















SECRETARIA DE FOMENTO, COLONIZACION É INDUSTRIA.

BOLETÍN

DEL

INSTITUTO GEOLÓGICO DE MÉXICO

NUM. 13.

GEOLOGIA DE LOS ALREDEDORES DE ORIZABA

CON UN

PERFIL DE LA VERTIENTE ORIENTAL DE LA MESA CENTRAL.



MEXICO

OFICINA TIP. DE LA SECRETARIA DE FOMENTO

Calle de San Andrés número 15.

1899

# BOLETIN

DEL

## INSTITUTO GEOLOGICO DE MEXICO.

---

- Núm. 1.—Fauna Fósil de la Sierra de Catorce, por A. del Castillo y J. G. Aguilera.—1895—56 pp., 24 lám.
- Núm. 2.—Las Rocas Eruptivas del S.O. de la Cuenca de México, por E. Ordóñez.—1895—46 pp., 1 lám.
- Núm. 3.—La Geografía Física y la Geología de la Península de Yucatán, por C. Sapper.—1896—58 pp., 6 lám.
- Núms. 4, 5 y 6.—Bosquejo Geológico de México.—1897—272 pp. 5 lám.
- Núms. 7, 8 y 9.—El Mineral de Pachuca.—1897—184 pp., 14 lám.
- Núm. 10.—Bibliografía Geológica y Minera de la República Mexicana, por R. Aguilar y Santillán.—1898.—158 pp.
- Núm. 11.—Catálogos sistemático y geográfico de las especies mineralógicas de la República Mexicana, por José G. Aguilera.—1898.—158 pp.
- Núm. 12.—El Real del Monte, por E. Ordóñez y M. Rangel.—1899.—108 pp., 26 lám.
- Núm. 13.—Geología de los alrededores de Orizaba, con un perfil de la vertiente oriental de la Mesa Central de México, por Emilio Böse.—1899.—54 pp. 3 lám.

### EN PREPARACION:

- Núm. 14.—Rhyolitas de México.
- Núm. 15.—El carbón de piedra en México.
- 

Carta Geológica detallada de la República Mexicana.

**ESCALA DE 1:100,000.**

HOJA N. 1: ZUMPANGO.—HOJA N. 2: PUEBLA.—HOJA N. 3: MEXICO. HOJA N. 4: APAM.  
HOJA N. 5: ORIZABA.—HOJA N. 6: TEHUACÁN.

INSTITUTO GEOLÓGICO DE MÉXICO.

DIRECTOR, JOSÉ G. AGUILERA.

---

GEOLOGÍA

DE LOS

ALREDEDORES DE ORIZABA

CON UN PERFIL DE LA

VERTIENTE ORIENTAL DE LA MESA CENTRAL DE MEXICO

FOR EL

DR. EMILIO BÜSE



MEXICO

OFICINA TIPOGRAFICA DE LA SECRETARÍA DE FOMENTO

Calle de San Andrés núm 15. (Avenida Oriente, 51.)

1899



---

---

## INTRODUCCIÓN.

---

**A** PENAS si existe un trabajo geológico sobre México, en el cual no se habla de la configuración particular del suelo del país. La parte principal del país está compuesta, como se sabe, por una mesa que descende lentamente al N. y que tiene pendientes más inclinadas hacia el E., el S. y el P. En realidad estas pendientes más inclinadas, llamadas por algunos erróneamente pendientes abruptas, son muy complicadas, y muestran, al menos en la costa oriental, un descenso en escalera; desde la Mesa Central los contrafuertes bajan hacia el mar. Por otra parte la Mesa Central no es de ningún modo una meseta simple; numerosas sierras, que á menudo tienen una altura considerable, recorren la llanura, y solamente los valles largos muestran un suelo plano, que ha originado el nombre de Mesa Central. La existencia de esta Mesa Central es un hecho que impresiona á cualquiera que se acerque á la Capital del país, ya sea por el lado oriental, el meridional ó el occidental, y el origen de esta Mesa Central parece ser el problema principal de la geología mexicana. Bastante aparente y seductora es á la vista de una carta geográfica la suposición de que la pendiente abrupta de los lados haya sido el resultado de fracturas, y que por consecuencia tuvo lugar, en principio solamente, un hundimiento en el S., el P, y el E., ó sea un levantamiento de la Mesa Central. Tal opinión es defendida en verdad por algunos autores como Felix y Lenk,<sup>1</sup> quienes partiendo de la idea puramente hipotética de que los volcanes deben estar situados sobre grandes grietas, construyen dichas grietas en el S. del país, según la situación geográfica de los volcanes principales de México. Pero una ojeada sobre la carta geológica del país<sup>2</sup> nos enseña que las condiciones no son del todo tan sencillas; numerosas sierras de rocas mesozoicas que se hallan en la Mesa, traen la presunción de que los

1 Beiträge zur Geologie und Palaeontologie der Republik Mexico, I. Leipzig, 1890, págs. 1-12.—Ueber die tektonischen Verhältnisse der Republik Mexico. Zeitschr. d. Deutsch. geol. Ges. 1892, pág. 303 ff.

2 Bosquejo geológico de México. Bol. d. Instituto Geológico de México, núms. 4, 5 y 6, México, 1897.



acontecimientos durante la formación de la Mesa Central eran de otra especie de lo que creen Felix y Lenk. Hablaremos más tarde de esta presencia de rocas mesozoicas. La solución del problema naturalmente no se deja alcanzar por reflexiones teóricas, sino solamente por levantamientos exactos de mapas y perfiles. Desgraciadamente estos faltan hasta ahora por completo. El Instituto Geológico de México ha comenzado desde hace poco tiempo el levantamiento de mapas en la escala de 1 : 100,000, tanto en el dominio de las masas volcánicas de la Mesa Central, como en las rocas sedimentarias de las vertientes meridional y oriental; hasta ahora ninguna de estas cartas ha sido publicada. La base topográfica nos la da el mapa de 1 : 100,000, levantado por la Comisión Geográfica Exploradora, levantamiento que, en verdad, en los detalles á menudo es defectuoso y que los miembros del Instituto Geológico mejoran en tanto cuanto es posible. Elegí como dominio de levantamiento la hoja "Orizaba" (Estado de Veracruz), que respecto á la tectónica parece ser una de las más interesantes. Esta hoja comprende la región entre el paralelo 18°31' y el 18°53' de lat. sept. y entre el meridiano 1°46' y 2°16' al E. del meridiano de México, es decir, cerca de 2120 km<sup>2</sup>. De esta región he podido levantar hasta el presente el cuadrante N.W., obteniendo allí perfiles que me han dado resultados bastante interesantes.

---

---

---

## PARTE ESTRATIGRÁFICA.

---

El primer esfuerzo tuvo que ser, naturalmente, obtener una separación de las rocas sedimentarias que componen la mayor parte de la montaña. Hasta hoy no ha sido posible identificar con seguridad los horizontes mexicanos con los de Europa ó de los E. U. de N. América. Se han hecho varias tentativas por diferentes autores, pero hasta ahora no han dado resultado satisfactorio. En consideración á esto, el Instituto Geológico de México ha aceptado otro plan: en atención á los caracteres paleontológicos y petrográficos debe intentarse el separar las diversas divisiones y seguir las en grandes distancias. Estas divisiones recibirán nombres locales que serán creados por los diferentes autores y exclusivamente usados en las publicaciones del Instituto. Esto no supone de ninguna manera que estas divisiones correspondan siempre á verdaderos horizontes; el futuro solamente nos mostrará el valor estratigráfico de las diferentes divisiones, cuando mayores extensiones del país sean exploradas con más exactitud.

En la región que hemos de describir aquí y que contiene los alrededores del tramo Río Metlac—Boca del Monte del Ferrocarril Veracruz—México, se presentan solamente formaciones sedimentarias pertenecientes al sistema cretáceo. He logrado establecer tres divisiones que pueden ser distinguidas en parte por criterio paleontológico, pero en parte solamente por el carácter de la roca. Las llamo en la sucesión de arriba á abajo:

1. Calizas de Escamela.
2. Calizas de Maltrata.
3. Pizarras de Necoxtla.

Comenzaremos con la descripción de la división más baja.

### 1.—PIZARRAS DE NECOXTLA.

*Carácter petrográfico.*—La mayor parte de esta división se compone de pizarras arcillosas amarillentas, grises y rojas, con lustre de seda, en las cuales

se encuentran con alguna frecuencia segregaciones de cristales de pirita (Cuauhtlapan, Necoxtla, Sierra de Agua). Las pizarras contienen en algunas partes mica en poca cantidad; su esquistosa estructura es muy fácil; en la desintegración las hojas se quiebran en pedazos delgados alargados en barras. En las partes superiores de las pizarras se observa un enriquecimiento en cal, y las pizarras se hacen á menudo arenáceas y algunas pasan á verdaderas areniscas, que tienen una proporción grande de cal y aun algunas veces se componen casi solamente de fragmentos calcáreos.

Lechos aislados de caliza están intercalados entre las pizarras y areniscas, reconocibles en grandes distancias. En la parte superior de la masa apizarrada se hallan también margas calcáreas grises que pasan á verdosas, muchas veces en lechos bastante gruesos (Cerro de la Escamela).

*Fósiles.*—Faltan completamente hasta ahora; también en otras partes de México no se les reconoce en esta división.

*Espesor.*—No se puede determinar en esta región porque falta la porción inferior y además las pizarras están muy plegadas.

*Distribución.*—Las pizarras se presentan principalmente en dos bandas ó fajas que tienen generalmente el rumbo N. 30° W.: la zona oriental se encuentra en el Rincón Grande, la occidental en Necoxtla y en la Sierra del Agua; está un poquito removida en Nogales por la gran fractura transversal del Río Blanco, de la cual hablaremos después. Más al S. se intercalan otras zonas que por hallarse fuera de la región que describimos desatendemos aquí. Se halla también una pequeña masa de pizarra en Boca del Monte, pero es posible que ésta solamente forme parte de las calizas de Maltrata, que muchas veces contienen pizarras muy parecidas á las de Necoxtla.

*Edad.*—Sobre la edad no se puede decir nada seguro porque faltan los fósiles completamente. Estas pizarras están sobrepuestas á las areniscas fosilíferas de Tehuacán, las cuales Aguilera llama: areniscas de Zapotitlán, éstas pertenecen en parte al Neocomiano Superior y son probablemente equivalentes al Apt.-Urgoniano. Las pizarras de Necoxtla están debajo de las calizas de Maltrata que probablemente pertenecen ya al Cenomaniano.

## 2.—CALIZAS DE MALTRATA.

*Carácter petrográfico.*—Esta división importante y á menudo bastante poderosa, se compone en su mayor parte de calizas en lechos delgados, sin fósiles, de color gris claro, gris obscuro ó negro. Las calizas contienen numerosas segregaciones de pedernal en forma de lechos. En las partes superiores se halla el pedernal en forma de nódulos ó riñones irregulares ó arredondados. En la parte inferior de las calizas se encuentran muchas veces intercaladas pizarras arcillosas, amarillas, con lustre de seda, pero éstas forman siempre solamente bancos no muy gruesos. En la parte superior, cerca del límite de las calizas de Escamela, se presentan calizas y dolomitas grises ú oscuras en bancos gruesos, cuyos estratos son apenas reconocibles. Hacia arriba siguen las calizas oscuras, compactas, que representan el paso á las

calizas de Escamela y que será mejor considerar como parte de éstas. Unas veces se encuentran sobre las dolomitas calizas con pedernal, y en este caso el límite está bastante bien marcado entre éstas y las calizas de Escamela. También en las calizas de Maltrata se encuentra la pirita.

*Fósiles.*—Estos son muy raros, cerca de Sta. Catarina encontré cortes transversales de bivalvos; en la subida á Necoxtla una *Nerinea* nov. sp., especie que conocemos también de otras localidades, pero que hasta ahora no está descrita. El hallazgo más importante es una amonita que proviene de Alta Luz y muy probablemente es idéntica con *Acanthoceras* (?) *Justinæ* Hill,<sup>1</sup> especie encontrada en la división Trinity sand de Texas, que es la parte inferior del Cretáceo texano. Es lástima que el original esté menos bien conservado que el de Alta Luz, pero todos los caracteres son idénticos. La forma es discoidal con flancos planos, el ombligo es bastante estrecho, la parte exterior obtusa, la forma muy involuta. Las costillas son rectas ó muy poco sinuosas, las principales comienzan en el ombligo y se continúan sobre el borde sifonal; entre dos costillas principales se encuentran una ó dos costillas secundarias que comienzan en la mitad del flanco y pasan sobre el lado sifonal. Las líneas de sutura no son visibles.

La determinación como *Acanthoceras*, que proviene de Hyatt, no es de ningún modo cierta; también es posible que la forma pertenezca al género *Scaphites* y al grupo del *Scaphites ventricosus* M. y H.<sup>2</sup>; pero en este caso no siendo posible hacer una determinación definitiva, conservaremos provisionalmente el nombre dado por Hill.

Hasta el año de 1894 la especie se ha encontrado solamente en cuatro ejemplares en Texas, otro ejemplar existe en la colección del Instituto Geológico de México, éste proviene (según parece de la misma división de Maltrata) del Cerro Mercado cerca de Monclova, Estado de Coahuila. Es verdad que Hill dice que la amonita es de poca importancia estratigráfica, pero esto no se refiere seguramente más que á la rareza de la especie; pues donde ésta se encuentra tiene naturalmente grande importancia.

*Espesor.*—Las calizas con pedernal están muchas veces plegadas de manera admirable y es muy difícil la determinación del espesor que parece no ser uniforme; no creo hacer una estimación exagerada aceptando para el espesor la cifra de 600 m. En el perfil el espesor parece ser mucho más grande, pero es seguro que las calizas están quebradas por numerosas fracturas, que probablemente, de acuerdo con el hundimiento general hacia el E., causan el mismo fenómeno, aunque en escala menor en las calizas, de modo que su espesor parece ser mucho más grande de lo que es en realidad.

1. Robert T. Hill, Paleontology of the cretaceous formations of Texas. The invertebrate Paleontology of the Trinity division. Proceed. of the Biological Soc. of Washington. Vol. VIII, 1893, pág. 38 pl. VII figs. 1, 2, 3.

2 Meek, A report on the invertebrate cretaceous and tertiary fossils of the Upper Missouri County. United States Geol. Surv. of the Territories. Vol. IX, 1876, pág. 425 pl., 6 figs. 7 y 8.

*Distribución.*—Las calizas de Maltrata componen la masa principal de las montañas de Orizaba; podemos distinguir tres grandes bandas, á saber: de Cuauhtlapan, del Alchipin y de Maltrata. Estas tienen en general el rumbo N. 50° W. y las capas, ó tienen la inclinación hacia el P. ó están muy plegadas.

*Edad.*—En los alrededores de Orizaba se encuentra solamente el Acanthoceras (?) Justinæ Hill que nos da un punto de apoyo para la determinación de la edad de la división descrita aquí. Acanthoceras (?) Justinæ se encuentra en Texas en la "Trinity Division." Se refiere ésta al Cretáceo Inferior de Norteamérica; la división Trinity está situada debajo de la serie Comanche, pero por otras razones es probable que pertenezcan á la parte inferior de la serie Comanche. Tenemos que observar que la misma especie Acanthoceras (?) Justinæ se encuentra cerca de Monclova en calizas que equivalen probablemente á las calizas de Maltrata. Un apoyo importante para la determinación de la edad de las calizas de Maltrata nos lo dan las calizas de Escamela que están sobrepuestas á aquellas.

### 3.—CALIZAS DE ESCAMELA.

*Carácter petrográfico.*—Esta división se compone de calizas grises, claras, hasta de un gris obscuro, algunas veces mal estratificadas, otras veces en bancos muy bien discernibles. Solamente en las partes más bajas se hallan, aunque muy escasamente, segregaciones de pedernal. Intercalaciones de pizarras ó margas faltan completamente. Las calizas se asemejan en su aspecto, á menudo, á las calizas cretáceas de la Italia meridional: petrográficamente son muy uniformes y se dejan reconocer con facilidad.

*Fósiles.*—Estas calizas están casi siempre llenas de fósiles, pero lastimosamente éstos sólo raras veces se pueden separar de la roca empotrante. Tenemos ya una serie de especies que en su mayor parte provienen del cerro de la Escamela y del Encinal y el cerro de San Cristóbal, éstas son:

Hippurites (Vaccinites) mexicanus Barc.

Hippurites sp.

Caprotina, nov. sp.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> La especie procedente del cerro de la Escamela corresponde muy bien al ejemplar más chico de los dos que Whitfield ha descrito como *Caprina Jamaicensis*, y de los cuales dudo, según las ilustraciones, que pertenezcan á la misma especie. (Whitfield, R. P.—Descriptions of Species of Rudistae from the cretaceous Rocks of Jamaica, W. J. collected and presented by Mr. F. C. Nicholas.—Bull. of the American Museum of Nat. Hist. Vol. IX, 1897, pág. 192, pl. XIII, figs. 1, 2, pl. XV (?)). Desgraciadamente las ilustraciones dan una idea muy defectuosa de la especie; sobre todo falta la charnela, que tampoco está mencionada en la descripción. Según la charnela de los ejemplares de Orizaba, éstos pertenecen al género *Caprotina*; en la valva izquierda se encuentran dos dientes muy fuertes, que están unidos por una especie de tabique; el diente anterior es más grueso que el posterior. Si se compara nuestra especie con la ilustración de la charnela de la valva izquierda dada por Douvillé (Sur quelques formes peu connues de la Famille des Chamides. Bull. Soc. Géol. France, 3, Serie, t. XV, pág. 776, fig. 4) se ve que las fosetas denominadas 0, 0' y 0'' son muy poco profundas,

*Ichthyosarcólites* cfr. *occidentalis*, Whit.<sup>1</sup>

*Sphaerucaprina* *Felixa*, G. Boehm.

— *Lenki*, G. Boehm.

— sp. (según G. Boehm).

*Caprina* cfr. *adversa* D'Orb. (según G. Boehm).

— *ramosa*, G. Boehm.

— sp. (según G. Boehm).

*Ostrea*, sp. nov.<sup>2</sup>

lo mismo pasa con la ranura del ligamento, al grado que en un ejemplar chico casi ninguna de las fosetas es visible; muy claramente se ve la impresión del músculo anterior y la lámina del músculo posterior. De la charnela de la valva derecha no he podido encontrar más que el gran diente.

Probablemente la especie presente es nueva, pero no se le puede dar un nombre antes de publicar su ilustración. No es raro en las calizas de Escamela, pero más difícilmente reconocible que los *Ichthyosarcólites*.

1 Whitfield l. c. pág. 193 pl. XVI, XVII.

A esta especie que yo refiero al género *Ichthyosarcólites* (V. Zittel, *Traité de Paleontologie* II, pág. 79) pueden pertenecer las piezas que he encontrado en el cerro de San Cristóbal y el Encinal. En parte mis ejemplares son aún mucho mayores que los que están figurados en el trabajo de Whitfield, pero se dejan separar de la roca empotrante difícilmente, razón por la cual no tenemos individuos completamente conservados. La superficie está cubierta de finas estrias longitudinales. La valva derecha es extraordinariamente larga, muchas veces ligeramente encorvada y en forma de cono muy agudo. La estructura característica de la concha es perfectamente discernible. La valva izquierda está enrollada espiralmente, su sección transversal es oval y corresponde muy bien á los ejemplares figurados por Whitfield en cuanto se puede decidir esto solamente por las ilustraciones.

2 He encontrado una forma muy particular que estoy inclinado á referir al género *Ostrea*, la especie me recordaba por su aspecto á la *Pinna* (?) *ostreaeformis* Futterer (*Ueber einige Versteinerungen aus der Kreideformation der Karnischen Voralpen*. Pal. Abh. v. Dames and Kayser VI, 1896, pág. 259, Taf. 38, figs. 1, 2).

Es verdad que por la comparación de las figuras dadas por Georg. Boehm (*Beitrag zur Gliederung der Kreide in den Venetianer Alpen*.—*Zeitschr. d. Deutsch. geol. Ges.*, 1897, pág. 174, Taf. IV, figs. 1-3; Taf. V, fig. 2), las únicas que están actualmente á mi disposición, se percibe una diferencia grande. El ejemplar del cerro de San Cristóbal está mutilado, no existe más que la parte inferior de una valva; caree de dos tercios de la valva completa; el umbon falta. En la parte media de la valva hay muchas costillas finas y ondeadas, de las cuales cada una se bifurca algunas veces. Estas costillas son discernibles en cada lámina de la valva. Pero en el borde se hallan costillas fuertes y anchas de cerca de 3 ms. en las cuales se ven claramente estrias concéntricas finas. Estas costillas son en el ejemplar que está en mi posesión, contando del borde, á lo más 4 ó 5 mm. de largas. Refiero provisionalmente la especie á *Ostrea*, por la estructura lamelosa de la valva.

Casualmente se encontró la especie en una lumachela de un *Inoceramus* gigantesco de superficie lisa con estrias concéntricas finísimas en el borde. He podido determinar este género solamente por la estructura fibrosa de las valvas; es naturalmente posible que la forma perteneciera á *Pinna*; pero es verdad que contra esta determinación habla la falta completa de la parte interior hojosa de la valva, mientras esta parte casi siempre falta en los *Inoceramus* cretáceos.

Con la verdadera *Ostrea* *Munsoni* Hill (Hill, R. T.—*The Paleontology of the Cretaceous Formations of Texas*. *The invertebrate Fossils of the Caprina Limestone Beds*.—*Proceed. Biol. Soc. Washington*. Vol. VIII, 1893, pág. 105, pl. XII) nuestra forma no tiene relación

Actaeonella (Volvulina) dolium, Roem.

Actaeonella (Cylindritella) coniformis, Roem.

Nerinea Castilloi Barc.,<sup>1</sup> probablemente idéntica con *N. cf. forojuiliensis* Pir., según G. Boehm.<sup>2</sup>

Nerinea, sp. según G. Boehm.

Triploporella Fraasi Steinmann.

Nubecularia, sp.....

Globigerina cretácea.....

Bulimina, sp.....

Orbitolina aff. lenticularis.

Lobocarcinus, sp. nov.

} según Boehm.

Como fósil característico se podría considerar el *Ichthyosarcolites* cfr. *occidentalis*, porque esta especie se halla en todas partes en las calizas de Escamela y generalmente también algunos ejemplares se dejan sacar de la roca. Paleontológicamente interesante es el hallazgo de un cangrejo que pertenece muy probablemente á *Lobocarcinus*, un género poco conocido y muy raro; la especie no está descrita hasta el presente.

*Espesor.*—También en este caso es muy difícil determinar el espesor porque falta la parte superior, é innumerables pequeñas fracturas recorren la roca; el espesor es por lo menos de 500 á 600 m.

*Distribución.*—Las calizas de Escamela se presentan en tres bandas principales: 1<sup>a</sup> el cerro de la Escamela; 2<sup>a</sup> el cerro de San Cristóbal que se acaba en el Río Blanco hacia el N. por una fractura transversal, y 3<sup>a</sup> la de Nogales. Una banda no continua la forman los pedazos sobre los cerros de Ortiza, del Coyote y de Necoxtla que la erosión ha separado.

*Edad.*—Para la edad de las calizas de Escamela tenemos dos apoyos muy importantes, á saber: la circunstancia de que están sobre las calizas de Maltrata, y el hallazgo de *Actaeonella coniformis* y *A. dolium*. Ambas especies se encuentran en Texas en la Sierra Comanche, y más exactamente en la di-

nes, pero también la especie descrita por Futterer bajo el nombre de *Pinna ostreaeformis*, denominada por G. Boehm *Ostrea aff. Munsoni* Hill, es especie diferente de la *Ostrea Munsoni* Hill, porque á ésta le falta la región umbonal muy alargada; la forma veneciana será una especie nueva, pero si es en realidad una *Ostrea*, la denominación dada por Futterer está muy mal elegida.

1 Aguilera exactamente observa en el "Bosquejo Geológico de México" (l. c.), pág. 219, que la *Nerinea hieroglyphica* Barc. sea idéntica con la *Nerinea Castilloi* Barc.; la última especie está fundada solamente en cortes longitudinales que no pasan por el eje, la primera en aquellos que pasan por el eje; se pueden encontrar ambas "especies" en el mismo ejemplar cortado oblicuamente. Heilprin propuso para la "especie" *Nerinea hieroglyphica* (que es el nombre de una especie jurásica confundida por Bárcena con la presente especie) el nombre de *Nerinea Barcenoi*. Este nombre debe ser suprimido porque la denominación *N. Castilloi* tiene la prioridad, si la especie es verdaderamente nueva, lo que no es cierto tampoco, como en el caso del *Hippurites mexicanus*, pues ambas especies están fundadas solamente en cortes naturales, sin tomar en consideración la forma exterior.

2 G. Boehm, Ueber Caprinidenkalke aus Mexico.—Zeitschr. d. Deutsch. geol. Gesellsch. 1898, pág. 330.

visión Fredericksburg. Tenemos que paralelizar las calizas de Escamela con una parte de la Serie Comanche. Esto se confirma por el hecho de que también en otras partes de México se ha encontrado una multitud de especies que pertenecen á la Serie Comanche. Volveremos á estas relaciones en el próximo capítulo.

*El Cretáceo de Orizaba.*

Hemos separado los sedimentos cretáceos que se encuentran cerca de Orizaba en tres divisiones: pizarras de Necoxtla, calizas de Maltrata y calizas de Escamela. Tenemos que añadir que debajo de las pizarras de Necoxtla se encuentran las pizarras y areniscas bastante gruesas, de Zapotitlán, cuya fauna está descrita en parte por Nyst y Galeotti, en parte por Felix y Lenk, mientras la mayor parte no está aún descrita. Tenemos, pues, que distinguir en todo el sistema de los sedimentos cretáceos del México meridional, una facie inferior de pizarras y areniscas y una facie superior calcárea.

Yo denomino la serie inferior pizarras de Tehuacán y la superior calizas de Orizaba. Las pizarras de Necoxtla las añado á la serie inferior por razones puramente petrográficas, porque hasta ahora la edad de la división no ha podido ser determinada por los fósiles. Las pizarras y las areniscas de Zapotitlán corresponderán al Neocomiano Superior y al Apt.-Urgoniano, según estudios provisionales de Aguilera; aquí tenemos que ocuparnos solamente de las divisiones más altas.

De las calizas de Orizaba tenemos numerosos fósiles, de los cuales se encuentra también una parte en Texas en la llamada Serie Comanche. En la lista siguiente reunimos todos los fósiles que son comunes á Texas y á México:

FÓSILES.	TEXAS SERIE COMANCHE.		MÉXICO SEPTENTRIONAL.	MÉXICO CENTRAL Y MERIDIONAL.
	División Fredericksburg.	División Washita.	Facies texana.	Facies mexicana.
Nodosaria texana Con.....	—	+	—	+
Patellina texana Roem.....	+	—	—	+
Trochocyathus texanus Con.....	?	?	+	—
Salenia mexicana Schlüt.....	?	?	+	—
Diadema texana Roem.....	+	—	+	—
Cyphosoma texana Roem.....	+	—	+	—
Pyrina Parryi Hall.....	?	?	+	—
Toxaster texanus Roem.....	+	—	+	+
Toxaster elegans Shum.....	—	+	+	—
Hemiaster ? texanus Roem <sup>1</sup> .....			+	—
Ostrea carinata Lam.....	—	+	—	+
Ostrea anomiaeformis Roem <sup>2</sup> .....			+	—

1 En el Austin Dallas Chalk (Black Prairie Series) de Texas; pero en México septentrional esta especie se encuentra en la división Washita.

2 En el Austin Dallas Chalk de Texas; de la misma Serie Black Prairie en el Norte de México.

FÓSILES.	TEXAS SERIE COMANCHE.		MÉXICO	MÉXICO
	División Fredericksburg.	División Washita.	SEPTENTRIONAL. Facies texana.	CENTRAL Y MERIDIONAL. Facies mexicana.
<i>Ostrea Crenulimargo</i> Roem.....	?	+	+	—
<i>Ostrea cortex</i> Con.....	+	—	+	—
<i>Ostrea diluviana</i> Lam.....	—	+	+	+
<i>Gryphaea Pitcheri</i> Mort.....	+	+	+	—
<i>Gryphaea Pitcheri</i> var. <i>navia</i> Hall.....	+	+	+	—
<i>Gryphaea vesicularis</i> Lam <sup>1</sup> .....			+	—
<i>Exogyra arietina</i> Roem.....	—	+	+	—
<i>Exogyra flabellata</i> Goldfss.....	+	+	+	—
<i>E. Matheroniana</i> D'Orb.....	+	+	+	+
<i>E. ponderosa</i> Roem <sup>2</sup> .....			+	—
<i>E. texana</i> Roem.....	+	+	+	—
<i>Anomia argentaria</i> Mort <sup>3</sup> .....			+	—
<i>Anomia micronema</i> Meek <sup>4</sup> .....			+	—
<i>Plicatula incongrua</i> Con. <sup>5</sup> .....			+	+
<i>Lima Kimballi</i> Gabb.....	?	?	+	—
<i>Lima Wacoensis</i> Roem.....	+	+	+	—
<i>Vola quinquecostata</i> Sow. <sup>6</sup> .....			+	—
<i>Pecten quadricostatus</i> Sow.....	+	+	+	—
<i>Neithia occidentalis</i> Con.....	+	+	+	—
<i>Avicula pedernalis</i> Roem.....	+	—	+	—
<i>Inoceramus Cripsii</i> Mant. <sup>7</sup> .....			+	—
<i>I. confertim-annulatus</i> Roem <sup>8</sup> ...			+	—
<i>I. problematicus</i> Schloth <sup>9</sup> .....			+	—
<i>Modiola pedernalis</i> Roem.....	+	—	+	—
<i>Trigonia crenulata</i> Lam.....	+	?	+	+
<i>Trigonia Emoryi</i> Con.....	—	+	+	—
<i>Cardita ? eminula</i> Con.....	?	?	+	—

1 En la Serie Black Prairie de Texas; en México la especie se encuentra en numerosos ejemplares pero sólo cerca de San Luis Potosí, es decir, en un lugar donde la facies septentrional ya pasa en la meridional. ¡Aquí el fósil se halla en la división Washita!

2 En la Serie Black Prairie de Texas se encuentra también en todas las divisiones del Cretáceo de México septentrional.

3 Glauconitic beds (Black Prairie Series) en Texas; en la misma serie en México.

4 Como en la nota 2.

5 Austin Dallas Chalk en Texas; División Washita en México septentrional.

6 Glauconitic beds (Black Prairie Series) en Texas; División Washita en México septentrional.

7 Black Prairie Series en Texas; capas de transición entre la división Washita y la Serie Black Prairie en el Norte de México.

8 Como en la 6.

9 Como en la 6.

FÓSILES.	TEXAS SERIE COMANCHE.		MÉXICO SEPTENTRIONAL.	MÉXICO CENTRAL Y MERIDIONAL.
	División Fredericksburg.	División Washita.	Facies texana.	Facies mexicana.
Requienia patagiata White.....	+	—	+	+
Caprotina texana Roem.....	+	—	+	+
Monopleura texana Roem.....	+	—	—	+
Caprinula crassifibra Roem.....	+	+	+	—
Caprina texana Roem.....	+	?	+	—
Sauvagesia ? texana Roem.....	?	+	+	—
Cardium congestum Con. <sup>1</sup> .....		+	+	—
Papyridea Sanctis-Sabae Roem..	?	?	+	—
Protocardia hillana Sow.....	+	+	+	+
Tapes hilgardi Shum. <sup>2</sup> .....			+	—
Cyprimeria crassa Meek <sup>3</sup> .....			+	—
Linearia texana Con.....	+	—	+	—
Pholadomya pedernalis Roem. <sup>4</sup> .	+	—	—	+
Phol. texana Con. <sup>4</sup> .....	+?	+?	—	+
Turritella ? Leonensis Con.....	+	?	+	—
T. seriatim-granulata Roem.....	+?	+?	+	—
Natica texana Con.....	?	?	+	—
Tylostoma ? pedernalis Roem...	+	—	+	—
Tyl. ? praegrandis Roem.....	+	—	+	—
Vivipara strombiformis Schloth.	+	—	+	—
Chemnitzia ? texana Meek <sup>5</sup> .....			+	—
Buccinopsis ? Conradi Hall.....	+	—	+	—
Volutilithes navarroensis Shum. <sup>6</sup>			+	—
Voluta texana Con. <sup>6</sup> .....			+	—
Pleurotoma ? pedernalis Roem...	+?	—	+	—
Actaeonella dolium Roem.....	+	—	+	+
Actaeonella coniformis Roem.....	+	—	+	+
Tylostoma ? elevata Shum.....	+	—	+	—
Globiconcha ? planata Roem.....	+?	+?	+	—
Glob. ? tumida Shum.....	+?	—	+	—
Placenticeras Guadalupae Roem <sup>7</sup>			+	—

1 Glauconitic beds en Texas; división Washita en el Norte de México.

2 Probablemente en Eagle-Ford Shales en Texas (Black Prairie Series); en las divisiones Fredericksburg y Washita en México septentrional.

3 Eagle-Ford Shales en Texas; en las divisiones Fredericksburg y Washita de México septentrional.

4 También conocido en las divisiones Fredericksburg y Washita de la región de transición de las dos facies cerca de San Luis Potosí.

5 Austin Dallas Chalk en Texas; división Washita en el N. de México.

6 Parte superior de la Serie Black Prairie en Texas; lo mismo en México septentrional.

7 Austin Dallas Chalk ? en Texas; en las divisiones Fredericksburg y Washita en el Norte de México.

FÓSILES.	TEXAS SERIE COMANCHE.		MÉXICO SEPTENTRIONAL.	MÉXICO CENTRAL Y MERIDIONAL.
	División Fredericksburg.	División Washita.	Facies texana.	Facies mexicana.
Placenticeras placenta De Kay. <sup>1</sup>	—	—	+	—
Engonoceras pedernalis v. Buch. <sup>2</sup>	+	—	+	—
Baculites anceps Lam. <sup>3</sup> .....	—	—	+	—

La lista anterior necesita algunas explicaciones. Contiene todos los fósiles de los cuales hasta ahora sabemos que son comunes al Cretáceo mexicano y al de Texas. Donde se encuentra un signo de interrogación es porque no se conoce hasta ahora en qué capa de la división se halla el fósil. Donde en la columna para Texas no hay ningún signo, el fósil proviene de un horizonte más alto del Cretáceo, y en la nota se halla la explicación necesaria.

Esta lista de fósiles nos muestra algunas relaciones interesantes: prueba antes de todo que ciertos fósiles en parte muy importantes se han encontrado en Texas en horizontes más altos que en México. Muy sorprendente es esto en el caso de la *Vola quinquecostata* Sow. que en Texas se encuentra como declara Hill, en la parte más alta del Cretáceo, mientras proviene en el N. de México seguramente sólo de la división Washita. En México se halla un *Baculites* que según Aguilera no se puede distinguir del *Baculites anceps* Lam.; pero proviene de la división Washita. Lo mismo es el caso con las amonitas importantes *Placenticeras placenta* y *Pl. Guadalupae* que se encuentran en México en la parte media del Cretáceo: la Serie Comanche; pero en Texas el horizonte es incierto.

De nuestra lista se infiere que en México hay dos facies, lo que se confirma por estudios geológicos, á saber: una facie septentrional que está casi conforme con la de Texas, una meridional que difiere totalmente de la texana. La septentrional tiene común con la texana, según el estado actual de nuestros conocimientos, 67 especies; la meridional solamente 16, aunque hay que considerar que en el S. de México falta la parte superior del Cretáceo, que correspondería más ó menos á la Serie de la Black Prairie. Todavía la diferencia es extraordinaria. Mientras en el S. predomina una facie calcárea, encontramos en el N. una más arenosa. Las calizas de Caprinidas del Sur de México hacen recordar las de Italia y de los Alpes meridionales. No se puede dudar que las calizas de Caprinidas del México meridional equivalen á una parte de la Serie Comanche de Texas, si bien no se puede pensar hoy en la identificación exacta de las divisiones y horizontes, ni siquiera se pueden en-

1 Glauconitic beds? en Texas; en las divisiones Washita y Fredericksburg de México septentrional.

2 G. Boehm (Ueber Ammonites Pedernalis v. Buch.—Zeitschr. d. Deutsch. geol. Ges. 1898, págs. 183-201. Láms. V-VII) refiere esta especie al género *Engonoceras*; sus razones me parecen convincentes.

3 Austin Dallas Chalk en Texas; división Washita en México septentrional.

contrar los horizontes texanos en la facies septentrional de México, no obstante que ésta es tan parecida á la de Texas, que casi no es posible separarlas. Sobre la edad del Cretáceo texano se ha discutido mucho, G. Boehm<sup>1</sup> dice sobre este asunto: "Aehnliches Schwanken zeigt sich bei den texanischen Caprinidenkalcken. Hill (Paleontology of the Cretaceous Formations of Texas.—The Invertebrate Fossils of the Caprina Limestone Beds. Proc. Biol. Soc. Washington, VIII, 1893, pág. 105) glaubt sie zum oberen Neocom oder an die Grenze von Neocom und Gault stellen zu sollen, während Heilprin (l. c. pág. 445) erklärt hatte, dass untere Kreideschichten in Texas nicht nachgewiesen seien. In neuester Zeit rechnet Douvillé (Compte-rendu sommaire des Séances de la Société géologique de France núm. 12, 1898, pág. 66) jene Rudistenkalke von Texas zum oberen Gault oder noch eher vielleicht, zum unteren Cenoman. Die Angaben von Hill im American Journal of Science, XLV, 1893, pág. 314 in der zweiten Fussnote unten beruhen auf Missverständniß."

"Die mexicanischen Caprinidenkalke haben das wechselvolle Schicksal der texanischen getheilt. Neuestens hat Douvillé (l. c. pág. 66) das Vorkommen der Gattung Schiosia bei Coalcoman festgestellt. Der Ort. liegt im pacifischen Küstenstaat Michoacan." En razón de conjunto de la faúna, G. Boehm logra finalmente colocar las calizas de Escamela en el Cenomaniano Superior. Este resultado corresponde perfectamente con aquello que obtenía Aguilera en el estudio de la totalidad de las faunas cretáceas de México. Yo creo de mucho valor el hallazgo de *Vola quinquecostata*, *Protocardia Hillana*, *Exogyra flabellata*, *Ostrea carinata*, *O. diluviana*, formas que son típicas para el Cenomaniano y el Turoniano; se encuentran en México en parte en la Serie Comanche, en parte en las calizas de Orizaba equivalentes á aquella.

Significativa es también la presencia de Engonoceras, que se conoce en Europa solamente en el Cenomaniano. Es además importante para la determinación de la edad de las calizas de Orizaba, que todas las calizas de Caprinidas encontradas hasta ahora están consideradas como pertenecientes al Cenomaniano ó al Turoniano, de lo cual se ve un buen cuadro de distribución en el trabajo de G. Boehm (l. c. pág. 181 pl.).

También Johannes Boehm<sup>2</sup> se adhiere recientemente á la opinión aquí tomada; él pone en el Cenomaniano Engonoceras *Pedernalis*, *E. Hilli*, *E. belviderense*, *E. Roemeri*, *E. Gabbi*, etc., que provienen de la Serie Comanche, y en el Turoniano Engonoceras *Dumblei* y *Eng. G. Stolleyi* que se ha encontrado en la división Eagle Ford. Así se muestra más y más que todos los geólogos y paleontólogos que se ocupan de la Serie Comanche y las calizas de Orizaba se inclinan á la opinión de que éstas pertenezcan al Cenomaniano.

Según los estudios hechos hasta el presente llegamos á la separación siguiente de las divisiones:

1 G. Boehm, Ueber Caprinidenkalke aus Mexico.—Zeitschr. d. Deutschen geol. Gesellsch. 1898, pg. 331.

2 Joh. Boehm, Ueber Ammonites *Pedernalis* v. Buch. Zeitschr. d. Deutschen geol. Gesellsch. 1898, pág. 197 y el esquema pág. 201.

REGIÓN DE ORIZABA Y TEHUACÁN. FACIES DE MÉXICO MERIDIONAL.	TEXAS Y MÉXICO SEPTENTRIONAL.	PISOS.	
Calizas de Escamela...	Washita division.....	Comanche Series.	Turoniano.
Calizas de Maltrata...			
	.....?		
Pizarras de Necoxtla..	Trinity division.....		Apt.-Urgoniano.
Pizarras y areniscas de Zapotitlán.....	.....?		Neocomiano Sup.
			Neocomiano medio é inferior
Pizarras calcáreas negras.			
Jurásico Superior ó formaciones más antiguas.			Jurásico Sup.

Debajo de las pizarras y areniscas de Zapotitlán están situadas las pizarras calcáreas negras ya descritas por mí,<sup>1</sup> éstas representan probablemente todo el Neocomiano medio é inferior.

Nuestra separación en divisiones naturalmente no puede ser más que provisional, porque el estudio de las faunas no ha adelantado bastante. Entretanto es seguro que las calizas de Orizaba, á saber: las calizas de Escamela y las de Maltrata corresponden á la Serie Comanche; que en los alrededores de Orizaba y probablemente en la mayor parte del S. de México se dejan distinguir tres divisiones, y finalmente, que hay dos facies diferentes en México: una meridional y otra septentrional. Esto basta ahora para la comprensión de las condiciones tectónicas de Orizaba, cuya explicación es el objeto principal de este trabajo.

Probablemente tenemos que renunciar á la identificación de capas y subdivisiones americanas con las nuestras, primeramente, porque la facies de todos los pisos de México es diferente de la de los Estados Unidos del Norte, con excepción de la menor parte del México septentrional, cuya facie es parecida á la de Texas; en segundo lugar, es aún muy incierto si todas aquellas divisiones y "beds" representan verdaderos horizontes, al menos parece que faltan fósiles realmente característicos. Será probablemente necesario reunir

1 Böse, Ueber Lias in Mexico.—Zeitschr d. Deutsch. Geol. Ges. 1898, pg. 174.

con el tiempo una multitud de "beds" en uno ó en algunos horizontes; la mayor parte de los "beds" tendrá solamente un valor local. Esto será también la razón por qué la separación de los pisos cambia casi cada año, con lo cual en Texas sólo las divisiones Washita y Fredericksburg quedan estables, mientras cada vez cambia el número de sus "beds" y subdivisiones. Para convenirse de la exactitud de estas observaciones compárense los nuevos trabajos de Robert T. Hill<sup>1</sup> y J. A. Taff<sup>2</sup> sobre el Cretáceo texano. No podemos poner nada al lado de los beds allí descritos, al menos en el S. de México, porque por ejemplo, en las calizas de Escamela, en todos los beds, los fósiles principales serían los mismos, solamente que se encuentran en diferente asociación, lo que es también el caso en el Cretáceo texano.

1 Robert T. Hill, A preliminary annotated check list of the cretaceous invertebrate fossils of Texas, Bull. Geol. Surv. of Texas, num. 4, Austin, 1898, pg. IX, XIV ff.

2 J. A. Taff, Reports on the cretaceous area north of the Colorado River, Third Annual Report of the Geol. Surv. of Texas, 1891, Austin, 1892, pgs. 269-279.

J. A. Taff, Report on the cretaceous area north of the Colorado River. Fourth Annual Report of the Geol. Surv. of Texas, 1892, Austin, 1893, pgs. 244-308.



---

---

## LAS CONDICIONES TECTÓNICAS.

---

Nuestro perfil sigue en general el curso del río Blanco, pero hacemos ver tanto el lado septentrional como el meridional del Valle. Comenzamos con la descripción de la parte oriental. El río Metlac proviene de un valle que nace del Pico de Orizaba y recorre la llanura de Córdoba. Mientras corta en su parte septentrional, principalmente los conglomerados modernos de la llanura mencionada, por ejemplo, en la muy celebrada barranca de Metlac, más al S. el río Metlac corta algunas cordilleras que forman el borde occidental de la llanura de Córdoba. Estos cerros se componen de calizas de Maltrata que aquí están muy plegadas, de manera que se cree algunas veces que las capas están verticales, cuando en verdad están plegadas en zig-zag. Nos ocupamos aquí solamente de los cerros que están situados al N. del río Blanco. Este se reúne en Tzapoapan con el río Metlac, cambiando marcadamente su dirección en el punto de reunión y no corre más al E. sino siguiendo el borde de la montaña al S.E. El grupo de cerros que el río Blanco corta hacia el S. está limitado hacia el W. y el N.W. por el valle bastante plano de Orizaba, de modo que este grupo de cerros no tiene conexión inmediata con las sierras al W. de Orizaba. El cerro más alto, cuya altura es de 1,350 metros sobre el mar, se llama cerro de Chichahuaxtla, éste se compone completamente de calizas de Maltrata, que forman aquí bancos bastante gruesos, desprovistos casi totalmente de fósiles. Las capas están aparentemente casi verticales, pero están en verdad plegadas en zig-zag como se ha dicho más arriba. Al W. se junta con el cerro de Chichahuaxtla una sierra, que se compone de las pizarras de Necoxtla plegadas variadamente, en las cuales están intercaladas en el lado oriental de la sierra algunos bancos calcáreos gruesos. Estas pizarras de Necoxtla están puestas en conexión con las calizas de Maltrata por una fractura, en la barranca se ve muy bien el encorvamiento por arrastre (Schleppung, retroussement, bending) de las capas en el plano de la falla. Las calizas de Maltrata tienen aquí en general el rumbo N. 40° W. y la inclinación al S.W. Si seguimos las calizas en su rumbo, pasamos por la depre-

sión de Cuauhtlapan y llegamos otra vez á una sierra formada por calizas de Maltrata que desaparecen hacia el N. en la llanura de Orizaba y Córdoba, varias veces mencionada. En esta sierra encontramos solamente pocos restos de las pizarras de Necoxtla adyacentes discordantemente; pero también aquí la fractura es bastante bien evidente. Hacia el S. las pizarras son mucho más poderosas; se extienden hasta sobre el Río Blanco que allí, en una cascada grandiosa, muy visitada por excursionistas, llamada el Rincón Grande, salta sobre las pizarras en una barranca estrecha y profunda. Las pizarras están muy plegadas, particularmente en la subida desde Tuxpango á la hacienda de Escamela. Allí las pizarras no tienen el color amarillento general, ni el lustre de seda en los planos de las capas, sino son á menudo grises y hasta negras, calcáreas y apizarradas, en hojas menos delgadas, de modo que parecen aquellas pizarras calcáreas que encontré en la barranca de la Calera, directamente sobre el Jurásico.<sup>1</sup> Al otro lado del Rincón Grande, las pizarras de Necoxtla están cubiertas de modo normal por las calizas de Maltrata muy silizosas y en bancos delgados, y éstas por su parte están cubiertas por calizas de Escamela muy fosilíferas. Estas se pueden observar bien siguiendo el nuevo cañón que conduce hacia San Juan del Río.

Mientras que observamos aquí una serie normal de sedimentos, encontramos, yendo en el rumbo de las capas hacia el N., condiciones un poco diversas. Si se va desde la sierra, al N.E. de la depresión de Cuauhtlapan, hacia el P., se entra en un valle ancho y plano cuya superficie se compone en su mayor parte de toba caliza, más abajo, de conglomerados recientes ó ya de edad cuaternaria. Por esta toba caliza el pueblo de Ixtaczoquitlán ha recibido su nombre, que quiere decir "lugar del lodo blanco," á saber, el que se forma del desgaste de la toba calcárea. En el N. de esta planicie se eleva el grupo del cerro de la Escamela, masa aparentemente compuesta de un material completamente homogéneo y que se compone en realidad de tres bandas diferentes: en el E. se halla una banda de calizas de Escamela con rumbo N. 30° W. ó inclinación de 45° al S.W., que han recibido su nombre de este cerro; después sigue hacia el W. una banda estrecha de pizarras de Necoxtla muy plegadas, pero en general teniendo la inclinación hacia el W.; la última parte más al W. del cerro se compone también de calizas de Escamela que están casi perpendiculares, pero siempre con inclinación hacia el W., rumbo N. 40° W. En esta parte de las calizas se hallan diversas canteras. La caliza de Escamela admite un pulimento muy hermoso y se usa con preferencia como mármol para edificios de lujo, monumentos, etc. Los cortes transversales de los fósiles dan á este mármol un dibujo especial, de modo que se asemeja por el aspecto al Dachsteinkalk transformado en losas de los Alpes y de las calizas cretáceas empleadas de la misma manera en la Italia meridional. En las canteras del cerro de la Escamela se encuentran numerosos fósiles, pero en pocos casos es posible sacarlos de la roca; los más frecuentes son Hippurites, formas parecidas á Caprinas ó Caprotinas, Ichthyosarcólites y Nerineas.

1 Böse, Ueber Lias in Mexico.—Zeitschrift. d. Deutsch. Geol. Ges. 1898, pg. 174.

Al S.E. del pie del cerro de la Escamela se halla un manantial que forma un arroyo que proviene de las calizas de Escamela. Este fenómeno es bastante frecuente en los alrededores de Orizaba; tales manantiales se denominan "Ojo de agua;" estos forman generalmente una cavidad pequeña al pie del cerro de la cual sale un arroyo abundante; volveremos después á este fenómeno que está en conexión con los numerosos ríos subterráneos.

Yendo del cerro de la Escamela más al W. encontramos otra vez un valle ancho y plano que desciende del Pico de Orizaba (Citlaltépetl). El fondo del valle consiste casi exclusivamente de pedruzcos eruptivos y arenas volcánicas. En el punto de reunión de este valle con el del Río Blanco está situada la ciudad muy antigua de Orizaba, ya conocida por Cortés.

Al W. de la ciudad se levanta el cerro del Borrego. Este consiste en su parte meridional, casi completamente de calizas negras, silizosas, con zonas delgadas de pizarra; estas calizas tienen el rumbo N. 30° W. y se inclinan bajo un ángulo de 65° hacia el S.W. Algunos viajeros americanos como Scudder han tenido estas calizas por paleozoicas, pero solamente por su carácter petrográfico. Ya Heilprin<sup>1</sup> dice: "I found no fossils in this rock and I suspect that it belongs to a somewhat different horizon from that of the gray marbles of the cerro de Escamela, but I could not absolutely satisfy myself as to its true relations." Los fósiles son verdaderamente muy raros allí; pero en intercalaciones de calizas arenosas se encuentran cortes de Caprotinidas. Las calizas del cerro del Borrego son verdaderas calizas de Maltrata. Oblicuamente á la dirección de la sierra, el cerro del Borrego está recorrido por una línea de fractura con el rumbo N.-S. Al W. de esta línea hay las mismas calizas de Maltrata pero con el rumbo N. 25° W. y la inclinación 30° N.E. En la parte septentrional del cerro esta línea de fractura se deja reconocer difícilmente y en pocos lugares, porque casi todas las pendientes están cubiertas de una vegetación tropical densa. Siguiendo hacia el W. se ve que la inclinación de las capas pronto cambia otra vez, aquí vemos el rumbo N. 30° W. y la inclinación 20° S.W. Desde aquí queda constante el rumbo hasta Nogales, solamente que la inclinación se hace más rápida hacia el W. Las calizas de Maltrata componen una sierra alta que en el W. se junta con el Alechipín. Antes de Santa Catarina se hallan solamente calizas en lechos delgados con segregaciones de pedernal. Fósiles son muy raros y solamente se encuentran á veces cortes de bivalvos. Estas calizas en lechos delgados están cubiertas por una masa dolomítica de un espesor no muy grande, sobre la cual, en la región de Santa Catarina, hay una masa de calizas grises compactas. Sobre éstas encontramos otra vez las calizas silizosas en lechos delgados que contienen en Tenango también capas delgadas de pizarras amarillentas de lustre de seda.

En Tenango desciende un valle que comienza entre el Alechipín y el cerro

<sup>1</sup> The Geology and Paleontology of the cretaceous deposits of Mexico.—Proc. Acad. Nat. Sc. Philadelphia, 1890, pg. 462.

ya mencionado, que se compone de calizas de Maltrata y alcanza una altura de cerca de 2,400 metros. Al W. del origen del valle existen acantilados gigantes de rocas en el lado del Alchipín; estos acantilados caracterizan el principio de las calizas de Escamela que aquí yacen normalmente sobre las calizas de Maltrata. Toda esta serie de rocas se continúa hasta el borde de la Mesa Central, donde está cubierta por las rocas eruptivas y las areniscas volcánicas del Pico de Orizaba. Volveremos después á estas calizas de Escamela. Las calizas de Maltrata tienen aquí aparentemente un espesor extraordinario, pero supongo que las calizas se hundén en escalera hacia el E., tales fracturas pequeñas se pueden mostrar raras veces ó nunca por la cubierta densa de vegetación. Antes de ocuparnos más con esta parte del perfil, describiremos el lado meridional del Río Blanco.

Al S. de Orizaba está el cerro de San Cristóbal. En el lado septentrional de este cerro no se puede ver casi nada por la vegetación; pero el lado meridional está perfectamente desnudo y solamente cubierto de zacate y bosques aislados. Entre Xalapilla y Tlilapan reconocemos que el rumbo de las capas se desvía totalmente del de la montaña antes descrita, siendo el rumbo aquí N. 70° W.; los estratos forman un anticlinal cuyo flanco septentrional está mucho menos descubierto que el meridional. Este anticlinal consiste en su mayor parte de calizas de Escamela muy fosilíferas que están sobre calizas de Maltrata. El flanco meridional del anticlinal se deja seguir hacia el E. en la montaña de San Juan del Río, el septentrional no parece estar descubierto en distancia mayor. Al S.W. del cerro de San Cristóbal está limitado el anticlinal por discordancia en parte con pizarras de Necoxtla, en parte con calizas de Maltrata. Las calizas de Maltrata que componen el cerro de Huiloapan se inclinan hacia el S.W., y al W. de Tlilapan se presenta bajo estas calizas una pequeña parte de pizarras de Necoxtla. Estas rocas están cortadas por una fractura con el rumbo casi de E.-W., de manera que en el E. las pizarras de Necoxtla y en el W. las calizas de Maltrata están en conexión con las calizas de Escamela del cerro de San Cristóbal.

Lastimosamente por la vegetación densa no se puede reconocer qué dislocaciones hay en el cerro de Huiloapan, en todo caso el cerro consta de calizas de Maltrata. Subiendo de Huiloapan hacia el S.W. por una de las barrancas profundamente cortadas, se ve en la salida del valle un poco arriba de Huiloapan, calizas silizosas sobre las cuales ya en gran altura yacen calizas dolomíticas de un espesor no muy grande. Siguen calizas compactas de color gris azulado sin fósiles que sucesivamente pasan á verdaderas calizas de Escamela. En el valle de Santa Rosa, en el cual va el camino principal para Necoxtla, están las pizarras de Necoxtla sobre las calizas de Escamela, á causa de una falla inversa. Desgraciadamente sólo la parte superior de las pizarras de Necoxtla es visible aquí, pero la sobreposición por calizas de Maltrata en el lado occidental es muy claramente discernible. El lugar donde se ve mejor la sobreposición se encuentra cerca de Santa Rosa, allí hay calizas de Escamela y siguen hacia el W. las pizarras de Necoxtla, de esta manera:

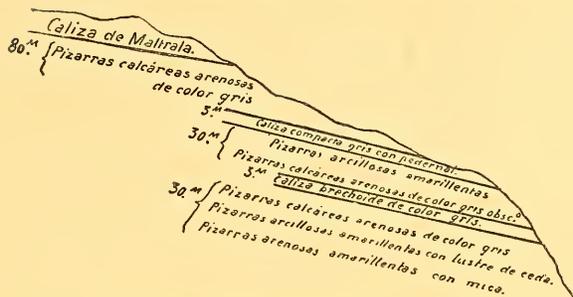


Fig. núm 1.—Entre Necoxtla y Santa Rosa.

Corte estratigráfico de la parte superior de las pizarras de Necoxtla.

En la parte inferior se encuentran pizarras arenosas, amarillentas, con mica, que en su aspecto se asemejan á las pizarras del Potrero.<sup>1</sup> Sobre éstas vemos pizarras amarillentas con lustre de seda y otras de color gris claro; siguen pizarras calcáreas grises muy arcillosas y de un grano muy fino. Sobre éstas se halla un banco grueso de caliza gris brechoide sin fósiles; sobre éste otra vez pizarras calcáreas arenosas de un color gris obscuro, muy semejantes á las mencionadas antes, y sobre éstas las pizarras amarillentas, en parte con lustre de seda. Sigue otro banco de caliza gris con segregaciones de pedernal y sobre éste pizarras calcáreas arenosas grises de un grano más grueso, bastante poderosas, y una especie de arenisca calcárea en lechos delgados. Todos estos sedimentos desgraciadamente no tienen ningún fósil; sobre esta serie yacen las calizas de Maltrata. La tierra de desgaste de las pizarras de Necoxtla da una especie de arcilla plástica usada por los indios para la fabricación de grandes jarros.

Solamente en pocos lugares se ve en la subida á Necoxtla que la fractura es una falla inversa, cuyo plano está inclinado hacia el W. Se puede seguir la línea de fractura en una grande distancia hacia el S.; es una de las grietas longitudinales más importantes de toda la región; la encontraremos también en el lado septentrional del valle donde está un poco dislocada por la fractura transversal en el valle del Río Blanco.

Yendo de Necoxtla, que está ya casi sobre la falla inversa, hacia el W., pasamos un pequeño valle en forma de concha, formado de calizas de Maltrata que hacia el S. están cubiertas por calizas de Escamela con muchísimos fósiles. Bajando después más hacia el W. se ve que en el valle que desciende hacia Ojo Zarco las calizas de Maltrata están muy plegadas, pero en pliegues que son bastante grandes; solamente más al W. comienzan los pequeños pliegues, de los cuales unos están empujados sobre los otros y que serán descritos después.

1 Böse, Ueber Lias in Mexico, pág. 175.

Volvamos á la descripción del lado septentrional del valle del Río Blanco. Subiendo desde Tenango se encuentran numerosos pedruzcos eruptivos, principalmente de basalto que provienen probablemente de un dique que debe existir debajo del puerto; es lástima que no me haya sido posible ahora descubrir la situación exacta del dique, porque el valle es muy difícilmente accesible. Al W. de Tenango comienzan las calizas de Escamela, como ya lo hemos mencionado; forman el fondo del valle que descende de la Sierra de Agua. Las calizas de Escamela se dejan seguir en el valle del Río Blanco, casi hasta la hacienda del Encinal, que está al otro lado de Nogales; también allí hay grandes canteras de mármol. En Nogales y justamente cerca de la iglesia asoma una cantera de la parte superior de las calizas de Maltrata, pero solamente en un espesor de pocos metros. Siguiendo el nuevo camino carretero para acarreo de leña que conduce á la Sierra del Agua, se sube mucho tiempo en calizas de Escamela extraordinariamente fosilíferas. Donde el camino hace una gran vuelta hacia el W. en la falda del cerro de la Escuela se encuentran las margas y pizarras de la división Necoxtla. Aquí ésta consiste principalmente en pizarras arcillosas, amarillentas, con lustre de seda y margas calcáreas, verdosas, duras. Las margas se inclinan como las calizas de Escamela, hacia el W., con rumbo N. 15° W. Donde el camino entra otra vez en las calizas tienen éstas el rumbo N.-S. y se inclinan bajo un ángulo de 30° hacia el E. En el cerro de la Escuela la caliza tiene el rumbo E.-W. y se inclina bajo 30° hacia el S. Tenemos aquí, pues, un terreno muy quebrado cuya tectónica detallada se podría representar gráficamente sólo en una escala muy grande. Las diferencias en el rumbo de las capas son causadas por pequeñas fracturas transversales.

Siguiendo las calizas de Escamela en el fondo de la barranca se encuentra que pasan también al lado occidental y que las pizarras de Necoxtla son empujadas sobre las calizas; la falla inversa es aquí muy clara y se puede seguir fácilmente; es la misma línea de dislocación que hemos reconocido en Necoxtla, solamente que la fractura está dislocada una vez al E. en Nogales y otra vez al W. en el cerro de la Escuela y su dirección se aproxima aquí más al rumbo N.-S. mientras en Necoxtla es casi N.W.-S.E. Al W. del cerro de la Escuela encontramos otra vez las pizarras de Necoxtla, componiéndose principalmente de pizarras arcillosas de color gris y amarillento, con lustre de seda, pero hay también más arriba las margas calcáreas grises con rumbo N. 20° W., é inclinación de 30° W. Siguiendo el camino carretero se observa en la cresta del cerro la sobreposición por calizas silizosas. Después vuelve el camino otra vez en las pizarras de Necoxtla que aquí gradualmente adquieren un espesor más considerable. Encontramos aquí también como en Santa Rosa bancos de caliza intercalados; sobre éstos se levantan aún cerros compuestos de las pizarras amarillentas con lustre de seda. Encima de éstas están situadas las calizas de Maltrata que están cubiertas solamente en los cerros más altos, como el cerro del Coyote y el cerro de La Ortiga, por pequeños parches de calizas de Escamela. Cuanto más nos acercamos á la hacienda de

la Sierra de Agua, tanto más poderosa se hace la zona de pizarras. Aunque los afloramientos no son buenos en todas partes, la tierra de desgaste nos muestra que entre la serie de cumbres del cerro de la Ortiga, cerro del Coyote, etc., y las calizas de la barranca que desciende de la Sierra de Agua, hay exclusivamente pizarras de Necoxtla.

Siguiendo otra vez el camino á la Sierra de Agua nos quedamos hasta una grandiosa garganta llamada Boca del Toro, en pizarras de Necoxtla con intercalados bancos de calizas sin fósiles. En Boca del Toro el camino entra en las calizas de Escamela de la falla inversa. Esta barranca con sus acantilados poderosos no es una sencilla barranca de erosión; las paredes están formadas por planos paralelos de fracturas, y á la primer ojeada se podría pensar que la barranca es uno de aquellos valles de agrietamiento de los cuales se hablaba mucho en el principio y hasta á mediados de este siglo. En verdad existen numerosas fracturas paralelas entre las cuales el material ha sido removido en parte por la fuerza del agua. Es sorprendente el hecho de que toda la barranca está cortada en las calizas de Escamela; si el valle hubiese sido formado sólo por erosión, el thalveg habría seguido con seguridad las pizarras mucho más blandas. Me explico el caso de la manera siguiente:

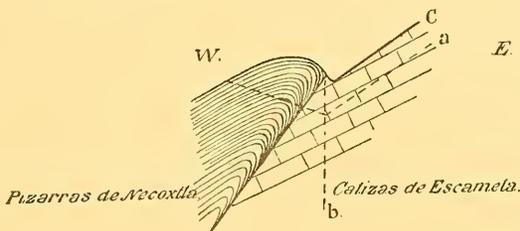


Fig. núm. 2.—Boca del Toro.

a, Perfil actual. b, Línea que indica la dirección del trabajo de la erosión. c, Perfil á principios del trabajo de la erosión.

Por la falla inversa se formaba seguramente un canal (línea c) que el agua recorría entre las pizarras y las calizas; pero trabajaba después en sentido vertical siguiendo la línea b, de modo que en la parte superior del valle se formaba la línea del perfil actual a. El thalveg se ha desviado de la línea de fractura hacia el E., y cuanto más profundamente cortado está el valle, tanto más lejos se halla el thalveg de la falla inversa; por esto en la carta, thalveg y falla están considerablemente divergentes.

Otra circunstancia curiosa es que en parte de la barranca no corre agua, pero que el arroyo tiene un álveo subterráneo. Volveremos á este fenómeno en un capítulo especial, porque tiene gran importancia para una parte del S. de México.

Donde el valle llega á la hacienda de la Sierra de Agua desaparecen los sedimentos debajo de los conglomerados y arenas volcánicas de la Mesa Cen-

tral más estrictamente del Pico de Orizaba. Estos conglomerados, etc., cubren todo el terreno al N.E. del cerro del Coyote. Al E. de la Sierra de Agua se extienden las poderosas calizas de Escamela y de Maltrata que forman la continuación del Alepín y del cerro del Borrego; también éstas desaparecen hacia el N. debajo de los productos volcánicos.

Volveremos á Nogales. Allí encontramos cerca de la iglesia calizas de Maltrata de poco espesor con pizarras intercaladas y sobre aquellas concordantemente, calizas de Escamela extraordinariamente fosilíferas. De entre éstas sale un arroyo muy abundante de un Ojo de Agua en forma de estanque, aquí llamado laguna. Entre Nogales y la hacienda del Encinal situada al W. se encuentra un pequeño dique de basalto, en el Encinal mismo sigue un dique mayor de basalto que está en el lugar donde la falla inversa debía encontrar al valle del Río Blanco, pero el dique seguramente no tiene ninguna relación con esta línea de dislocación, porque la falla inversa no causa grietas sino compresión en la roca. Supongo que el dique sale exactamente en el punto donde las fracturas transversales del cerro de la Escuela cortan á la falla inversa, y que el basalto llega al valle por mero rebozamiento. Más al W. encontramos otra vez las calizas de Maltrata con insignificantes restos de una cubierta de calizas de Escamela fosilíferas. Estas calizas de Maltrata son la continuación de las que encontramos en el camino á la Sierra de Agua. Las calizas de Maltrata componen toda la montaña hasta la depresión de Maltrata. Mientras que las calizas en el cerro de la Ortiga y su continuación están poco plegadas y se inclinan constantemente hacia el W., más al W. muestran un plegamiento considerable. Tenemos que mencionar que en Zapotl y en Calera existen tobas volcánicas modernas de un espesor no muy considerable.

El ferrocarril de Veracruz al cual seguimos en general con nuestro corte, sale en Nogales del valle principal del Río Blanco y entra en un valle secundario. Mientras el primero tiene su continuación al S.W., tiene el valle secundario un rumbo E.-W. En Maltrata el ferrocarril abandona también este valle para desviar sobre La Bota y Alta Luz en curva poderosa hacia el N. y alcanzar de esta manera la altura de la Mesa Central en Boca del Monte.

Entre el valle que sigue el ferrocarril y el valle del Río Blanco, se levanta el grupo montañoso de Cuxtitlán. Este consiste de una cresta alta que proviene de la Mesa Central y se bifurca al E. de Cuxtitlán en dos bandas, entre las cuales está situado un valle profundo. Todo este grupo consta de calizas de Maltrata con excepción de un pequeño dique de basalto en la depresión, cerca de la ranchería de Cuxtitlán. Mientras el material es homogéneo, la tectónica es sorprendentemente diversa. En toda la parte oriental del grupo las capas tienen el rumbo N. 15° W. y se inclinan bajo un ángulo de 20-35° hacia el W. Esta inclinación uniforme se puede observar hacia el W. hasta el llamado Infiernillo del ferrocarril veracruzano. Allí la parte con estratificación uniforme está cortada como con un cuchillo y las capas se hallan

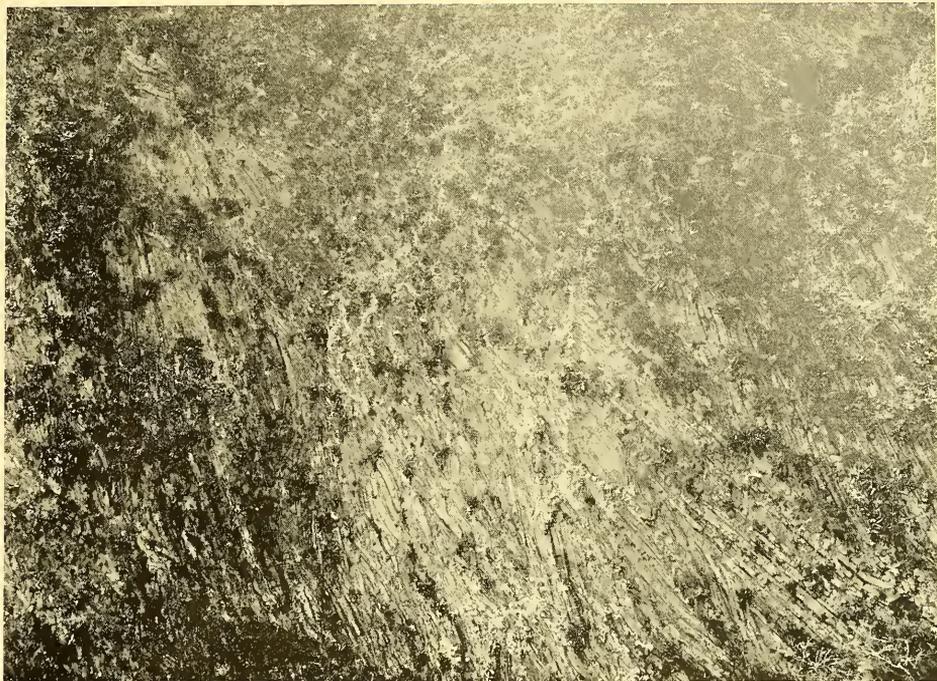


Fig. 1. BARRANCA DE MALTRATA.  
Pliegues en zigzag oblicuos en las calizas de Maltrata.



Fig. 2. BARRANCA DE MALTRATA.  
Pliegues en zigzag oblicuos en las calizas de Maltrata; detalle de un acantilado grande.

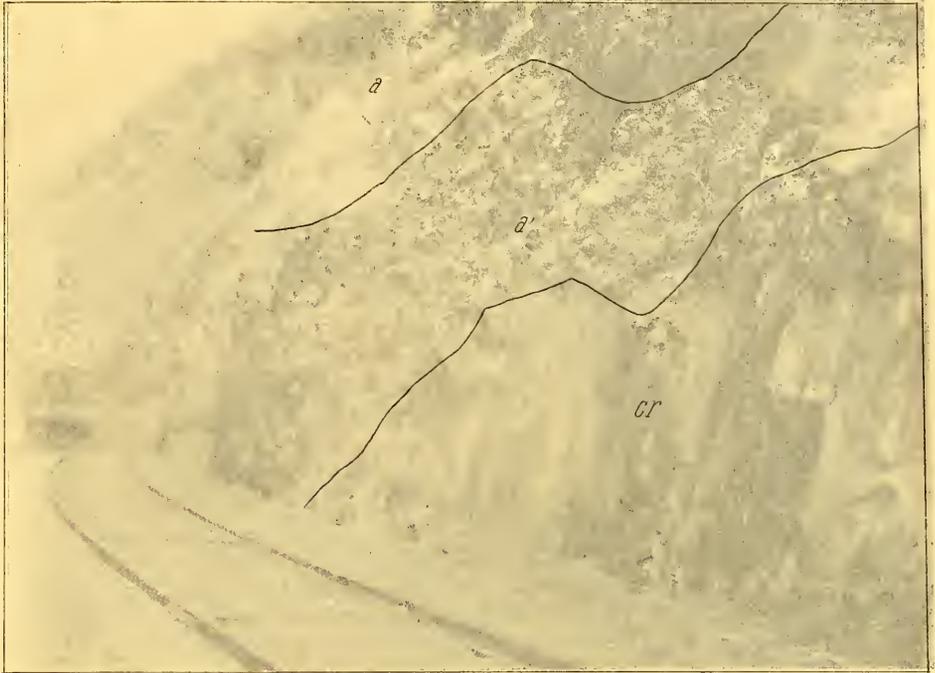


plegadas de manera sorprendente y particular. La grandeza del fenómeno la indican las palabras siguientes de Heilprim (loc. cit. pg. 462 p. p.): "Between Orizaba and the eastern crest of the plateau the limestones, rising higher and higher, are exposed in almost continuous section. In the deep gorge of the Inferno below Maltrata, the shattered and contorted beds form a wonderful exhibit, and bear witness to the tremendous strains that were impressed upon the rock-masses at the time of their uplifting. It seems to me probable that the mountains about here have suffered secondary dislocation, having been warped and twisted from a primal position, through successive volcanic squeezes and discharges. Along the northern face of the gorge heavy beds of lava, representing probably an early discharge from the Sierra Negra, rest directly upon the limestone, which appears, however, to have suffered but little alteration through contact with the igneous mass. Above Maltrata the rockfractures and dislocations follow rapidly on one another, and in short intervals the beds assume all positions and reversion. No more magnificent display of mountain architecture can be conceived than that which is presented in the steep upper face of the plateau scarpe. In some places, as at Alta Luz, the strata become "flaggy" and appear in thin shales verging on to slates. Possibly it is some of this rock, having a clearly ancient look, which geologists have from time to time considered as being Palaeozoic. Dollfuss mentions the occurrence of palaeozoic strata near the Boca del Monte, but I failed to find any such outcrop; and I am certain that the series of Palaeozoic strata, from the Carboniferous to the Silurian, which Packard (American Naturalist XX p. 122) mentions as outcropping between the eastern crest of the great central plateau and the basal plain does not exist."

Qué diferencia entre esta descripción entusiasta y las palabras de Felix y Lenk que pretenden que estos pliegues sean secundarios y poco importantes. Las ilustraciones (lám. 1) que acompañan á este trabajo muestran dos lugares en la gran barranca de Maltrata; desgraciadamente no era posible fotografiar más que pequeñas partes porque la barranca es muy estrecha y difícilmente accesible fuera del tramo del ferrocarril; pero toda la barranca muestra en una longitud de más de dos kil. continuamente los mismos pliegues. Donde el agua no ha formado acantilados no se observa nada de los pliegues, porque la inclinación es siempre hacia el W. (con pocas excepciones) y no se podría inducir de los pequeños afloramientos un plegamiento tan complicado. En verdad, toda la montaña hacia el W. está plegada de tal manera como nos lo enseñan los cortes y rebajes hechos por el ferrocarril veracruzano. Es sorprendente la forma de los pliegues que es siempre la misma en una extensión de 10 kil. transversales al rumbo de los estratos. Son siempre los mismos pliegues pequeños, oblicuos, que constituyen un gran sistema de pliegues paralelos oblicuos geniculados. Esta especie de plegamiento comienza en una línea determinada corriendo del N.W. al S.E.; circunstancia que debe parecer particular á la primera vista. Mientras la fig. 1 de la lámina 1 nos da la vista de un gran acantilado, la fig. 2 nos muestra detalles de otro acantilado mayor.

En todas partes se puede ver en estos pliegues que los estratos tienen su espesor normal en el punto de doblamiento; no se puede ver ninguna deformación por tensión ó estiramiento ni en el punto de doblamiento ni en el flanco medio. Hay fracturas solamente en muy pocos lugares, pero no pasan paralelamente á la dirección de los pliegues sino que atraviesan á los pliegues; es cierto, pues, que no se les puede considerar como producto del estiramiento de los flancos medios. La roca no se ha mostrado plástica en el procedimiento del plegamiento; al contrario, se ve que era muy frágil y quebradiza, pues las calizas silizosas están quebradas en un número enorme de pedacitos, que después en parte están soldados por arenillas de carbonato de cal. También los flancos no encorvados de los pliegues muestran numerosísimas fracturas. No se trata, pues, en ésta de una transformación sin fractura. La barranca de Maltrata nos muestra algunas otras cosas interesantes. Mientras los acantilados meridionales constan todos de calizas de Maltrata, se encuentran en el lado septentrional de la parte oriental solamente rocas eruptivas, á saber, andesita. En la parte occidental el lado septentrional muestra debajo calizas de Maltrata plegadas; sobre éstas un conglomerado de guijarros principalmente de andesita augítica vítrea de un espesor que varía desde 20 centímetros hasta cerca de 10 metros. Sobre este conglomerado se ha derramado en forma de una cubierta la andesita piroxénica. La fig. 1 de la lámina 2 muestra los estratos casi verticales (en realidad no paralelos sino plegados en rodilla) de la caliza de Maltrata; sobre ésta el conglomerado de la andesita augítica vítrea, y encima de ésta la cubierta de andesita piroxénica.

La cubierta tiene una extensión bastante considerable; se la puede seguir hacia el N. hasta el otro lado de la curva más septentrional del ferrocarril. El ferrocarril ha hecho aquí descubrimientos buenos. Tenemos que observar que en la barranca de Maltrata (Infiernillo del Ferrocarril, la verdadera barranca del Infiernillo está más al N.) no se ven fenómenos de metamorfismo de contacto en las calizas cretáceas. Desde la barranca hasta el otro lado de la gran curva del ferrocarril tenemos la misma formación de la roca eruptiva. El límite entre los sedimentos y las rocas eruptivas está en parte bien descubierto en el E. en diversas barrancas con la dirección N.-S., pero éste no es el caso en el W., porque hasta La Bota una zona estrecha de guijarros (en su mayor parte de calizas de Maltrata) separa las dos bandas de rocas diferentes. Antes de este lugar en donde el ferrocarril llega á las pendientes al N. de Alta Luz, la construcción del camino no descubre el contacto; pero existen allí las mismas condiciones que en el Infiernillo. Más al N. el límite no está bien visible, pero se encuentra allí un lugar no sin interés cuyas condiciones nos muestra la fig. 2 de la lámina 2. Tenemos aquí un conglomerado de grandes y pequeños pedruzcos de andesita augítica, vítrea, sobre la cual yace una cubierta de andesita augítica en lajas y bancos. Vista del otro lado de la pequeña baranca, la andesita augítica casi tiene el aspecto de una roca sedimentaria, tan claros y bien discernibles son los bancos; sólo muy cerca se reconoce la naturaleza de la roca. Más arriba encontramos aún una nueva masa de guijarros compuesta casi exclusivamente de andesita augítica vítrea,



*a.* *Andesita piroxenita*  
*a'* *Conglomerado de Andesita augítica vitrea* BARRANCA DE MALTRATA.  
*cr.* *Caliza de Maltrata*



*a.* *Andesita augítica en lajas*  
*a'* *Conglomerado de Andesita augítica vitrea*

SECCION DE LA BOTAS.

En todas partes se ven en los pliegues que los estratos tienen su espesor normal. En los flancos no se puede ver ninguna deformación por haberse producido un efecto de debilitamiento ni en el flanco medio. Hacia el lado occidental los estratos se doblan en pliegues, pero no pasan paralelamente a los pliegues; es cierto, pues, que el estiramiento de los flancos se produce en el procedimiento del plegamiento. La roca es muy frágil y quebradiza, pues las calizas contienen un número enorme de pedregos, que después de haberse desmenuado por arenillas de carbonato de cal. También los flancos de los pliegues muestran numerosísimas fracturas. No se trata de una transformación sin fractura. La barranca de Maltrata muestra algunas otras cosas interesantes. Mientras los acantilados meridionales constan todos de calizas de Maltrata, se encuentran en el lado septentrional de la parte oriental solamente rocas eruptivas, á saber, andesita. En la parte occidental el lado septentrional muestra debajo calizas de Maltrata plegadas; sobre éstas un conglomerado de guijeros (principalmente de andesita augítica vítrea de un espesor que varía desde 20 centímetros hasta un metro). Sobre este conglomerado se ha derramado en forma de una cascada de lava una andesita. La fig. 1 de la lámina 2 muestra un detalle de un pedregal con un pedregal no paralelo sino plegado (ver lámina 2).

En la parte septentrional de la barranca de Maltrata se encuentran algunas andesitas vítreas de un espesor bastante considerable. En la parte meridional de la curva más septentrional del ferrocarril se descubren buenos Tenemos que observar que en Maltrata (Infiernillo del Ferrocarril, la verdadera barranca más al N.) no se ven fenómenos de metamorfismo.

En las barrancas cretácicas. Desde la barranca hasta el otro lado de la curva del ferrocarril tenemos la misma formación de la roca eruptiva. El límite entre los sedimentos y las rocas eruptivas está en parte bien descubierto en el E. en diversas barrancas con la dirección N-S, pero éste no es el caso en el W. donde hasta La Bofa una zona estrecha de guijeros (principalmente de calizas de Maltrata) separa las dos bandas de rocas diferentes. Al N. del ferrocarril llega á las pendientes al N. del Infiernillo. Más al N. el límite no está en un lugar no sin interés cuyas condiciones son interesantes. Tenemos aquí un conglomerado de guijeros y pedregos de andesita augítica vítrea, sobre la cual yace una andesita vítrea de un espesor bastante considerable. Vista del otro lado de la barranca hacia el N. se ve un pedregal que tiene el aspecto de una roca sedimentaria, pero que en realidad es un conglomerado de los guijeros; sólo muy cerca se ve la naturaleza de los pedregos. Más arriba encontramos aún una nueva formación compuesta de andesita vítrea de andesita augítica vítrea.

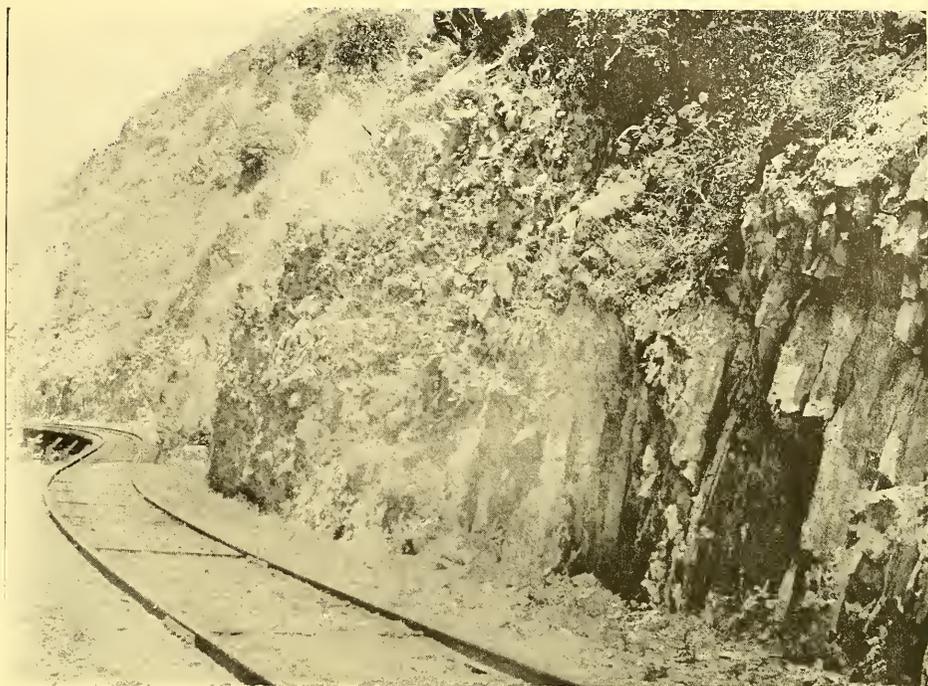


Fig 1 BARRANCA DE MALTRATA.

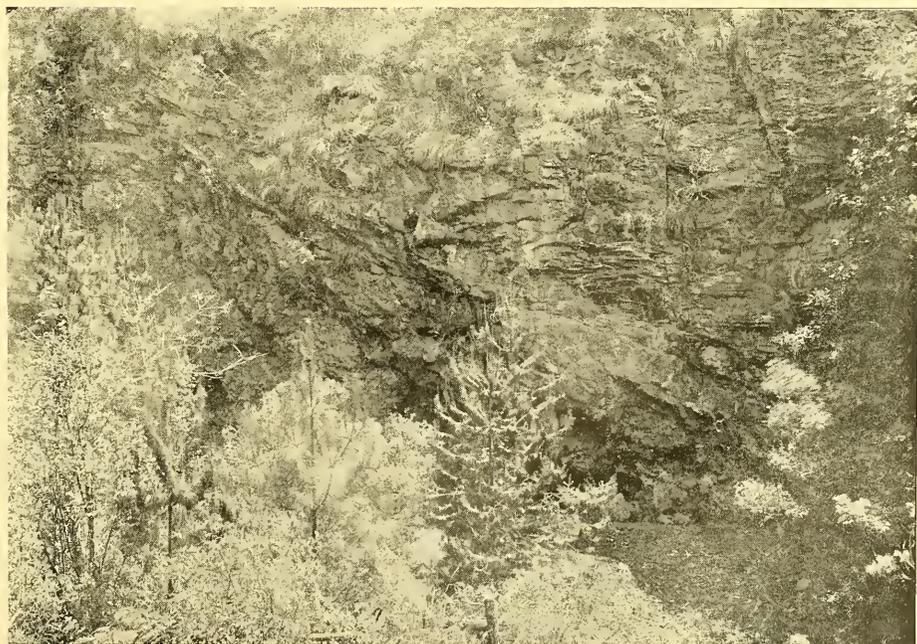


Fig 2 AL NORTE DE LA ESTACION DE LA BOTA.



que se extiende hasta la mesa al pie del Pico de Orizaba. Al E. se hallan en la altura de la mesa calizas de Maltrata, que están inclinadas hacia el W. bajo un ángulo agudo. Bajando de esta masa calcárea hacia el S.E. siguen las calizas de Maltrata hasta la barranca que limita el cerro del Coyote en su falda septentrional; pero en el lado septentrional de la barranca se halla aún un pequeño dique de andesita augítica, que aparentemente es igual con el material de las erupciones más modernas del Pico de Orizaba. En el otro lado de la barranca vemos las calizas de Maltrata del cerro del Coyote.

Demos ahora una ojeada al lado occidental del valle de La Bota. Los pliegues sin número de los estratos cretáceos están muy bien descubiertos por el ferrocarril, pero el plegamiento es menos intenso que en el Infiernillo. Las calizas de Maltrata componen aquí toda la vertiente de la Mesa Central. Dollfuss y Montserrat,<sup>1</sup> cuya opinión aceptan Felix y Lenk,<sup>2</sup> consideran las calizas como paleozoicas, y Felix y Lenk utilizan esta idea como prueba para la existencia de una poderosa fractura longitudinal. No será necesario refutar esta opinión porque en estas calizas, á saber, en Alta Luz se ha encontrado el *Acanthoceras ? Justinae Hill*. Si los geólogos alemanes hubieran explorado un poco más detenidamente el borde de la montaña, se habrían convencido ciertamente de que las condiciones tectónicas son más complicadas allí de lo que ellos creyeron. Volveremos á esto en el capítulo sobre la formación de la Mesa Central. Entretanto no nos queda más que añadir que también en cada lado del valle de Maltrata se encuentran estas calizas silizosas que hemos denominado calizas de Maltrata. Solamente allí donde el camino para Boca del Monte se aparta del valle principal, hay un dique de basalto de olivino. El fondo del valle de Maltrata consiste en parte de areniscas arcillosas que pertenecen al Cuaternario y que contienen muelas, colmillos y huesos de Elephas. Desgraciadamente no logré obtener ninguna de las piezas, porque fueron enterradas secretamente por los indios. Las capas que contienen estos restos tienen el mismo carácter que las de la Mesa Central que contienen restos de Elephas y Equus en San Andrés Chalchicomula. Estos han sido descubiertos por el Sr. D. Eduardo Bárcena en la hacienda de la Candelaria y los ha regalado bondadosamente al Instituto Geológico de México, por cuya donación damos aquí también nuestros agradecimientos.

Donde las calizas de Maltrata llegan al borde de la Mesa Central están cubiertas ó por arenas y conglomerados volcánicos, ó directamente por basaltos. Numerosas pequeñas colinas de la Mesa entre Boca del Monte y Esperanza se componen de rocas eruptivas, las cuencas están rellenas en parte por arenas volcánicas y en parte por aluviones. Toda la región contrasta con la región descrita antes. Mientras que arriba está todo desmontado, desolado y casi sin vegetación, las vertientes hacia el E. están cubiertas con la vegetación más abundante y densa. El paso de Boca del Monte á Maltrata es seguramente uno de los más sorprendentes.

1 Dollfuss, Montserrat et Pavie, Observations géologiques faites dans le trajet de la Veracruz à Mexico.—Arch. de la comm. scientif. du Mexique, II, 1866, pg. 125.

2 Felix und Lenk, Beiträge zur Geol. und Palaeont. d. Rep. Mexico, I, pg. 11.



---

---

## PARTE HIDROGRÁFICA Y OROGRÁFICA.

---

### SOBRE MANANTIALES Y RÍOS DE ORIZABA.

---

Ya en algunos lugares del texto hemos llamado la atención sobre los manantiales particulares que salen al pie de los cerros y siempre mandan grandes cantidades de agua á los ríos; generalmente un arroyo abundante dimana de tal manantial. Estos solamente pueden formarse en el caso de que grandes recipientes se encuentren en el interior de las montañas. Este es ciertamente el caso aquí; porque los cerros compuestos de caliza contienen en todas partes grandes cavidades en las cuales el agua puede acumularse. Con estas cavidades están quizá en relación las formas particulares de las cuencas en la superficie de las montañas; éstas son depresiones en forma de cubetas sin salida llamadas ollas por los mexicanos. Muchas veces se deberán referir éstas á hundimientos de la superficie por derrumbes ocasionados en las cavidades. De los manantiales mencionados se alimentan los ríos y por esta causa los ríos no nacen á gran altura de la montaña, sino en su mayor parte al pie de una sierra. Ríos que nacen en el alto de la montaña desaparecen muy pronto resumiéndose en las grietas. Un ejemplo muy bueno nos da el arroyo que desciende de la Sierra de Agua y recorre en parte la barranca de Boca del Toro. Todo este arroyo desaparece en la roca por dos agujeros con un diámetro de cerca de medio metro. Por algunos kilómetros el agua corre subterráneamente para caer después muy aumentada en una cascada hermosa en el valle que baja hacia Nogales. Tales ríos subterráneos son frecuentes en la región descrita aquí; en algunos lugares se oye el susurro de un río subterráneo, un indicio para el descubrimiento de agua aquí tan deseada. No dudo que en la mayor parte de los valles haya tales canales subterráneos. Frecuentemente un río nace ya con agua abundante pero desaparece completamente después de algunos kilómetros; este es el caso en Tequila cerca de Tzongolica.

El ejemplo más grandioso para un río que desaparece en una parte, es el río Altotoco. Este río considerable viene del S., desaparece cerca de Apochtecatl, corre dentro de un cerro que se levanta 500 metros sobre el valle y sale después de un curso subterráneo de 4 kilómetros en el lado oriental del cerro, arriba de Coyametla.

Hasta ahora hemos hablado solamente de ríos y manantiales de curso constante en todo el año; en el tiempo de aguas naturalmente en muchos valles corren también ríos en la superficie que desaparecen con la entrada de la estación de la seca. Citaré aquí un solo ejemplo de acumulación de agua en gran cantidad á favor de las numerosas grietas que atraviesan las rocas. Cerca del pueblo de Atlahuilco no se encuentra ninguna gota de agua (con excepción de un manantial lejano y de un pozo con poca agua), lo que es tanto más singular porque el nombre azteca significa "agujero de agua;" pero desde los primeros aguaceros del tiempo de lluvias sale aquí de un agujero en la roca un arroyo bastante abundante. Para poder entender este fenómeno es necesario conocer la violencia de las lluvias tropicales, que pueden convertir en la ciudad de Orizaba las calles, que poseen en parte bastante caída, en pocos minutos, en arroyos de una profundidad de 20 á 30 centímetros, de manera que no se puede pasarlos á pie, y que pueden hacer intransitables la mayor parte de los caminos fuera de la ciudad.

Por correr subterráneamente la mayor parte de los ríos, éstos no tienen una influencia tan grande como en otras montañas en el modelado del terreno: en el capítulo siguiente hablaremos más de esto.

---

### SOBRE ALGUNAS FORMAS OROGRÁFICAS.

---

Subiendo á valles mayores al S. del valle del Río Blanco se observa que éstos muchas veces están obstruidos por una barranca. El mejor ejemplo para este fenómeno nos lo da el camino de Orizaba á Tlahquilpan. Hasta Tlilapan el camino es plano, porque aquí pasa por la grande cuenca de Orizaba formada por la reunión de algunos valles. Cerca de Tlilapan desemboca el valle que desciende de Tequila. Cerca de 3 kil. arriba de Texapan se halla una barrera que consiste en calizas de Escamela, atrás de esta barrera cerca del rancho Ocotál ú Ocopila hay una cuenca sin agua. Se sube después con pendiente más ó menos uniforme hasta Tequila. Desde este pueblo hasta Atlahuilco el valle es casi plano bifurcándose aquí. Seguiremos la rama meridional. Muy cerca de Atlahuilco ya tenemos que pasar otra barrera, atrás de la cual se halla una cuenca sin agua; la barrera está formada también aquí por calizas de Escamela. Más arriba poco antes del puerto cerca de Tlahquilpan pasamos la última barrera que corta el valle transversalmente. Tales formas de valles son frecuentes en los alrededores de Orizaba, por ejem-

plo, cerca de Necoxtla se encuentran muchas de éstas de pequeñas dimensiones. Si estos valles poseyeran ríos ó arroyos, mostrarían un aspecto particular con lagos colocados en gradas; actualmente el aspecto no es tan sorprendente porque en ninguna parte se ve una gota de agua. ¿Cómo se han formado estos valles? Son casi siempre valles longitudinales y por esto las barreras son más sorprendentes. Si fuesen valles transversales, se podría suponer qué partes habrían caído á causa de los ríos subterráneos y que las cuencas se habrían formado de esta manera. En la parte inferior del valle de Tequila he observado algunas veces un cambio en el rumbo de los estratos, por esto creo que hay en este caso una causa tectónica; lo mismo es el caso en la barrera superior; allí hay seguramente una fractura transversal considerable. Si estos valles se hallasen en los Alpes, ciertos geógrafos explicarían muy pronto el fenómeno con el efecto de los ventisqueros. Esto naturalmente está-excluido aquí, lo mismo que un origen por erosión superficial, y no nos queda para la explicación más que la influencia de la tectónica ó erosión subterránea. Con la exploración más detallada se verá en cada caso qué causa es la que ha producido la barrera.

Estando excluido aquí todo efecto de la erosión por ventisqueros, quiero llamar la atención sobre otra forma de valle que se explica á menudo por la erosión de los ventisqueros, y que se halla frecuentemente en la Sierra Madre oriental, esto es, el valle en circo. Estos se encuentran á menudo en escala pequeña, pero también la grande depresión de Maltrata se asemeja mucho á tal forma. Es verdad que la masa de rocas eruptivas modernas modifica un poco la impresión; si estas masas eruptivas no existiesen, tendríamos un valle en circo perfecto, directamente debajo de la cresta más alta de la montaña y muy parecido á aquellos que conocemos de los Alpes, de la Selva Negra, etc. No se puede pensar en un efecto de erosión por ventisqueros; el valle se ha formado probablemente por la inclinación hacia el P. en la parte oriental, por un plegamiento fuerte de las mismas capas en la parte occidental; y en el S. y en el N. el valle está probablemente cortado por fracturas transversales. Por esto y por el trabajo del agua se produjo la forma de circo con la salida estrecha hacia el E. Aunque las condiciones actuales no nos permiten dar una explicación segura de la génesis del valle, una formación por erosión de ventisqueros está excluida, y esto nos demuestra que formas iguales en otras partes del mundo no son siempre una prueba de la existencia de ventisqueros antiguos.



---

---

## SOBRE EL ORIGEN DE LA MESA CENTRAL MEXICANA.

---

Como ya hemos mencionado en la introducción, Felix y Lenk aceptan la vieja opinión de Humboldt de que los volcanes están situados sobre grietas y utilizan esta hipótesis también para la explicación de la existencia de una Mesa Central en México, suponiendo que tales fracturas causan las pendientes de la Mesa hacia el E., el W. y el S. Que tal fractura no existe en el E. está probado ya por la descripción del perfil. Tanto más sorprendente es la existencia de la Mesa.

Considerando otra vez el corte y denominando la división más antigua 1 y la más moderna 3, vemos que hay la colocación siguiente:

Oeste 3 2 || 3 2 1 || 3 2 | 2 | 2..... || 3 | 1 | 3 || 1 || 2 Este.

Desde el E. el terreno sube en gradas hacia el W. En el W. he añadido en este esquema dos divisiones que se observan en la altura de la Mesa Central en Esperanza y S. Andrés Chalchicomula. Con las líneas verticales están marcadas las fracturas en este esquema, y de éstas son las más importantes las que tienen una línea doble, éstas corresponden en parte también á las grandes depresiones topográficas. En este esquema existe una cierta ordenación; donde hay una serie de divisiones, la más moderna está siempre en el lado occidental. Hay que considerar también que los estratos en general están inclinados hacia el Oeste. Dejando todos los detalles vemos un hundimiento en escalera con inclinación de las capas hacia la parte más alta. Conocemos tal estructura en escalera también de otras partes, aunque generalmente en la fractura en escalera la inclinación va hacia la dirección contraria. Un ejemplo para inclinación inversa encontramos en una región que es la continuación distante de las cadenas mexicanas en el "Great Basin System," descrito por Gilbert en el año de 1876; por ejemplo, en los cortes por la Pakranagat Range del Silver Cañón en la Sierra Nevada meridional. Allí las condiciones tectónicas son más sencillas que en Orizaba, donde existen plegamientos fuertes.

A cada uno se le ocurre la pregunta de por qué estos plegamientos intensos se encuentran solamente en algunos puntos. Siempre están plegadas las pizarras de Necoxtla y las calizas de Maltrata, nunca las calizas de Escamela (con excepción del anticlinal en el cerro de San Cristóbal). Tampoco están plegadas las calizas de Maltrata donde éstas están cubiertas por calizas de Escamela; solamente allí donde no están cubiertas por calizas de Escamela, las calizas de Maltrata están plegadas; en el otro caso están quebradas en "blocks." Esta es la regla aquí en toda la montaña, se debe llegar, pues, ciertamente á la conclusión de que esto no es así por casualidad, sino que la falta de plegamiento de las calizas de Maltrata en ciertos lugares tiene su causa en la sobreposición de las calizas de Escamela. ¿Por qué no están plegadas las calizas de Escamela? En varias partes de Europa he observado que calizas densas, en lechos gruesos sin intercalaciones de margas en movimientos orogénicos no han sido plegadas sino quebradas; pongo aquí como ejemplo el Dachsteinkalk de los Alpes orientales desde Berchtesgaden hasta Viena, las grandes masas de caliza-dolomía del Trias en el Tirol meridional y en la Engadina; las calizas cretáceas en los Alpes meridionales y en el S. de Italia. En todos estos sedimentos nunca se observan pliegues, con excepción de algunos anticlinales y sinclinales muy abiertos. Muy iguales á las calizas mencionadas son las calizas de Escamela; estas mismas nunca están plegadas sino quebradas, y donde esta masa compacta cubre las calizas de Maltrata, las ha librado del plegamiento. Las calizas de Maltrata con sus lechos delgados y la intercalación frecuente de pizarras margosas y arcillosas, están plegadas donde se hallan descubiertas y en pliegues geniculados más que en anticlinales y sinclinales sencillos, porque los bancos de calizas rígidas á pesar de las pizarras intercaladas no cedían, sino se doblaban en ciertos lugares en vez de encorvarse en arco regular; por la presencia de las pizarras adquirirían solamente una flexibilidad pero no se formaban grandes fracturas. Las pizarras de Necoxtla están plegadas en todos los lugares donde no están cubiertas.

Si la sobreposición por calizas de Maltrata impide el plegamiento de las capas inferiores, debemos suponer que en los lugares con plegamiento y donde falta actualmente la caliza de Escamela, ya faltaba ésta en el tiempo del movimiento orogénico principal, ó que el plegamiento tenía lugar más tarde. Es bastante seguro que las fuerzas orogénicas continuaban obrando después del período orogénico principal; porque según observaciones de Aguilera, en el valle de México y particularmente en el grande canal nuevo de desagüe, el Terciario (probablemente Mioceno-Plioceno) y especialmente las capas de diatomeas están plegadas cerca de la Capital, mientras que más hacia el N.E. están inclinadas hacia el N.E.; pero esta fuerza orogénica era tan débil que es imposible atribuirle el plegamiento intenso de las calizas de Maltrata. No nos queda más que suponer que la cubierta de calizas de Escamela faltaba ya en algunos lugares en el período orogénico principal. En este caso tenemos dos posibilidades: ó las calizas de Escamela fueron quitadas por erosión, ó no se habían formado allá. Aquí también se puede decidir con algo

de seguridad. Yendo más al W. de la línea del perfil se encuentra sobre las calizas de Maltrata otra vez calizas de Escamela, y es poco probable que en el pequeño espacio entre Maltrata y Esperanza las calizas de Escamela no se hubieran formado. Más probable es, pues, la suposición de que fueron quitadas en su mayor parte por la erosión antes del período orogénico. En la mayor parte del S. de México falta el Cretáceo Superior, éste solamente se conoce en la región del Río Bravo, en el límite con los Estados Unidos del Norte y quizá en una parte de Oaxaca (según noticias de Aguilera). La mayor parte del S. de México ya habría sido levantada en el tiempo del Cretáceo Superior en tal grado que no podían resultar más sedimentos marinos. En aquel tiempo la obra de las fuerzas orogénicas ya debe haber comenzado y con ésta también la erosión. El movimiento orogénico principal tenía lugar en el Terciario antiguo; esto nos prueba la falta de plegamiento intenso en el Terciario del Golfo; por lo que se debe suponer entre el Cretáceo Medio y el Oligoceno una erosión fuerte. El valle de Maltrata ya debe ser muy viejo pues vemos en el Cretáceo que está cubierto por el conglomerado de andesita, los vestigios de canales y arroyos antiguos. Antes del depósito del conglomerado de andesita existía ya con seguridad un valle profundo. No es, pues, de ningún modo improbable que la erosión obraba aquí ya desde mucho tiempo y que el movimiento orogénico podía plegar las capas más fácilmente, en primer lugar, porque las calizas rígidas habrían sido quitadas, en segundo lugar, porque el espesor de la masa que se plegaba fué considerablemente más pequeño que el de los alrededores.

Indico en la cartita adjunta al perfil las partes en las cuales, según nuestra teoría, la erosión ya había quitado las calizas antes del movimiento orogénico principal. En otros puntos, por ejemplo en la parte oriental de la montaña que divide el valle del Río Blanco de aquel valle que sigue el ferrocarril, las calizas de Escamela ciertamente han sido quitadas por la erosión después del movimiento orogénico principal, lo que indica la estratificación uniforme de las calizas de Maltrata. Si hubiese sido obra de la casualidad que las calizas de Maltrata fueran plegadas en un lugar y no en otro, no habría un límite tan bien marcado y constante entre las dos partes, como sucede aquí.

Hemos hablado de la influencia de la rigidez de la roca en los detalles de la tectónica; en esta ocasión indicaremos al menos otro efecto de aquel elemento. Fallas inversas grandes tienen lugar solamente entre rocas de rigidez diferente y generalmente sucede que al principio el movimiento es vertical: una parte sube en el plano de una fractura más ó menos perpendicular y la otra parte se hunde; cuando una roca dura encuentra á otra blanda, por ejemplo, caliza compacta á margas, el movimiento vertical se transforma en un movimiento transversal y el plano de fractura muestra alguna inclinación bajo algún ángulo. Esta idea que he obtenido por el estudio de numerosas fallas inversas me ha sido confirmada por un experimento que hice hace algunos años.

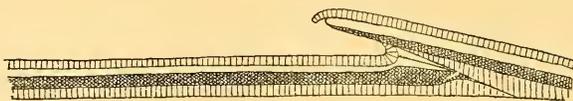


Fig. núm. 3.—Falla inversa producida artificialmente.

De arriba para abajo las capas están formadas de arcilla, yeso, arena húmeda y arcilla.

Ponía sobre una capa de arcilla una capa de arena húmeda y otra de yeso y encima de ésta otra capa de arcilla y sometía todo á una presión lateral; primero se mostraba una grieta vertical, que pasaba después á una falla inversa, de manera que se veía claramente un encorvamiento por arrastre de las capas de arcilla.

En la falla inversa de la Sierra de Agua las calizas de Escamela representan la capa de yeso, las pizarras de Necoxtla la de arcilla; el medio blando ha cedido á la presión lateral. Podría dar un gran número de ejemplos de los Alpes para prueba de mi opinión, pero quiero reservar éstos para otra ocasión. Aquí solamente queríamos mostrar que la naturaleza de las rocas tiene una grande influencia en la tectónica, circunstancia que desgraciadamente casi siempre se desatiende.

En este lugar tenemos que ventilar otro problema. Se supone hoy generalmente una fuerza bilateral ó unilateral que obra tangencialmente como causa de la orogenia y se cree que aquella por su parte es causada por la contracción de la corteza terrestre. Si esto último es verdad y el plegamiento realmente resulta de la contracción de la corteza terrestre, la fuerza orogénica debe obrar en tres direcciones; el esfuerzo de dos, á saber, la transversal y la longitudinal, es más claramente discernible ó reconocible. Me parece que se ha descuidado esto hasta ahora y que se ha considerado casi siempre solamente el efecto perpendicular á la extensión longitudinal de las montañas.

Y no obstante, el solo esfuerzo perpendicular á la anchura, es suficiente para explicarnos la aparición de fallas inversas, que son transversales al rumbo de las montañas; y sobre todo porque hay tantas variaciones en el rumbo de las capas, y finalmente, porque en éstas el rumbo muchas veces ondula. La presión normal á la dirección longitudinal de la montaña ocasiona el cambio en la inclinación normal de las capas además de afectar también su rumbo, mientras que la presión normal á la anchura sólo causa cambio en el rumbo de las capas ó modifica la posición de los pliegues ya formados. La presión naturalmente tiene que ser mayor en alguna de las tres direcciones y de esto resulta el alargamiento ó sea la dirección de la montaña; pero que en todo caso la presión normal á este alargamiento existe, no se puede negar, aunque ha sido descuidado casi siempre. Tengo que restringirme aquí á apuntes cortos, tanto con respecto á la importancia de la rigidez de la roca y su manera de estratificación, como con relación al efecto de la dirección doble

de la presión en la orogenia; para explicaciones se ofrecerá una oportunidad en otro lugar.

Después de esta introducción nos ocuparemos del problema principal: ¿De qué manera se ha formado la Mesa Central? He mencionado que la teoría del caballete (Horst) entre dos, ó mejor dicho, tres regiones de hundimiento que asientan Felix y Lenk no corresponde á los hechos. Felix y Lenk creían que las calizas de Maltrata eran paleozoicas, por esto suponían la fractura en el E.; para nosotros está probado por el hallazgo de fósiles que las calizas pertenecen al Cretáceo Medio. La fractura no existe; tenemos, pues, que tratar de explicar la formación de la Mesa Central de una manera diferente y para ello servirnós de nuestras observaciones.

Siguiendo desde Jalapa al borde de la Mesa Central, se ve que en ninguna parte hay una sola pendiente rápida, sino que existe siempre una serie de eminencias en forma de escalera. También observamos que las bandas cretáceas desaparecen siempre sin fracturas debajo de la cubierta de rocas eruptivas y arenas volcánicas. Más sorprendente es esto en el lado meridional, donde las series de sedimentos son más complicadas, de modo que también el Trias y el Jurásico participan en el material de la montaña. Allí también las cadenas sedimentarias desaparecen debajo de las rocas eruptivas; es decir, se sumergen entre las rocas eruptivas que son las que por su espesor aumentan la altura de las montañas. Por esto y porque las partes del S. son la continuación directa de las formaciones sedimentarias que componen el núcleo de la Mesa Central, no hay ninguna pendiente rápida al S. del borde de la Mesa Central. En Cuautla y en Cuernavaca las cadenas de montañas vienen del S. sin interrupción y desaparecen debajo de las masas eruptivas de la Mesa Central; esto se puede observar en algunos lugares, y la bajada desde la Mesa Central es casi imperceptible; yendo en ferrocarril á Cuautla no se puede imaginar que este pueblo está mil metros abajo de la Mesa Central. Pero las cadenas sedimentarias tienen mayor altura que el pueblo y por eso se debe suponer que las masas eruptivas no tienen tanto espesor como es la diferencia entre la altura de la Mesa Central y la de Cuautla. Sin embargo, las masas que volcanes grandes como el Popocatepetl han amontonado son inmensas y también un espesor de mil metros no sería sorprendente.

Demos ahora una ojeada á la parte meridional de la Mesa Central; desgraciadamente no he podido levantar hasta ahora un corte exacto por toda la Mesa Central, sino que he tenido que limitarme á algunas excursiones, pero éstas ya me dan resultados bastante importantes. Yendo de Boca del Monte ó más al S. de Aculeingo hacia el W., se halla atrás de las rocas eruptivas del borde de la Mesa Central un valle ancho casi plano, con pequeñas colinas en los bordes, formadas de rocas eruptivas. Antes de Esperanza encontramos otra vez una banda de calizas de Maltrata, que he seguido hacia el S. hasta la Cañada de Morelos; allá esta banda está descubierta solamente en una barranca profunda, pero el acarreo de calizas sobre los campos nos muestra una extensión mayor hacia el S. De esta banda hacia el W. se extiende otra vez

un valle que está relleno de rocas eruptivas, acarreos, aluviones y areniscas arcillosas cuaternarias (con numerosos restos de *Elephas*, *Mastodon* y *Equus*). Al otro lado se levanta cerca de San Andrés Chalchicomula una masa montañosa de 400 metros sobre el nivel del valle; ésta se compone de calizas de Escamela fosilíferas. En el S. desaparecen las masas eruptivas y se ve en una extensión grande, casi hasta Puebla, solamente calizas cretáceas, á saber, un cambio de calizas de Maltrata y calizas de Escamela, conforme á las condiciones tectónicas que hemos observado en el corte de Orizaba á Boca del Monte. También al N. del ferrocarril veracruzano encontramos aún aisladas masas de calizas; pero allí predominan mucho más las rocas eruptivas; los valles anchos entre las colinas bastante aisladas están rellenos de arenas volcánicas y aluviones, de manera que se ha formado una llanura con pequeñas cimas en forma de colinas. El espesor que tienen estas arenas se reconoce en las perforaciones para manantiales, que muchas veces alcanzan más de 100 metros sin encontrarse el macizo rocalloso. Al W. de Puebla principalmente participan en la formación de la montaña, pizarras pretendidas paleozoicas, de las cuales probablemente una gran parte con el tiempo se vendrá á reconocer que son pizarras jurásicas y cretáceas metamorfozadas y gneiss. En consecuencia vemos también en el borde de la Mesa Central aquellas pizarras. Sobre estos sedimentos se encuentran también calizas cretáceas que obtienen mayor espesor en la vertiente occidental de la Mesa Central, hasta que desaparecen adyacentes á la zona de granitos, diabasas, dioritas y syenitas, situadas del lado del Océano Pacífico.

Las rocas eruptivas y arenas volcánicas con los aluviones pliocénicos y cuaternarios forman, pues, solamente una cubierta; el núcleo de la montaña se compone de rocas sedimentarias. También en los grandes volcanes del Popocatepetl, Ixtaccihuatl, Malinche, Pico de Orizaba y Nevado de Toluca se puede probar que las rocas sedimentarias desaparecen solamente bajo una grande masa eruptiva. Está conforme con este hecho el que en la parte media de México, en la Mesa Central, existan rocas sedimentarias que forman zonas montañosas.

De todo esto tenemos que deducir, que México es en su parte meridional una gran montaña con el rumbo N.N.W.—S.S.E. que se compone de rocas sedimentarias quebradas y plegadas. En la parte media y más alta las rocas eruptivas, arenas volcánicas, y en menor parte aluviones pliocénicos y cuaternarios han relleno los valles de manera que se formaba una especie de llanura recorrida por cordilleras formadas en parte de rocas eruptivas y en parte de rocas sedimentarias. La montaña mexicana ya existía cuando comenzaban las erupciones principales, pues que en la parte media y más alta de la montaña éstas han servido solamente para rellenar las desigualdades orográficas. Por la existencia de esta mesa secundaria que significa la existencia de las antes más altas crestas de la montaña, la bajada rápida en escalera hacia el E. y el W. se muestra más claramente y causa la ilusión de que la Mesa Central sea un caballete (Horst) entre dos regiones de hundimiento.

Parecen ser las mismas las condiciones de la parte S. que de la parte media de México. Mirando la carta geológica de México, se observa que las rocas eruptivas modernas no tienen los mismos límites que la Mesa Central, sino que la recorren oblicuamente para mostrarse en la parte septentrional del país solamente en el lado del Pacífico. Las rocas eruptivas ocupan la mayor parte de la Mesa en sus porciones central y septentrional con una cubierta considerable de arenas y aluviones. También en la cadena volcánica del P. hay muchos lugares donde emergen rocas sedimentarias. Parece, pues, que las condiciones tectónicas son las mismas que en el S.: el núcleo de la montaña se compone de rocas sedimentarias levantadas, quebradas y plegadas, y los valles entre las crestas más altas están rellenos por arenas volcánicas, lavas y aluviones modernos.

Geográficamente considerada la montaña de México, consiste en el S. de una sola cadena, que se bifurca en el borde meridional de la Mesa Central, la Sierra Madre occidental y la Sierra Madre oriental.

Pero en el sentido geológico la bifurcación comienza mucho más al N. porque toda la montaña mexicana aparentemente se ha levantado al mismo tiempo como un gran grupo de cadenas que fué configurado después por erupciones modernas que ciertamente son fenómenos que acompañan á los movimientos orogénicos más tarde. Por lo que sabemos hasta ahora, la cadena de rocas eruptivas antiguas y gneiss del lado del Pacífico servía como machón á los esfuerzos orogénicos. Aquí comenzaba la formación del Continente. En el S.O. faltaban ya las calizas del Cretáceo Medio y por esto tenemos que suponer que esta parte ya emergía del mar en el tiempo Cenomaniano. Esta parte más antigua formaba una zona estrecha extensa en el P., á saber, aquella parte que hoy consiste en la Península de Baja California y una banda en la costa del Pacífico. El golfo entre la Baja California y el Continente se puede considerar, como ha sido ya conocido, como la continuación de la depresión del Sacramento en California y es mucho más moderno que el principio del levantamiento. El movimiento orogénico comenzaba, pues, en el O. y se propagaba hacia el Oriente; sólo podemos apuntar este hecho cuyos detalles se deberán comprobar por trabajos posteriores. Hoy México se hunde en el P. y se levanta en el E.; en la costa del Pacífico la antigua Aduana de Manzanillo que estaba un poco distante del mar se encuentra en la actualidad en ruinas ya parcialmente debajo de las aguas. Al contrario se observa que en la costa del Golfo hay casas que se hallaban en la orilla del mar en el siglo pasado y que se encuentran 50 metros tierra adentro, y en excavaciones de la ciudad actual de Veracruz se han encontrado anclas y otras piezas de buques enterradas en el suelo, de modo que el mar se extendía antes más adentro, y esto en tiempo de la colonización española. Desgraciadamente ahora nos faltan estudios más exactos sobre estos problemas, pero no se puede negar la existencia de un movimiento.

Habiendo combatido en otro lugar de este escrito la teoría sobre la tectóni-

ca de la montaña mexicana defendida por Felix Lenk, séame permitido aquí mostrar la diferencia entre nuestras ideas y las pruebas de ambas partes.

Humboldt suponía ya la existencia de una grieta volcánica en el S. que debía correr desde el Pico de Orizaba sobre el Popocatepetl, Nevado de Toluca, Jorullo y Colima. Esta grieta era para él una grieta de acción volcánica. De esta opinión la de Felix y Lenk se distingue en muchos respectos. Ellos<sup>1</sup> suponen una fractura transversal que debe encontrar su manifestación en el curso del borde meridional de la Mesa y de la pendiente rápida perteneciente á aquélla. Esta es una idea que, como lo dicen sus autores, es muy diversa de la de Humboldt; pero Felix y Lenk dicen aún más; suponen que en el E. y el O. de la Mesa Central existen fracturas; dicen que la zona oriental de fracturas se indica por el borde muy marcado de la Mesa y por las condiciones tectónicas extremadamente complicadas de las rocas sedimentarias que afloran en las pendientes rápidas. El Golfo mexicano no es, como pretenden, la región de hundimiento perteneciente á esta zona de fracturas. Para la ilustración de esta idea presentan perfiles que tienen una relación entre las alturas y las distancias de 10 á 1, que no prueban absolutamente nada; por lo demás estos son en parte perfiles de viaje que de por sí no dan una relación exacta entre las alturas y las distancias horizontales. La existencia de la fractura oriental es tan segura para Felix y Lenk, que de ningún modo tratan de probarla; pues las observaciones generales y vagas: borde muy marcado de la Mesa y condiciones tectónicas extremadamente complicadas, no se pueden considerar como pruebas. Se toman mayor trabajo los autores para hacer plausible la existencia de la fractura transversal en el Sur. Dicen que no todos los volcanes se amontonan sobre la grieta principal, sino que un segundo grupo se levanta sobre grietas secundarias que se ramifican de aquella, bajo un ángulo que se aproxima más ó menos al recto; en un tercer grupo reunen ellos los volcanes que se encuentran al S. de la pretendida grieta transversal y en un cuarto las formaciones volcánicas que se hallan distribuidas sobre la Mesa Central. Para demostrar la existencia de la fractura transversal, invocan los autores la pretendida pendiente rápida hacia el S. y las dislocaciones de las rocas sedimentarias. Asientan que falta una pendiente rápida al E. del Popocatepetl (y al O. también según yo) y que la Mesa mexicana pasa sin interrupción á la montaña de Oaxaca, pero la configuración de esta montaña según Felix y Lenk depende de la gran fractura del Golfo.

Las grietas secundarias están indicadas según los geólogos, por las cadenas volcánicas en la parte alta de la Mesa; las regiones entre aquellas Sierras son valles poderosos que se denominan valles de México y de Toluca, mientras una tercera región entre el Popocatepetl, Ixtacibuatl, Pico de Orizaba y Cofre de Perote, recibe el nuevo nombre de Valle de Puebla. La circunstancia que los diferentes valles tienen diferencias considerables en su altura (Toluca

<sup>1</sup> Felix und Lenk, Ueber die tektonischen Verhältnisse der Republik Mexico Zeitschrift d. Deutsch. Geol. Gesellsch. 1892, pg. 307.

2,600 metros, México 2,270, Puebla 2,000), los autores la atribuyen á dislocaciones verticales por las grietas volcánicas, pretensión absolutamente hipotética, porque las formaciones sedimentarias no están bastante descubiertas en aquellos valles (excepto el valle de Puebla).

Según los autores es muy fácil comprender que la región de actividad volcánica más intensa se ha de encontrar generalmente allí donde se cruzan dos sistemas de grietas, tales puntos representan: el Popocatepetl, el Ajusco cerca de México y el Nevado de Toluca. Pero el volcán más alto de México, el Pico de Orizaba, se levanta sobre una grieta secundaria en una distancia bastante grande de la grieta principal, mientras allí donde se cortan las dos grietas más vecinas, á saber, en la región de Tehuacán, no se halla ningún volcán de importancia (?) y también en el terreno no se observan irregularidades extraordinarias á causa de la conexión de la Mesa Central con la serranía de Oaxaca. Los autores suponen, pues, que en el Pico de Orizaba y el Cofre de Perote una grieta secundaria meridional se cruza con la grande fractura longitudinal del E.; aquí también utilizan las condiciones complicadas de la tectónica como prueba. Porque el borde de la Mesa se desvía aquí en una distancia de casi 120 kilómetros de la dirección N.W. que le es propia en otras partes, los autores suponen que esta fractura longitudinal se haya formado después de la grieta transversal y de la grieta secundaria.

Al contrario de lo que dice Heilprin, que pretende que la montaña mexicana se ha formado por plegamiento, Felix y Lenk niegan la existencia de plegamientos, con excepción de los que se encuentran como fenómenos secundarios de dislocaciones importantes. Ellos (l. c. pg. 313) dicen: "Eine Verallgemeinerung des Faltungsphaenomens erscheint uns aber bei der hervorgehobenen Unsichtbarkeit der Sedimentargesteine in der unmittelbaren Nähe jener meridionalen Brüche noch einer genügenden Begründung zu entbehren."

En otro lugar (l. c. pg. 414) dicen: "Zu den drei Erscheinungen welche wir bisher als im engsten Zusammenhang mit der Bildung jener transversalen Hauptspalte stehend, kennen gelernt haben, nämlich die Werwerfung der beiden durch die Spalte entstandenen Schollen, der steile Abfall des Hochplateau nach Süden und die Vulkanreihen über der Haupt- und über den Nebenspalten, tritt nun noch eine weitere vierte, welche in Bezug auf die Hauptspalte gleichfalls ein sekundäres Phänomen ist: nämlich eine im südlichen Theile des Hochplateau parallel mit der Richtung der Hauptspalte laufende Seenreihe."

Felix y Lenk explican la formación de estos lagos por la suposición de que los valles entre la grieta principal y las secundarias habían sido cerrados por barreras consistentes en grandes masas de material volcánico. Muchos de estos lagos no tienen salida, todos son relativamente poco profundos ó de poco fondo.

No es menester ocuparnos de la enumeración y descripción de aquellos lagos que hacen en su trabajo Felix y Lenk porque no contiene más que una lista de datos.

Angelo Heilprin combate ya las primeras publicaciones de estos autores y Felix y Lenk citan sus palabras en su trabajo posterior sobre las condiciones tectónicas de la República de México. Él<sup>1</sup> cree, hablando de las cordilleras de cerca de Tehuacán: "From any of the eminences about Tehuacan the valley can be traced southeastward very nearly to the limits of vision, with the bounding ridges following in the same direction into the State of Oaxaca (where they are met by a more or less transverse system of elevations). The fact that these ridges pass for such long distances beyond the true edge of the plateau, and retain throughout a general paralelism of structure, is to me sufficient evidence that the plateau is not the result of uplift along an east-and-west line of faulting, such as has been assumed by Felix and Lenk, and which is made by these authors to conform with the (assumed) east-and-west fissure upon which the principal volcanic vents Orizaba, Popocatepetl, Nevado de Toluca, Jorullo—are supposed to stand. The plateau in this part at least, represents compressional uplift, in wich an east-and-west thrust has produced a series of folds running in a direction at right angles to this line. The inequalities or saddles of folding have been largely filled in through volcanic and fissure discharges, which have thus mainly been instrumental in schaping the existing physiognomy of the plateau. Parallel chains of the hills or mountains, similar to those of the region about Tehuacan, also pass southward from the plateau in the State of Morelos near Cuautla and Yautepec and between Yautepec and Cuernavaca....."

Esto es en general casi la misma idea, á que he llegado por mis estudios especiales. Séame permitido probar aquí con más detalles la inexactitud de las opiniones defendidas por Felix y Lenk.

Es el ahinco de una cierta escuela geológica explicar las grandes pendientes rápidas, las depresiones de gran extensión, etc., por fracturas y dislocaciones en forma de fosas. Y esto ya ha tomado tantas dimensiones que se considera la sola circunstancia de una depresión topográfica como prueba para la existencia de una fractura, mientras por otra parte la misma escuela niega en parte y en parte descuida la influencia de las fracturas en los detalles de la topografía y antes pone teorías remotas y temerarias como la teoría de los arrecifes de corales ó también la suposición de plegamientos complicados, de valles preexistentes, etc. Que esta escuela para la cual la hipótesis vale más que todo, que mira con desdén soberano al trabajo detallado, se encuentra en el error sea que invente sus fracturas en forma de fosas en África, en Asia ó en América, resaltará para todo el que se haya ocupado sólo una vez de modo escrupuloso en el campo de la solución de problemas geológicos y no solamente en el gabinete. Se podría conceder cierto derecho á la suposición de que en las grandes rupturas del terreno han tenido efecto fracturas, pero todos aquellos resquebrajamientos y fracturas hipotéticas, en forma de fosas, han sido construídas á causa de malas cartas geológicas y generalmen-

<sup>1</sup> Angelo Heilprin, *The Geology and Palæontology of the Cretaceous Deposits of Mexico*. *Proceed. of the Academy of Nat. Sc. of Philadelphia*, pag. 464.

te en regiones que son poco accesibles para los geólogos. Cuando se han pretendido tales rupturas en regiones más accesibles, la inexactitud de la idea ha sido probada muchas veces; un ejemplo clásico es la hipótesis de Suess de los fracturamientos en forma de cuenca ó cubeta en el lado occidental de Italia. Lo mismo es el caso en México; las pretendidas pendientes rápidas de la Mesa Central hacia la costa oriental, en su mayor parte, sólo existen en la fantasía de los cartógrafos antiguos. Por ejemplo, si se da una ojeada sobre el mapa topográfico publicado por el Ministerio de Fomento en el año de 1890, ya se ve que no existen rupturas sencillas ni en el E. ni en el O. sino que la bajada del terreno es mucho más lenta, no obstante que en la escala pequeña (1 : 2.000,000) de la carta, la diferencia vertical está muy exagerada. Considerando, por ejemplo, los contornos del corte adjunto á este trabajo, que está dibujado exactamente según las relaciones naturales, se observa que no se puede hablar de pendientes rápidas, y muy semejantes son las condiciones en todo el borde oriental de la Mesa Central mexicana. Los perfiles publicados por Felix y Lenk son inexactos, primeramente porque están exagerados, y en segundo lugar muestran muchas veces condiciones especiales, porque siguen el thalveg y bastante conocido es que el ángulo de inclinación es mucho mayor en el origen del valle que en la parte más baja de la depresión.

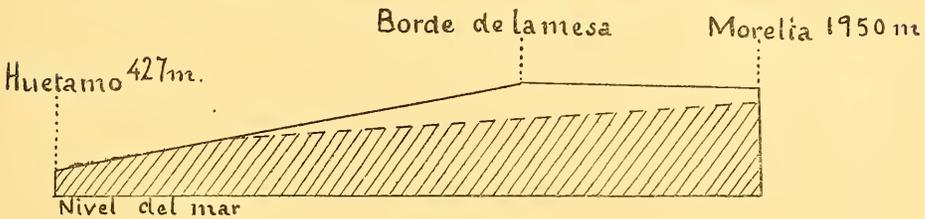


Fig. núm. 4.

Corte por la vertiente meridional de la Mesa Central hasta el río de las Balsas. Escala 1 : 1,000,000.

La parte sombreada representa con bastante probabilidad el núcleo sedimentario de la montaña; la parte en blanco la cubierta de material volcánico.

Menos se puede hablar de una pendiente rápida en el S. El valle del río de las Balsas, que es mencionado tantas veces por Felix y Lenk, topográficamente es poco considerable; en su mayor parte no es más que una barranca y las cadenas cretáceas pasan por esta barranca sin interrupción hasta que desaparecen bajo las masas eruptivas de la Mesa Central, como ya lo hemos dicho. Aun en su parte más ancha que pertenece ya á la vertiente occidental de la montaña mexicana, el valle del río de las Balsas no llega á una anchura de más de 5 kilómetros. Y una pendiente rápida no existe en ninguna parte; tomamos, por ejemplo, la distancia entre Huetamo (427 metros) y el borde de la Mesa, que tiene en aquel lugar una altura de cerca de 2,000 metros. Estas son condiciones muy favorables para la opinión de Felix y Lenk, porque habríamos podido encontrar fácilmente lugares con menos diferencia de altura. Huetamo tiene una distancia de 84 kil. de la parte más cerca del bor-

de de la Mesa. Tenemos, pues, en la distancia de 84 kil. una diferencia de altura de 1,575 metros en cifras redondas. Hemos construído los ángulos de inclinación de la pendiente en la figura adjunta y no se ve nada de una pendiente rápida.

Tenemos que considerar que el borde y la Mesa Central están levantados considerablemente por el material volcánico. Sombreado el espesor de las rocas sedimentarias según nuestros conocimientos actuales, obtenemos un ángulo muy agudo para la inclinación de la pendiente. Así son las cosas en la parte más baja del valle del río de las Balsas; pero al E., en la parte meridional de Puebla y en la región septentrional de Oaxaca la Mesa Central se continúa con la meseta de Oaxaca, no sé nada de una pendiente rápida ni tampoco de una depresión vasta y profunda, lo que ya conceden Felix y Lenk; se puede añadir que allí en todas partes las cadenas sedimentarias se continúan sin interrupción hasta la Mesa Central. No existe una poderosa fractura transversal.

Demos una ojeada ahora en sentido geológico á los perfiles de Felix y Lenk. Perfil núm. 1 pasa de Palma por Veracruz. Aquí está registrado cerca de las cumbres de Aculcingo la gran fractura oriental, de modo que pizarras paleozoicas están adyacentes al Cretáceo Inferior. Se podía pedir una prueba geológica para la edad de estas pretendidas pizarras paleozoicas. No existe nada de esto, debemos aceptar de buena fé la edad de las capas. Pero en verdad existen en este lugar solamente calizas de Maltrata y pizarras de Necoxtla, es decir, principalmente Cretáceo Medio. El terreno siguiente hacia el E. es mucho más complicado de lo que Felix y Lenk creen; compárese nuestro corte. No se puede pensar en una separación en Cretáceo Inferior al O. de Orizaba y en Cretáceo Superior al E., sino que encontramos en esta última dirección tanto calizas de Maltrata como calizas de Escamela y pizarras de Necoxtla, Cretáceo Superior no hay; la estratificación está muy dislocada, en parte hay pliegues y en parte fracturas.

Perfil núm. 2, pasa desde Veguería sobre Monterrey á Carricitos. En el P. hay pretendidas calizas paleozoicas, pero en éstas Aguilera encontró Desmoceras, Belemnites y varios otros fósiles; estas calizas corresponden á nuestro Cretáceo Medio, y hacia el E. siguen rocas que pertenecen al grupo de Foxhill de los americanos, no se observa aquí nada de una fractura poderosa.

El perfil núm. 3 no da motivo á ninguna observación, porque no prueba nada en sentido geológico.

En el perfil núm. 4 se encuentran pizarras paleozoicas. En aquel lugar existen pizarras con mica que tiene mucha arcilla en su parte superior y se aproximan á pizarras arcillosas. Sobre la edad no se puede decidir ahora, pero tenemos en Guerrero pizarras completamente iguales que contienen, en geodas, fósiles que tienen probablemente una edad jurásica. También las pizarras liásicas del Potrero se aproximan mucho por su aspecto, como sabemos, á aquellas pizarras, pues son pizarras calcáreas y arcillosas muy metamorfizadas.

El perfil núm. 5 no necesita explicaciones.

Otra hipótesis defendida particularmente por aquella escuela geológica ya mencionada, es la de que los volcanes están situados sobre fracturas. Esta tiene tan pocos fundamentos como la otra antes expuesta; se apoya generalmente sólo en volcanes principales, que están más ó menos en una línea y se descuidan los volcanes secundarios. Hoy día ya se ha llegado á tal falta de exactitud, que se concluye por la simple existencia de formaciones volcánicas, en la existencia de fracturas y en fracturas de una extensión considerable. No niego de ningún modo que en las fracturas, masas volcánicas salgan ó hayan salido, pero en cada caso se debe dar la prueba. Esta hipótesis tiene que sufrir por la misma razón que la antes mencionada. Basándose en mapas malos en escala pequeña se han construído grietas volcánicas en países distantes. En la Italia meridional se ha probado ya que entre el Etna y el Vesubio falta toda conexión por una grieta en línea recta. No se ha podido mostrar aún que entre los Campos flegreanos y el Vesubio exista alguna conexión. Si se pretende que los volcanes están situados sobre una fractura poderosa, se debe dar la prueba para la existencia de esta fractura y si es posible en las rocas sedimentarias. Donde esta prueba no se ha dado, no se debe hablar de la fractura como realmente existente. Pero esto es el caso con la pretendida grieta transversal en el borde meridional de la Mesa de México, no se ha traído absolutamente ninguna prueba para la existencia de la grieta. Esta prueba debía ser llevada muy fácilmente en la región entre Cuernavaca y Tehuacán, porque allí hay casi exclusivamente rocas sedimentarias, en las cuales la demostración de una fractura gigantesca no podía ser muy difícil. Afortunadamente la región ya está estudiada en detalle por Aguilera, él no ha encontrado un vestigio de una gran fractura transversal; todas las fracturas tienen el rumbo de cerca de N. 30° W., y también los pliegues. Tampoco hay dislocaciones mayores que en otras regiones de esta parte de México, como se debía suponer si dos fracturas extremadamente grandes se cruzaran allí.

La reunión de los volcanes de México por líneas es totalmente arbitraria, porque Humboldt y también Sapper llegan á otros resultados diferentes de los de Felix y Lenk. Sería un trabajo meritorio el tratar de reunir los volcanes en todas las direcciones posibles en forma de un mapa; lo que nos daría un cuadro particular. En el trabajo de Felix y Lenk faltan algunos volcanes, otros se han descuidado en la construcción de las líneas. A estos últimos pertenece singularmente La Malinche, que después del Pico de Orizaba, el Popocatepetl y el Ixtaccihuatl, es el más importante y más considerable volcán de México. Si la teoría de Felix y Lenk es exacta, á saber, que los más importantes centros de erupción están situados allí donde se cortan dos sistemas de grietas, necesariamente La Malinche debía estar sobre tal cruzamiento, lo que no es así según el cuadro comparativo de Felix y Lenk. De esto se ve cuán arbitrariamente están construídas las líneas de reunión. En verdad todas las montañas volcánicas en el S. de México tienen el rumbo de cerca de

N.W.—S.E. y los volcanes están situados sobre anticlinales como sobre sinclinales y sobre los flancos de ambos. Es verdad que Felix y Lenk niegan la existencia de orogénesis por plegamiento en México y atribuyen los pliegues á efecto de las fracturas. Pero éstas debían ser unas fracturas muy particulares que podrían causar el plegamiento en un terreno que tiene la anchura de cosa de 500 kilómetros, porque así es de ancha la parte plegada del S. de México. Es verdad que allí, donde se hallan las calizas de Escamela, hay pocos pliegues, pero en vez de éstos hay muchísimas fracturas. Pero las capas cretáceas y jurásicas debajo de las calizas de Escamela y también las pretendidas pizarras paleozoicas están casi siempre muy plegadas. Esta convicción se puede obtener por un viaje rápido á través de México. Desgraciadamente nuestros conocimientos actuales no son tales que podamos decidir si hay una sola ó algunas cadenas geológicas debajo de la cubierta secundaria de la Mesa Central. Según los datos que conozco hasta ahora, concluiría en la existencia de dos ó tres grandes cadenas. El estudio de este problema está reservado para el futuro más próximo. En cada caso nuestros datos son suficientes para el reconocimiento de que la Mesa Central posee una montaña que le sirve de base, sedimentaria, bien modelada, y que la forma de mesa es debida á ulteriores rellenamientos de los valles.

Diremos solamente unas cuantas palabras sobre la llamada zona de lagos. Al N. del borde meridional de la Mesa encontramos una zona de lagos extremadamente bajos con la dirección E.S.E.—W.N.W. Felix y Lenk explican la formación de estos lagos bastante bien. Las depresiones han sido rellenadas y cerradas por material volcánico, principalmente tobas, y estas cuencas cerradas se han rellenado con agua de lluvias y de manantiales. Pero no puedo entender la conexión entre esta zona de lagos y la pretendida fractura transversal. Si existiera una conexión entre ellas, la zona de lagos debería estar en la región del hundimiento al N. ó al S. de la pretendida fractura ó sobre esta misma y con más probabilidad al S. por ser según ellos esta la porción hundida al formarse la grieta transversal. Si estas hubieran sido cuencas tectónicas, tendrían también una profundidad considerable como los lagos de los Alpes. En ningún caso la zona existente de lagos estaría en conexión directa con la pretendida línea de fractura; pues que para esto no se podrían encontrar conclusiones por la existencia de la zona de lagos. Mucho más importante sería un estudio sobre la cuestión si los sedimentos de los lagos fueran levantados desde el período Cuaternario.

Hemos tenido que ocuparnos un poco más extensamente de las opiniones de Felix y Lenk porque éstas no corresponden á las verdaderas condiciones y no obstante ya han pasado desgraciadamente á obras de texto como la Geología de Lapparent. Es verdad que hasta ahora la opinión de los dos autores era casi la única conocida por la prensa. Si se consideran las opiniones de Felix y Lenk en su aspecto total, se inclinaría uno á la creencia de que ellos querían apoyar la hipótesis del tetraedro de Green<sup>1</sup> demostrando la

1 Lowthian Green, Vestiges of the molten globe. London 1873.

existencia de la fractura de torsión en la América Central. Green supone como se sabe que la parte firme de la tierra tiene la forma de un tetraedro y que éste se ha torcido en la parte ecuatorial, por cuyo fenómeno él explica la separación en dos partes de los continentes. No es este lugar para entrar en la discusión de esta hipótesis, pero desearía mostrar la posibilidad de encontrar una conexión entre esta hipótesis y los esfuerzos de Felix y Leuk para demostrar la existencia de una gran fractura transversal.

Resumiremos en pocas palabras los resultados obtenidos:

La montaña del S. de México es una masa tectónicamente homogénea, es decir, una montaña formada por plegamiento.

El principio de la orogenia en el P. data del Cenomaniano, en el E. del Senoniano, pues la parte occidental es la más antigua.

El levantamiento principal es en el Terciario, de manera que las calizas de Escamela ya estaban destruídas en parte por erosión; teniendo la rigidez y el espesor de las rocas una gran influencia en la tectónica, se debe suponer, que las partes de las Calizas de Maltrata con plegamiento intenso, son regiones donde la erosión ya obraba antes del levantamiento principal.

El cambio en el rumbo de los estratos se debe referir á la circunstancia de que la fuerza orogénica tiene efecto no sólo perpendicularmente á la dirección longitudinal de las montañas, sino también perpendicularmente á la anchura.

La Mesa Central de México es un fenómeno totalmente secundario y no debe ser referido á grandes fracturas laterales (no es caballete (Horst) ), sino que se formaba por el rellenamiento de los valles más altos de la montaña antigua, por masas de rocas eruptivas, arenas volcánicas y aluviones modernos. Donde los valles no están rellenos, es decir, donde faltaban las erupciones, la pendiente parece más rápida, porque los sedimentos se hundan por fracturas en escalera hacia el E. y el O.

En el O. de México hay actualmente un movimiento invasivo; en el E. un movimiento evasivo; expresiones que hemos elegido, en vez de positivo y negativo, porque ahora geográficamente se denomina positivo lo que está sobre el nivel del mar, negativo lo que se halla debajo de dicho nivel.



---

---

## ROCAS ERUPTIVAS.

---

El Sr. Ezequiel Ordóñez, petrografista del Instituto Geológico, ha tenido la bondad de examinar las rocas eruptivas de Orizaba, y de su estudio me ha comunicado los resultados siguientes:

Las rocas eruptivas que se encuentran en contacto con las formaciones sedimentarias de las cercanías de Orizaba, vienen ya bajo la forma de corrientes, ya como diques diversamente orientados. Las corrientes de lavas descansan frecuentemente sobre lechos más ó menos gruesos de brechas ígneas de la misma naturaleza petrográfica que las corrientes, y representan, á nuestro modo de ver, y en atención á su carácter más vítreo, los productos primeramente arrojados en cada paroxismo. teniendo algunos de los grandes fragmentos de las brechas el aspecto de las bombas.

Entre las rocas de las corrientes y las de las brechas hay, como decimos, idéntica composición mineralógica, que conviene á la de las andesitas augíticas de piroxena. De estas rocas citamos la de la corriente que viene en la Estación de la Bota, del Ferrocarril Mexicano, en la bajada para Orizaba, de color rojizo manchada de negro; está constituida por un magma amorfo escaso, con escurrimiento fluído marcado por las hileras de finas microlitas de oligoclasa básica y numerosas cristalitas de augita alteradas en productos ferruginosos, que dan á la roca su coloración. Granos pequeños de óxido negro de hierro se hallan también esparcidos en el magma. De la primera consolidación sólo vemos en estas rocas muchos cristales de augita de 3 á 5 mm. de longitud, ya aislados, ya agrupados en nidos, y uno que otro cristal de labrador. En algunos lugares de esta corriente, la lava se encuentra en lajas delgadas de color gris, muy compactas, y de carácter muy vítreo, pues el magma amorfo es abundante; las microlitas de oligoclasa muy pequeñas, y la augita conserva la forma cristalítica del principio de la desvitricación. Aquí los elementos de primera consolidación casi no existen.

La corriente de "La Bota" se prolonga hasta el camino de Zapotla á Maltrata y hasta la barranca de Maltrata; lugares en donde la roca tiene este mismo aspecto al microscopio.

Un carácter vítreo más acentuado nos ofrecen los fragmentos que forman las brechas ígneas y casi son verdaderas obsidianas, de color negro y con marcada tendencia á la estructura conchoide. Las microlitas de plagioclasa son muy pequeñas y la augita viene como en la roca anterior.

Es de interés observar la semejanza de estas rocas con las lavas del Pico de Orizaba, que son también andesitas augíticas un poco más básicas que las de "La Bota." El magma de muchas de las lavas de dicho gran volcán es de color pardo muy globulítico con microlitas de augita numerosas y microlitas de oligoclasa de pequeño ángulo de extinción en la zona de alargamiento. El labrador y la augita son los elementos de la primera consolidación.

En cuanto á las rocas que se encuentran en diques, casi todas pertenecen al grupo de los basaltos, y estos son, con toda probabilidad, de edad posterior á la de las andesitas en corrientes, que acabamos de citar. Las muestras que tenemos de las rocas basálticas en diques, proceden del camino de Maltrata á Boca del Monte, de la hacienda del Encinal cerca de Nogales y del Rancho de Cuxtitlán al S. de Maltrata. Todas las muestras son de color negro agrisado, ó negro, y compactas. En su masa se distinguen los granos de olivino verdoso que contienen comunmente en abundancia, con excepción del de la Estación del Ferrocarril de Boca del Monte en el que son raros estos cristales. Esta roca tiene pequeñas cavidades tapizadas de ópalo, y de tridymita en laminillas agrupadas.

Los basaltos del Encinal son algo vítreos, en tanto que los de Cuxtitlán, con mucho olivino, son de magma muy microlítico y con mucha augita y óxido de hierro.

La roca del dique en la barranca al N.W. del cerro del Coyote es una andesita augítica vítreo de piroxena.

---

---

---

## INDICE.

---

	Págs.
Introducción.....	3
Parte estratigráfica.....	5
1. Pizarras de Necoxtla.....	5
2. Calizas de Maltrata.....	6
3. Calizas de Escamela.....	8
El Cretáceo de Orizaba.....	11
Condiciones tectónicas.....	19
Parte hidrográfica y orográfica.....	31
Sobre manantiales y ríos de Orizaba.....	31
Sobre algunas formas orográficas.....	32
Sobre el origen de la Mesa Central Mexicana.....	38
Rocas eruptivas.....	51

---



BOLETIN NUM. 13.

chipin. 24



Cerro Chicahuaxtla

apan.

Rio Metlac



F.S.M.

BOCA DEL M

LITEM. MOREAU SUC<sup>1</sup> MEXICO.









P. 100  
00

*L'Institut Géologique du Mexique* recevra avec grand intérêt les publications concernant la Géologie, la Géographie physique et l'Histoire Naturelle en général, en échange de son BULLETIN qui se publie par cahiers in 4° avec gravures et planches. Le numéro 1 de ce recueil a paru avec le titre de "Boletín de la Comisión Geológica de México."

Adresse:

Instituto Geológico de México.  
Calle del Paseo Nuevo, núm. 2.

MEXICO, D. F.  
MEXIQUE.

Amérique du Nord.

L'Institut Géologique a installé ses départements d'une manière provisoire dans la *Calle del Paseo Nuevo núm. 2*; on est prié de vouloir bien prendre note de sa nouvelle adresse, et aussi de son indépendance absolue de l'Ecole des Ingénieurs dont il a reçu autrefois une gracieuse hospitalité.

**On est prié instamment d'accuser réception. Dans le cas où cette formalité aurait été négligée, on serait considéré comme ne désirant plus continuer à recevoir les publications de l'Institut Géologique du Mexique.**















SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES



3 9088 01224 2392

