizas que "son más antiguas que la llanura; y han sido referidas al Plioceno".

Hacia el S. el Mioceno cubre la mayor parte central y al SE., se encuentra el Oligoceno.

Davis (77) nos informa que la parte norte "está formada por una planicie sin ríos y con una pendiente de veinte centímetros por kilómetro; es baja y plana cerca de la costa y algo irregular tierra adentro. La planicie está formada por calizas de tiempos modernos a nivel, fracturadas y porosas. En la planicie, el efecto característico de esas calizas se manifiesta por pozos verticales llamados Cenotes comunicados entre sí, en donde escurre agua potable un poco arriba del nivel marino. Se cree en la existencia de ductos inferiores al nivel freático, ya que aparecen manantiales de aguas dulces en el mar y alejados de las costas". Cole (78) está de acuerdo con la teoría de Shaler respecto a la formación de cavernas en Florida.

El ingeniero Horacio Herrera (79), nos da los datos siguientes de gran interés:

"Asombra recorrer esta enorme planicie, sin encontrar ríos, ni arroyos, ni riachuelos. No obstante, la vegetación es exúbera en ciertas zonas, y en las otras abunda el monte bajo y los henequenes. En el subsuelo se encuentra el agua que alimenta a estas plantas."

"En las capas inferiores, el subsuelo de Yucatán está constituido por una formación caliza sumamente porosa que absorbe el agua de las lluvias dada su alta permeabilidad. Es curioso presenciar un aguacero que por su magnitud debería empapar la tierra, y encontrarla completamente seca, después de él como si no hubiera llovido. El suelo, a modo de esponja, absorbió el agua, filtrándose en las capas del subsuelo y hasta ellas van a buscarlas las raíces de los árboles, sobre todo el laxche (Ceibo) en los lugares donde crece, con seguridad hay agua: ya sea al aire libre por haberse roto la superficie de la tierra, resquebrajada por sus mismas raíces; o ya sea profunda, pero de todos modos existe, siendo para los nativos una señal evidente de la presencia del Ceibo, en sus búsquedas de manantiales".

"En efecto, la planicie que forma el suelo de Yucatán, sin ríos, ni arroyos, ni riachuelos, seca en su exterior presenta distinto aspecto dentro de ella. Para darse una idea hay que contemplar sus cenotes, y sus grutas. Al filtrarse el agua pluvial y debido a los fenómenos de disolución y abrasión abrió oquedades para depositarse, talló columnas, cinceló cornisas y frisos para sostener bóvedas cargadas de estalactitas que desplomándose, abiertas a la luz del día, dan nacimiento a los cenotes, y cuando están completas sin desplomes exteriores: son las grutas. Unas y otros, unidos por corrientes subterráneas, forman una red líquida en casi todo el subsuelo. Cuando los depósitos de agua abiertos están en gruta, los nativos los llaman cenotes, pero cuando están a flor de tierra los llaman aguadas".

"Hidrográficamente puede dividirse el Estado de Yucatán en dos partes: la una, al Oeste y Sur carente de agua o muy profunda; la otra al Norte y Oriente, rica en manantiales, aguadas y cenotes. Como una prueba de lo anteriormente asentado, basta recorrer la costa y las zonas colindantes donde abundan las aguadas; la porción central del Es-

73.—Gadow, H. The Distribution of Mexican Amphibians and Reptiles. Zool. Soc. London. Proc. pt. 2. pp. 191-245. 1905. Cit. por (39).

74.—Schuchert, Ch. Historical Geology of the Antillean-Caribbean Región p. 384. 1935.

75.—Sapper, K. Handbuch der Regionale Geologie Mitteleuropa. Tafel III. Heidelberg. 1937.

76.—Urbina, F. Algunas observaciones acerca de la Geografía Física del Edo. de Yucatán. B. S. G. de M. Tomo V. p. 92.

77.—Davis, W. M. Origin of Limestone Caverns Bull. Geo. Soc. of Am. Vol. 41. Sep. 30-1930.

78.—Cole, L. J. The Caverns and People of Yucatán. Bull. Am. Geograph. Soc. Vol. 42. 1910 pp. 321-331.

79.—Ing. Herrera, H. Geografía de Yucatán (inédita), con permiso de su autor.

tado, desde Valladolid hasta Hunucmá provista de cenotes; la parte occidental, en las ruinas de Uxmal, donde se pueden ver, en la actualidad, los depósitos artificiales hechos por los Tutulxiues para recoger el agua pluvial, y finalmente en Peto, los pozos son tan profundos que el agua se encuentra a 40 metros o más de profundidad. En Mérida, en cambio, la primera capa del subsuelo en donde se encuentra depositada el agua extraída de todos los pozos, está a ocho metros de profundidad, siendo esta medida precisamente el nivel del mar”.

“Ahora bien, de la coincidencia apuntada anteriormente que la altitud de Mérida es de ocho

metros sobre el nivel del mar, y a ocho metros a la profundidad se encuentra el agua de los pozos en la misma ciudad, se llegó a creer que el nivel de las aguas subterráneas es igual en toda la península y coincide con el nivel del mar”.

“La Expedición Geodésica en Yucatán, practicó las nivelaciones de precisión, desde Progreso hasta Valladolid; dichas nivelaciones se relacionaron a la marea media del mar y de ellas se partió con nivelaciones topográficas hasta el nivel de las aguas de varios cenotes del Estado. También se midió la cota del agua en varios pozos y sus resultados son los siguientes:

ALTURAS ENTRE LAS POBLACIONES Y EL NIVEL ACUIFERO DE POZOS Y CENOTES,  
CON RELACION AL NIVEL MEDIO MARINO

Ubicación	Cenote	Cota agua en Cenote	Cota Pueblo	Cota espejo agua pozo
Mérida.....	El Geiser.....	6.571	8.000	0.000
Mérida.....	El Tívoli.....	6.954	8.000	0.000
Valladolid.....	El Cenote.....	21.249	22.180	12.180
Uayma.....	El Cenote.....	19.392	23.140	3.140
Tinun.....	El Cenote.....	24.663	25.620	0.620
Dzitas.....	Manila.....	26.472	27.280	18.280
Q. Roo.....	Xcahech.....	12.129	12.670	6.670
Q. Roo.....	El Pozo.....	11.923	12.570	6.570
Tunkas.....	El Cenote.....	17.325	17.710	.....

Las cotas están referidas a clavos de bronce empotrados.

Los interesantes datos del ingeniero H. Herrera, dan derecho a pensar que hay una anomalía entre los niveles del agua en los cenotes y la de los pozos. En efecto, en los pozos se manifiesta el nivel hidrostático de acuerdo con la porosidad, relieve y capilaridad, en cambio la corriente del cenote se establece en los acueductos cavernosos labrados en las calizas drenadas por horizontes acuíferos superiores.

En conclusión, la península de Yucatán es el resultado de largos períodos de sedimentación sin trastornos orogénicos notables, emergiendo la plataforma caliza por medio de fenómenos epigenéticos en grandes lapsos durante el Plioceno, después de lo cual actuaron las aguas meteóricas como disolventes del carbonato de calcio y con evidencias de compresiones tangenciales al E., como se observa en la carta tectónica.

Es, pues, Yucatán, el área más joven de nuestro país.

#### AREA CONTINENTAL

*Relieve y contorno.*—Al solidificarse la corteza litosférica, los primitivos aspectos de las superficies continentales, debieron adquirir su relieve en función de la gravedad, la rotación y la posición del eje del mundo. En cuanto a la configuración de los contornos, estos fueron delineados por el nivel medio de las aguas marinas, al acumularse en las fosas oceánicas y áreas inferiores, actuando desde esos momentos los equilibrios isostáticos y delineando el perímetro de los primitivos litorales. (80)

Partiendo de estas antiguas áreas emergidas, la intervención alternante de los períodos epigenéticos, orogénicos, de erosión y sedimentación, imprimieron nuevos aspectos al relieve y contornos, orientando esas complejas etapas hacia una morfología superficial ya con modificaciones lentas, bien por cambios radicales en relativo corto tiempo o por una denudación lenta y progresiva.

80.—Robles Ramos, R. Hipótesis Isostática sobre los Continentes y Océanos. Bol. Soc. Geol. Mexicana, Vol. IX. Núm. 2.

Tal parece que un gigantesco escultor modelara sobre la tierra con amplias líneas y sabia maestría, los primitivos trazos conducentes a las futuras escenas fisiográficas del presente.

Los aspectos específicos inherentes a las diversas edades geológicas, dejaron huellas asaz claras a la investigación del estratígrafo, para reconstruir, si no en detalle al menos en forma general, los procesos estructurales, de la modificación arquitectónica del estrato terrestre superficial, objeto de nuestro estudio, y predilecta morada de la vida.

Y así, dentro de los períodos epirogenéticos en vastos tramos de los tiempos geológicos, se presentaron geoanticlinales y geodepresiones de extensas superficies; modificaciones de unidades geológicas con ningunos o escasos cambios en la tectónica; y transgresiones y regresiones marinas efectuadas por un completo equilibrio cortical, acumulando enormes cantidades de sedimentos.

En los períodos orogénicos, plegáronse grandes masas de rocas sedimentarias y se intrusaron o esparcieron materiales ígneos en las zonas débiles ya en consanguinidad magmática, bien en procesos de diferenciación, o en marcado ritmo de emisiones, mostrando diferentes familias petrológicas en las extravasaciones de los aparatos eruptivos, realizándose dichos fenómenos en relativo corto tiempo con relación a los fenómenos epirogenéticos.

En cuanto a la erosión y sedimentación, encajada dentro de las fases epirogenéticas y sinorogénicas, se presentaron diversos fenómenos: el catamorfismo exfoliando rocas, fracturando formaciones y variando estructuras; la deflacción de los vientos acumulando arenas movedizas y formando desiertos; el agua como agente de disolución u oxidante, o bien en forma de torrentes o ríos, ya consecuentes, insecuentes, subsecuentes y obsecuentes, conduciendo detritus aluviales, socavando o cortando superficies y montañas, destruyendo guijarros por impacto, desgastando y puliendo fragmentos clásticos, hasta depositar, de acuerdo con la competencia de sus aguas, a distintos niveles y distancias diversas en dirección al mar, las arenas gruesas y finas, las arcillas, y por último, la materia coloidal y sales solubles que se vierten al seno de los mares. En estos trayectos de arriba, abajo y del centro a la periferia de las áreas continentales, se van formando sucesivamente arroyos incipientes, conos aluviales, abani-

cos y formas de piamonte, para dar origen a depósitos de cierta inclinación; mas tarde a terrazas, y por último se resuelven en planicies aluviales o grandes peniplanos, donde serpentean los ríos como deseando continuar aún la gigantesca obra de nivelar el continente, antes de mezclarse con las aguas oceánicas.

Se necesitaba cierta quietud en el incesante cambiar de elevaciones, una laxitud tectónica, y una relativa estabilidad del suelo y subsuelo, para que de modo preeminente y particular ejercieran su influencia sobre el relieve las energías exógenas que dieron el carácter topológico definido a la superficie, juzgada en el actual momento geológico.

Es, por tanto, el relieve y contorno continental una suma de variables dependientes de gran número de funciones de función, determinadas estas últimas por cocientes diferenciales, involucrando los fenómenos geofísicos esencialmente activos, tendiendo a realizar el equilibrio litosférico dentro del orden cósmico.

*Contorno mexicano.*—Hemos llegado hasta las formas que en el presente afectan nuestros litorales, estudiando a grandes rasgos el relieve que como una consecuencia de los fenómenos orogénicos que en la superficie continental se manifestaron sucesivamente; así, pues, podemos decir, que la República Mexicana, teniendo en cuenta los límites internacionales de nuestra Entidad Nacional, semeja a un triángulo esférico deformado por amplia curva hacia el SE., con base localizada en la porción septentrional, donde se encuentra el límite con los Estados Unidos de América. Del extremo Noroccidental de esta base, se desprende la península de la Baja California, larga y angosta de litorales desgarrados, sensiblemente alejándose de las costas de Sonora y Sinaloa. Entre la península y los litorales del Continente, se encuentra el Mar de Cortés que parece semejar un sinclinal alargado cuyo eje se orienta y buza al SE.

De los extremos continentales de la base, se desprenden al SE.-E., dos litorales concurrentes al vértice: uno cóncavo, bajo y arenoso, limitando el oleaje del Golfo, y el otro escarpado y convexo, resistiendo el embate marino del Pacífico.

En el vértice hipotético meridional, donde tenemos contacto con la República de Guatemala y el Dominio Británico de Belice, se desprende, ha-



Cumbres de la Sierra de Perote, Edo. de Veracruz, orientada de N. a S. Cortesía "Cía. Mexicana Aerofoto", S. A.

cia el norte, un plano inclinado calizo, buzando al mar con suaves pendientes al norte y oriente y separando el Mar Caribe del Golfo de México.

### CONCLUSIONES

Con lo expuesto hemos intentado hacer un bosquejo geomorfológico del relieve, en sus aspectos fundamentales.

Queda aún mucho por espigar en los vastos terrenos de la fisiografía, ya que la interpretación del modelado se funda en la geología estructural donde se apoyan los conceptos de la geografía física.

No podemos resistir la tentación de transcribir algunas ideas de Berthaut (81) referentes a estos importantes estudios: "La geografía física no puede actuar sin la colaboración de la geología, sin ésta, no existiría aquélla, o al menos retornaría a su antigua forma, puesto que no tiene elementos para discutir".

"Actualmente la geografía física, íntimamente ligada a la geología, se orienta a la discusión de las causas primitivas, y no existen publicaciones

de interés en esta ciencia, donde la topología no investigue".

"Entendemos por topología el estudio razonado de las formas topográficas. La diferencia entre la geografía física y la topología estriba en la escala de sus documentos, consecuente a la diferencia entre las proporciones de los objetos y las dimensiones de las regiones estudiadas; el estudio permite tanta más investigación en los detalles cuanto las áreas son menos extensas y se representan en escalas más grandes". (82)

Así, pues, aceptamos que nuestra labor, deficiente por diversas causas, se ha encaminado a esbozar la interpretación geomorfológica de nuestras principales unidades orogénicas del país, sin haber podido analizar detalles y profundizar conceptos con amplitud de tiempo, esperando que estudios posteriores, amplíen conceptos o modifiquen ideas encaminados a una mejor interpretación de nuestro relieve.

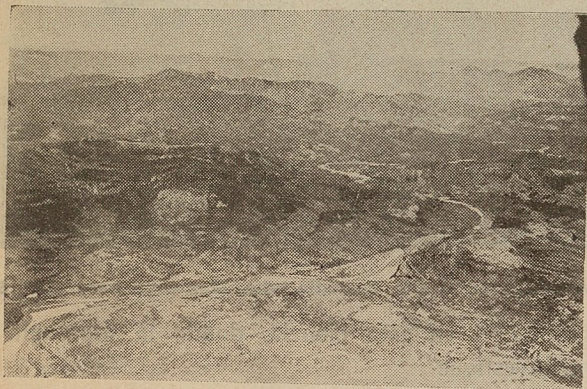
81.—Berthaut. *Topologie*. Tom. I. *Avant-Propos*. pp. 1-IX. 1909.

82.—Op. Cit.

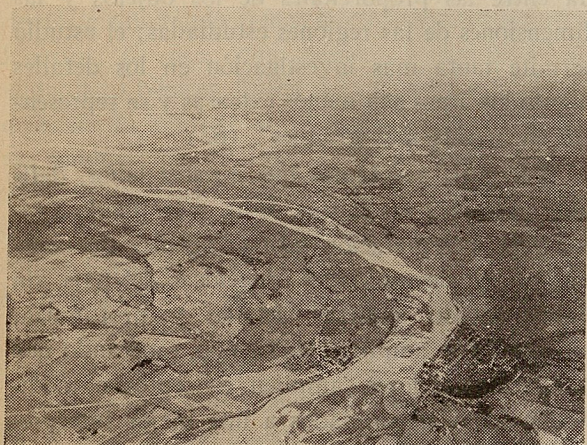
## PRINCIPALES UNIDADES OROGENICAS

En la figura adjunta se establecen las principales unidades orogénicas del relieve mexicano, así como las grandes divisiones fisiográficas como consecuencia de las primeras.

1. *Sierra Madre Occidental*.—Se encuentra en las cercanías y paralela a la costa continental del Golfo de California, continuando más al S., por la del Pacífico, comprendida entre el límite internacional y la margen derecha del río Grande de Santiago, con una orientación N.-NW.-S.-SE. y 1,250 kilómetros, aproximadamente, de longitud y un promedio de anchura de 130 kilómetros. Establece por su posición y morfología los límites del borde occidental de la altiplanicie septentrional (B) y parte de la meridional (C) hacia el E., y al W. la planicie costera noroccidental (A).



Río Santiago Tololotlán, visto hacia aguas arriba donde se encuentran diversas estribaciones de la Sierra Madre Occidental. Edos. de Jalisco y Nayarit. (Depto. de Fotogrametría C.N.I.)



Curso meándrico del río Santiago Tololotlán (límite entre los Edos. de Jalisco y Nayarit). Antes de su desembocadura en las aguas del Pacífico, que se observan en la línea del horizonte. (Depto. de Fotogrametría, C.N.I.)

2. *Sierra Madre Oriental*.—Esta unidad orogénica con rumbo S.-SE., es concurrente a la costa del Golfo de México y principia al N. en el límite internacional partiendo de las serranías del Burro, para terminar en las estribaciones del Cofre de Perote, con un desarrollo longitudinal de 1,260 kilómetros.

Esta importante Sierra limita con sus contrafuertes occidentales el borde oriental de las altiplanicies septentrional (B), y meridional (C), y al oriente las escarpadas vertientes se resuelven en la planicie costera nordoriental (E).

3. *Cordillera neo-Volcánica*. — Esta unidad presenta una notable anomalía con relación al rumbo de las unidades orográficas mexicanas, pues partiendo de las cercanías del cerro de Sangangüey, margen derecha del río Grande de Santiago y Bahía Banderas, se dirige al SE., hacia la región circunvecina del Volcán de Colima, continuando sensiblemente al E., en dirección al Pico de Orizaba y Cofre de Perote. Del Pico de Orizaba se continúa al SE., hacia el volcán de San Martín y región de Los Tuxtlas, Ver., mediando entre la primera y las dos últimas localidades una porción de planicie costera: la sudoriental (F). Del Cofre de Perote se orienta una nevadura hacia la Punta de Villa Rica al N. del puerto de Veracruz, sobre la costa.

Esta importante cordillera considerada de W. a E., limita respectivamente los bordes suroccidental y meridional de la altiplanicie meridional (C), tomando después contacto con la Sierra Madre Oriental, y en su continuación al mar, define el extremo sur de la planicie costera nororiental (E).

Con respecto al borde austral de la Cordillera, toma contacto con la Sierra Madre del Sur, estableciendo el límite meridional de la Cuenca del Balsas (D), para tomar contacto, más al E. con el extremo N. de la Sierra Madre de Oaxaca, continuando al SE., donde principia a perder su rugoso relieve, el que se resuelve en la planicie costera sudoriental (F) y vuelve a presentarse la forma montañosa y volcánica en Los Tuxtlas, Ver., como ya se indicó.

La Cordillera neo-Volcánica orientada de E. a W., divide al país en dos porciones cuyos caracteres tectónicos, orogénicos, morfológicos, de relieve y equilibrio isostático, son marcadamente diferentes, de acuerdo con lo que a continuación

se expone y según el plano tectónico y orográfico que se acompaña (83).

Comparando las regiones septentrional y meridional, separadas por la Cordillera neo-Volcánica se tiene:

#### REGION SEPTENTRIONAL

a). Las líneas estructurales principales se orientan de N.-NW. a S.-SE.

b). A continuación de los fenómenos epirogenéticos que por grandes lapsos se manifestaron (Mesozoico y principios del Cenozoico), se hicieron sentir vigorosamente los orogénicos (fines del Mesozoico al Reciente), contribuyendo los primeros al levantamiento general de la región estudiada, y los segundos a provocar los plegamientos de las series sedimentarias y las grandes manifestaciones volcánicas Terciarias y post-Terciarias.

c). El relieve se caracteriza por un Altiplano que ocupa la mayor extensión de la región, circunscrita por tres grandes sistemas orográficos, dos de los cuales se resuelven en planicies costeras alargadas en el sentido de las costas del Pacífico y el Golfo de México.

d). Las anomalías de la gravedad indican en la región un equilibrio isostático avanzado.

e). Como corolario de la conclusión anterior, los fenómenos sísmicos son raros y con focos de escasa profundidad, haciéndose sentir localmente en Acambay, Méx., Ojo Caliente, Zac., Comonfort, Gto.

#### REGION MERIDIONAL

a). Las líneas estructurales principales se orientan de NW.-W. a SE.-E., y aun de E. a W.

b). Manifestaciones orogénicas de menor extensión que en la región septentrional.

c). El relieve está definido por una nervadura, que considerándola bajo un aspecto descriptivo a ojo de pájaro, se desarrolla paralela al Pacífico desde los límites con Guatemala, desapareciendo el relieve montañoso en la región más estrecha del Istmo, para volver a levantarse en Oaxaca, donde en el complejo oaxaqueño se bifurca en dos ramas que se orientan a las cercanías de los extremos de la Cordillera neo-Volcánica. Estas circunstancias dan origen a la gran cuenca del Balsas y a planicies costeras, siendo estas últimas las que ocupan la

mayor extensión en la parte meridional, y las partes superficiales más bajas del país, particularmente la planicie costera del Istmo.

d). Las anomalías gravimétricas son fuertemente negativas en lo general, constituyendo una región isostática no equilibrada.

e). Las evidencias anteriores hacen que esta región sea sísmica por excelencia y de focos profundos. Por ser de mucho interés pasamos a transcribir los datos que para este estudio proporcionó el ingeniero Luis Flores Covarrubias.

Datos sismológicos relativos a las profundidades de los focos de mayor actividad sísmica desde el año de 1934 a la fecha, así como las horas epicentrales de algunos movimientos, estando estas horas reducidas a tiempo de Greenwich.

“Los movimientos sísmicos observados y que tienen por orígenes los focos 140, 169 y 248, provienen de hipocentros que con uniformidad se encuentran entre los 12 y los 20 kilómetros de profundidad. Es decir, tienen, hablando sismológicamente, una profundidad *normal*. Las profundidades hipocentrales del epicentro número 34, en diversos movimientos, han variado poco, quedando los focos siempre a la misma profundidad. Tómase como movimiento tipo con respecto a la profundidad del hipocentro, el siguiente:

*Fecha:* 2 de enero de 1938.

*Coordenadas del Epicentro:* 160° 7' latitud norte; 98° 3' longitud W.

*Hora Epicentral:* 22h. 27 m. 20 s. hora de Greenwich.

*Profundidad del Hipocentro:* 25 Km.

A continuación se dan dos movimientos seguramente de origen tectónico cuya profundidad del foco se aparta mucho de todas las demás observadas.

*Fecha:* Julio 26 de 1937.

*Coor. del Epicen.:* 18° 49' lat. N. y 97° 28' long. W.

*Hora Epicen.:* 3h. 47m. 34 s. tiempo de G.  
*Prof. Hipocen.:* 75 Km.

83.—Es necesario hacer mención de que la mayoría de los datos con que se formó esta carta, fueron tomados de la publicada por el ilustre maestro Dr. José G. Aguilera, en el año de 1906 en los Comptes rendus del Xe Congrès Geologique International. Si se hace una comparación de ambas cartas se verá que difieren poco a pesar de que en aquella época se carecía casi por completo de datos al respecto, y en cambio en la carta que se publica hay acopio de datos modernos precisos. Sirvan estas líneas para rendir al ilustre desaparecido el honor que merece su maestría, criterio y conocimientos.

*Nota:* Este temblor fué destructor en las poblaciones de Maltrata y Esperanza, Ver.

*Fecha:* Junio 8 de 1937.

*Coor. Epicen.:* 17° 18' lat. N. y 93° 16' long. W.

*Hora Epi.:* 22h. 29 m. 56 s. tiempo de Greenwich.

*Prof. Hipocen.:* 200 a 220 Km.

Con respecto al epicentro número 248 se debe hacer notar que en el movimiento que alcanzó el grado 6 de la escala de Mercalli en el D. F., y que fué destructor en Ometepec, Gro., con una hora epic. de 13 h. 17 m. 48 s., presentó el foco una profundidad de cerca de 25 Km.

La fecha de este movimiento se puede consultar en los datos antes proporcionados".

En la carta tectónica aparecen en círculo negro las localidades de los lugares epicentrales.

Desde el punto de vista paleogeográfico dadas las vicisitudes geológicas de las porciones meridional y septentrional, separadas por la cordillera neo-Volcánica, hay evidencias que autorizan a relacionar la región mexicana al norte del paralelo 19° con Norteamérica; en cambio, al Sur de este paralelo, los fenómenos a través de los tiempos geológicos tienen mucha semejanza a los efectuados en la América Central, por lo que de acuerdo con lo señalado en estas páginas, nos inclinamos a pensar que la Cordillera neo-Volcánica se puede considerar como el límite tectónico y paleogeográfico entre la América del Norte y la América Central

4. *Sierra Madre del Sur.*—Sensiblemente paralela se localiza en el Continente a lo largo de las costas del Pacífico y colinda al NE. con la Cordillera neo-Volcánica, continuando hacia la región de Oaxaca, en donde se desprende la Sierra Madre de Oaxaca (5).

Del complejo orográfico de Oaxaca continúa la Sierra Madre del Sur, a la porción sur del Istmo de Tehuantepec, en dirección a la estación Chivela, en donde desde varios kilómetros al N. de la citada estación ha perdido el relieve todo su vigor.

La Sierra Madre del Sur, establece al lado del Pacífico la planicie costera sudoccidental (G). angosta e irregular, encontrándose las áreas más amplias en las desembocaduras de los diferentes ríos que la erodan; en cambio hay lugares en que los contrafuertes se constituyen en costa acantilada. Al W. la sierra que nos ocupa limita suce-

sivamente los bordes SE. y S. de la cuenca del Balsas. Al NW. de la ciudad de Oaxaca y en dirección al Istmo, el parteaguas de la sierra en cuestión forma las vertientes del Golfo de México al NE. y la del Pacífico al SW. que se resuelven respectivamente en las planicies costeras sudoriental (F) y sudoccidental (G). La Sierra Madre del Sur tiene un desarrollo longitudinal de 1,400 kilómetros, teniendo 200 de máxima anchura en el Estado de Oaxaca.

5. *Sierra Madre de Oaxaca.*—Como se indicó, del complejo orográfico de Oaxaca, se dirige esta serranía hacia el N.-NW., en un recorrido de 200 kilómetros hacia las cercanías del Pico de Orizaba, formado al W. el borde oriental de la cuenca del Balsas, y al E. la planicie costera sudoriental (F).

Esta planicie está comprendida entre el extremo SE. de la Cordillera neo-Volcánica y el límite más al E. de la cuenca hidrológica del río San Juan, que desemboca, en las cercanías de Tlaxotalpan, Ver., en el río Papaloapan; y el río Acayucan, cuya desembocadura se encuentra en La Barrilera. Al N. de la planicie se encuentra la porción volcánica y montañosa de Los Tuxtlas, Ver., a la que asignamos una consanguinidad magmática con la Cordillera neo-Volcánica. Desde una apreciación de relieve contemporáneo, el área volcánica está circundada a manera de isla por la planicie costera.

6. *Sierra Madre de Chiapas.*—Al E. de la estación de Chivela, perteneciente al ferrocarril que une Coatzacoalcos con Salina Cruz, después de algunos kilómetros, principia a levantarse esta serranía, dirigiéndose en sentido paralelo a la costa del Golfo de Tehuantepec hacia el límite internacional con la República de Guatemala, con rumbo SE. y en una longitud de 280 kilómetros. El parteaguas establece la división de dos vertientes al SW., hacia el Golfo de Tehuantepec, la que se resuelve en planicie costera de Chiapas (H) y al NE. la vertiente del Golfo se extiende más adelante convirtiéndose en la gran planicie del Istmo de Tehuantepec (I).

7. *Plataforma yucateca.*—Los estudios estratigráficos al SW. y S. de Yucatán, son locales y no de conjunto; por otra parte, los datos topográficos no permiten el trazo de curvas de nivel, todo lo cual daría un criterio para limitar la planicie costera del Istmo de la plataforma yucateca. Por ahora, consideramos a ésta en el área exenta de vías fluviales, por lo que, partiendo de las

cercanías de la orilla oriental de la Laguna de Términos, desde la localidad conocida con el nombre de Mamantel, trazamos una línea al puerto de Payo Obispo, con lo cual, quedará al norte de esta división más bien arbitraria, la plataforma peninsular.

8. *Sistema californiano*.—La península californiana ha sido objeto de cambios profundos en su contorno y relieve, y aun en la actualidad se evidencian movimientos positivos en grandes extensiones. Las observaciones geológicas han conducido a los investigadores a comprobar fracturamientos y fallas de N. a S., N.-NW. a SE., así como de E. a W. ó W.-NW. a E-SE. De modo general, establece el ingeniero Flores (84) que el sistema californiano se forma de una antigua serranía interrumpida por sumersiones o modificada por levantamientos, observándose este último carácter esencialmente en la región media de la península. El sistema consiste, en el Distrito Norte, en una serie de montañas interrumpidas, paralelas y generalmente escalonadas, con valles fluviales, mesetas y llanuras. Este último carácter se observa entre los paralelos 26° y 24°. En el Distrito Sur, de la Paz a cabo San Lucas, la serranía se orienta de N. a S.

Este sistema, que puede considerarse formado por dos cordilleras, una al norte y otra al sur, y planicies erodadas con escarpaduras al lado del Golfo en la porción media, establece dos vertientes: la del Golfo de Cortés (K) y la del Pacífico, en general más amplia y de menor pendiente (J).

9. *Portillo ístmico*.—Esta depresión ya se discutió de acuerdo con las ideas de Spencer, según las notas infrapaginales Núm. 65; y las de Vaughan, nota 66.

#### PROVINCIAS HIDROLOGICAS

Las unidades orogénicas estudiadas constituidas principalmente por grandes cordilleras de montañas, éstas, a lo largo de sus crestas más elevadas, establecen opuestas pendientes formando los parteaguas continentales, circunscribiendo las principales divisiones hidrológicas del país, y por tanto, las grandes cuencas o provincias. Se ha intentado delinearlas en la carta adjunta, en donde pueden apreciarse dos áreas a las que podemos denominar subprovincias: La cuenca del río Conchos en Chihuahua, segregada de la Altiplanicie Septentrional, y la del río Mezquital o de San Pedro que constituye una posterior modificación de la Vertiente del Pacífico.

En la Altiplanicie Meridional aparecen dos áreas con límites punteados, constituyendo éstas una anomalía de la citada Altiplanicie, pues fueron limitadas y constituyen cuencas cerradas, por las extravasaciones de rocas ígneas terciarias y post-terciarias.

Así, pues, se establecen las siguientes grandes provincias hidrológicas:

I. Altiplanicie Septentrional, con la subprovincia del río Conchos.

II. Altiplanicie Meridional con dos subprovincias:

A. El río Moctezuma estableciendo la vertiente del Golfo de México, y

B. El río Lerma-Santiago, formando la vertiente del Pacífico.

III. Vertiente Occidental Continental, con una subprovincia, la del río de San Pedro o Mezquital.

IV. Vertiente Oriental Continental del Golfo.

V. Vertiente Sudoccidental del Pacífico.

VI. Cuenca del río Balsas.

VII. Vertiente Meridional del Pacífico.

VIII. Vertiente Nororiental del Golfo de México.

IX. Planicie Cripto-hidrológica de Yucatán.

X. Vertiente Oriental Californiana.

XI. Vertiente Occidental Californiana.

XII. y XIII. Cuencas cerradas limitadas por rocas volcánicas terciarias y post-terciarias, las cuales no se deben propiamente a una evolución erosiva.

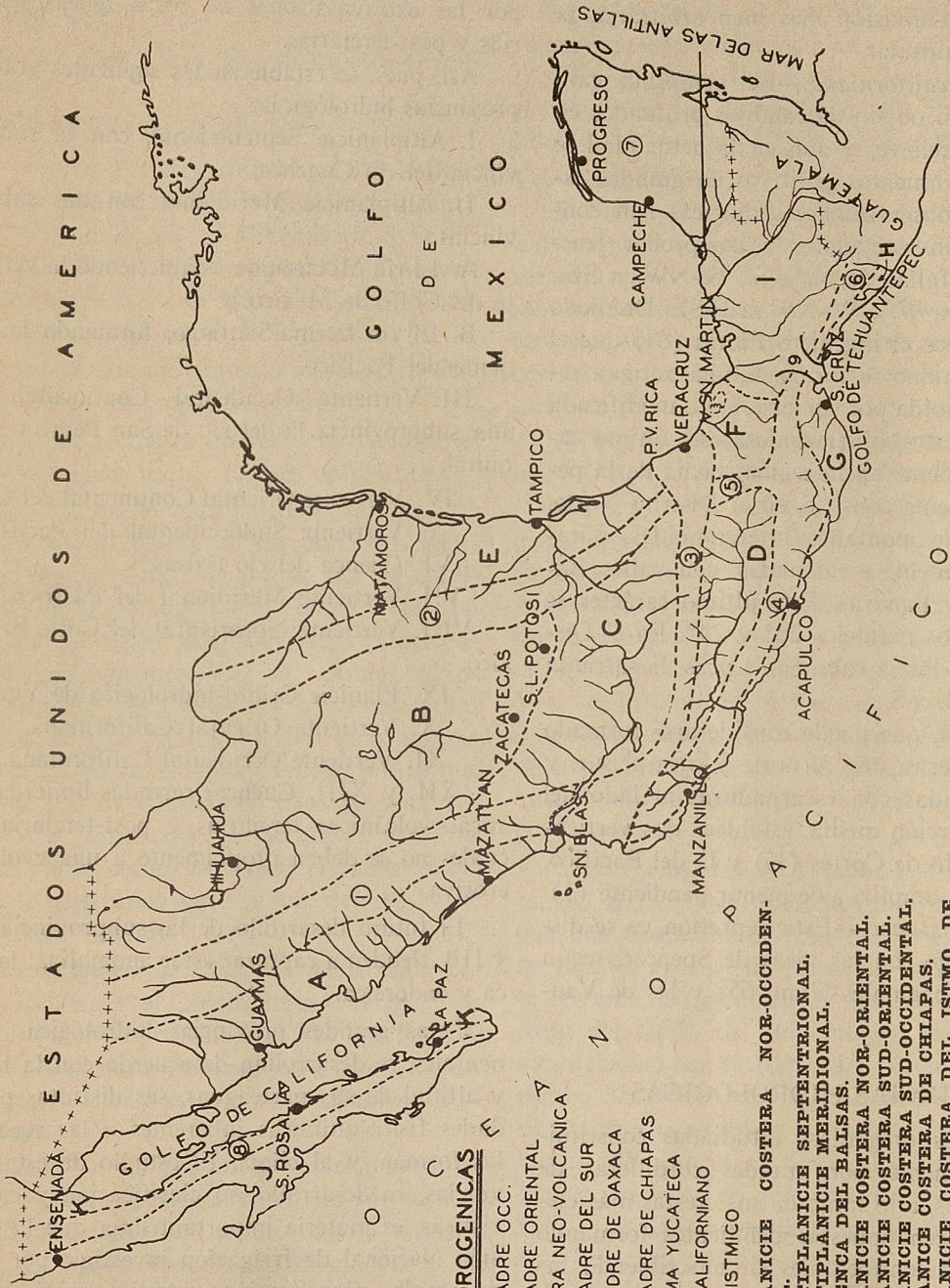
El futuro desarrollo de las subprovincias IIA y IIB, tienden a capturar estas anomalías: la areica y endoreica.

Estas grandes provincias hidrológicas continentales, se desarrollan de acuerdo con la latitud y altitud de sus parteaguas, sus distintas propiedades físico-químicas inherentes a las rocas que las forman, y al clima. El estudio de estas provincias, su desarrollo, su clasificación y características, es materia importantísima que la Comisión Nacional de Irrigación investiga, por medio de amplia planificación, estudios geológicos, de suelos, y numerosas observaciones meteorológicas e hidrométricas.

#### OROGENESIS CONTEMPORANEA

Las observaciones geológicas, medida geodésica de alta precisión y la sismología, dejan entrever

84.—Flores, T. Carta Geológica de la Baja California, Ob. Cit.

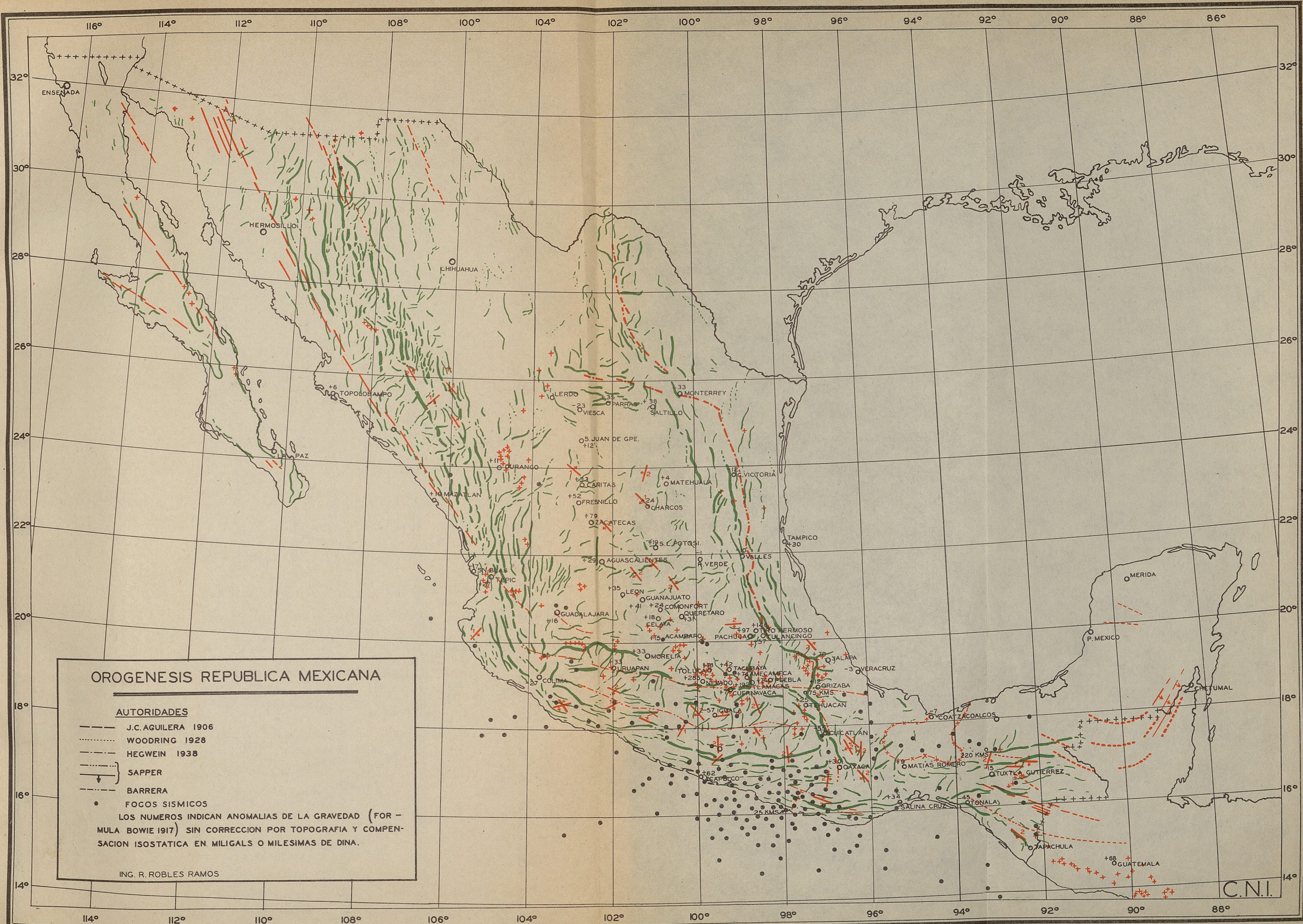


**UNIDADES OROGENICAS**

- ①-SIERRA MADRE OCC.
- ②-SIERRA MADRE ORIENTAL
- ③-CORDILLERA NEO-VOLCANICA
- ④-SIERRA MADRE DEL SUR
- ⑤-SIERRA MADRE DE OAXACA
- ⑥-SIERRA MADRE DE CHIAPAS
- ⑦-PLATAFORMA YUCATECA
- ⑧-SISTEMA CALIFORNIANO
- ⑨-PORTILLO ISTMICO

- A.-PLANICIE COSTERA NOR-OCCIDENTAL.
- B.-ALTIPLANICIE SEPTENTRIONAL.
- C.-ALTIPLANICIE MERIDIONAL.
- D.-CUENCA DEL BALSAS.
- E.-PLANICIE COSTERA NOR-ORIENTAL.
- F.-PLANICIE COSTERA SUD-ORIENTAL.
- G.-PLANICIE COSTERA SUD-OCCIDENTAL.
- H.-PLANICIE COSTERA DE CHIAPAS.
- I.-PLANICIE COSTERA DEL ISTMO DE TEHUANTEPEC.
- J.-VERTIENTE DEL PACIFICO DE LA PENINSULA CALIFORNIANA.
- K.-VERTIENTE CALIFORNIANA DEL GOLFO DE CORTES.

**OROGENESIS REPUBLICA MEXICANA**



### OROGENESIS REPUBLICA MEXICANA

**AUTORIDADES**

- J.C. AGUILERA 1906
- ..... WOODRING 1928
- - - HEGWEIN 1938
- SAPPER
- BARRERA
- FOCOS SISMICOS

LOS NUMEROS INDICAN ANOMALIAS DE LA GRAVEDAD (FOR - MULA BOWIE 1917) SIN CORRECCION POR TOPOGRAFIA Y COMPEN - SACION ISOSTATICA EN MILIGALS O MILESIMAS DE DINA.

ING. R. ROBLES RAMOS

C.N.I.



- PROVINCIAS HIDROLOGICAS.
- I.- Altiplanicie Septentrional.  
IA.- Río Conchos.
  - II.- Altiplanicie Meridional.  
IIA.- Río Moctezuma.  
IIB.- Río Lerma-Santiago.
  - III.- Vertiente Continental Occidental.  
IIIA.- Río de San Pedro o Mermítal.
  - IV.- Vertiente Continental Oriental del Golfo.
  - V.- Vertiente Sud-Occidental del Pacífico.
  - VI.- Cuenca del Río Balsas.
  - VII.- Vertiente Meridional del Pacífico.
  - VIII.- Vertiente Istmica Nor-Oriental del Golfo de México.
  - IX.- Planicie Cripto-hidrologica de Yucatán.
  - X.- Vertiente Oriental Californiana.
  - XI.- Vertiente Occidental Californiana.
  - XII.- Cuenca endoreica Neo-Volcánica de la altiplanicie Meridional.
  - XIII.- Cuenca areica Neo-Volcánica de la altiplanicie Meridional.

**OROGENESIS DE LA  
REPUBLICA MEXICANA**  
**GRANDES PROVINCIAS  
HIDROLOGICAS ORIGINA-  
DAS POR LA OROGENIA**  
 ING. R. ROBLES RAMOS

el estado actual de la orogénesis contemporánea. Stille, deduce de sus observaciones que asistimos a un período OROGENICO ANORMAL.

Bucher, considera a la tierra como "La última etapa de fase compresional en las deformaciones de la corteza."

Emm. de Martonne expone: "Todo indica que estamos todavía en un período de perturbaciones; la gran crisis del Neógeno no ha terminado completamente. Toda la geografía actual es el resultado de esta crisis. Bien diferente sería el aspecto del globo, si viviéramos en una fase de estabilidad relativa, tal como parece haber sido una gran parte de una era secundaria." (85).

En el caso particular de la República Mexicana nos encontramos en presencia de evidentes levantamientos en la península californiana; frente al Puerto de Veracruz, las islas Coralinas según el geólogo E. Ordóñez (86) demuestran oscilaciones verticales; la región sísmica frecuentemente hace sentir su inestabilidad tectónica, sin contar lo que podría conocerse si de tiempo

en tiempo se hicieran nivelaciones geodésicas reiteradas en las porciones inestables.

Esto nos revela la veracidad, que en relación a estos tópicos, nos indican las deducciones apuntadas de esos ilustres investigadores.

No queda pues sino admitir que en el actual "instante" geológico, asistimos a los acomodamientos de enormes bloques corticales generadores de energía sísmica; a lentos cambios de nivel de las áreas continentales, y al desbaste, por erosión y acarreo, de las grandes superficies hoy emergidas, cuyos productos azolvan las cuencas oceánicas, conduciendo a futuros equilibrios isostáticos.

Así, pues, el relieve continental es una función de las energías cósmicas, las que proporcionando el material y modelando la forma, imprimen en plástica expresión, la síntesis del historial geológico.

85.—Emm. de Martonne. *Traité de Géographie Physique*. 4 Edic. 1929 p. 846.

86.—Ordóñez, E. La Isla de Enmedio cerca de Veracruz, un Arrecife de Coral. Conferencia dada en la Soc. Geológica Mexicana. Julio 1936.

