

Nombres.	Categorías.	Latitud N.	Longitud del meridiano de Chupultepec.	Autoridades.
Tetela.....	Villa.....	19° 55' 50" 0	0° 05' 08" 41 E	A. C. R.
Zacatlán.....	Ciudad.....	19 52 40 0	0 04 34 41 E	Idem.
<i>Tlaxcala.</i>				
Calpulalpam.....	Villa.....	19 34 00 0	0 02 16 07 E	A. C. R.
Huamantla.....	Ciudad.....	19 18 53 4	0 04 55 65 E	Jiménez.
Tlaxcala.....	Ciudad capital.....	19 20 10 0	0 03 13 49 E	Harkort, Fernández.
Tlaxco.....	Villa.....	19 32 35 0	0 04 50 07 E	A. C. R.
<i>Tepic.</i>				
San Blas.....	Puerto de altura.....	21 31 05 0	0 24 21 86 O	Comisión Geográfica.
Tepic.....	Ciudad cabecera.....	21 30 42 0	0 23 17 26 O	A. C. R.
<i>Baja California.</i>				
La Paz.....	Capital. Puerto de altura.....	24 09 36 8	0 44 09 74 O	Comisión de la Baja California.

CAPÍTULO II

Geología.—Opiniones de Humboldt y de Virlet d'Aoust.—Tiempos geológicos.—Estudio Litológico.—Apuntes sobre Geogenia.—El Valle de México.

El estudio de la Geología es uno de los que con mayor empeño é interés deben hacerse, por la gran importancia que entraña, ya como medio de conocer la naturaleza y relaciones de los fósiles y el yacimiento, la constitución y origen de los criaderos metálicos y la Hidrología; ya como necesario para poder apreciar el valor de los terrenos en su aplicación á la agricultura.

Por desgracia este estudio, que en todas partes ofrece grandes dificultades, las opone mayores aún en países como México, que á su gran extensión reúne poca densidad de población, inmensos bosques vírgenes, grandes regiones desiertas, y que hasta hace pocos años se encontró embargado casi completamente por las cuestiones políticas, luchando con las armas en la mano para alcanzar su independencia y para afirmarla, para constituirse, para rechazar invasiones extranjeras y mantener su forma de gobierno.

Muchas de las naciones europeas se han consagrado con ahinco á deslindar la estructura de su suelo, alcanzando maravillosa precisión, merced á minuciosas y pacientes observaciones, debidas á agentes de profundo saber, y empleando cuantiosas sumas en semejantes labores. Entre nosotros los estudios geológicos se deben, con muy raras excepciones, á esfuerzos individuales aislados, sin homogeneidad, realizados en medio de las mayores dificultades.

Así es que nos vemos imposibilitados de entrar en extensas consideraciones geogénicas y en profundos análisis, pues sólo contamos con algunas curiosas monografías, más ó menos extensas, refiriéndose á localidades determinadas, y el "Bosquejo de una Carta Geológica de la República Mexicana," formada por disposición del Señor General Pacheco, por una Comisión especial, dirigida por nuestro sabio Director de la Escuela Nacional de Ingenieros, D. Antonio del Castillo.

Creo que los Sres. Dollfus y Mont-Serrat están en lo justo cuando dicen que mientras un país no haya sido estudiado hasta en sus mínimos detalles, será necesario para considerar las cosas desde cierta altura, dejar espacio á la hipótesis, aunque no sea más que para acumular ideas más ó menos teóricas, destinadas á dirigir los trabajos y las inquisiciones de observadores y sabios que vengan en seguida, para confirmarlas ó destruirlas. Importa menos, á juicio de ellos, decir algo que sea de una verdad absoluta (¿y dónde se

encuentra hoy esa verdad absoluta?), que decir algo que pueda despertar la atención y llevarla hacia cierto orden de ideas, provocar las indagaciones, suscitar trabajos y determinar una corriente de opiniones en el mismo sentido ó en sentido contrario. El peligro, después de todo, no consiste tanto en la generalización en sí misma, como en la generalización absoluta, llevada hasta sus últimos límites, con afirmaciones edificadas sobre bases insuficientes.

Mr. Virlet d'Aoust, en su *Coup d'œil général sur la topographie et la géologie du Mexique et de l'Amérique Centrale*, dice que la parte de la América que se extiende con la forma de un triángulo desde el istmo de Panamá hasta los montes Rocallosos, forma una región geográfica bien caracterizada, cuyo levantamiento, de fecha relativamente muy reciente, ha venido á servir de lazo entre la América del Sur y la América del Norte propiamente dicha. "Los estudios de que en nuestros días ha sido objeto el territorio mexicano, han hecho reconocer el error en que han incurrido todos los geógrafos que, bajo la fe de Humboldt, han supuesto al continente americano una arista inmensa que corre sin interrupción desde el Cabo de Hornos hasta el estrecho de Behring. No existe en México ninguna cadena de montañas, continua, á la que pueda aplicarse esta denominación en extremo inexacta, de gran Cordillera de los Andes. Al contrario, la región central es una vasta planicie inclinada, en forma de paralelogramo alargado, cuyos lados grandes se extienden de Sud Sudeste á Nor Noroeste. El borde occidental de la planicie está limitado por el levantamiento de la Sierra Madre del Pacífico, cuyas cimas pasan de 3,000 metros de elevación. Mientras que se llega á ellos por pendientes poco notables, cuando se viene del centro del país, sus escarpamientos están á pico en las tierras de aluvión que baña el océano Pacífico.—La cadena de la Baja California corre paralela á estas montañas; sin embargo, su rotura mira hacia el Este; la península californiana parece haber sido arrancada del continente en la época en que se produjo el enorme combamiento (*bombement*) que levantó el centro de México, y las aguas, al precipitarse en ese desgarrón, formaron el Golfo de California."

El cargo hecho por Mr. Virlet d'Aoust á Humboldt, que puede y debe ser exacto desde el punto de vista geogénico, es infundado geográficamente hablando, pues basta arrojar una mirada sobre el mapa del continente americano para convencerse de que, geográficamente, la cordillera de los Andes es una desde el Cabo de Hornos hasta el estrecho de Behring.

Dollfus y Mont-Serrat que han hecho los estudios más profundos que se conocen hasta hoy, sobre la geología de Centro América, dicen que desde luego se nota que existe hacia el medio del continente centro-americano, pero más cerca del océano Pacífico que del Atlántico, una banda más ó menos ancha de rocas eruptivas, cuya dirección es próximamente la misma que la del continente en general, y que coincide casi por todas partes con la serie de altas montañas á que se da el nombre de *Cordillera* ó de *Sierra Madre*.

Como se ve, la opinión de Humboldt no es tan singular, aun desde el punto de vista geogénico. Sin embargo, creo también que la América del Norte y la del Sur son muy anteriores á la América Central, comprendiendo bajo esa denominación todo el territorio que se extiende del Río Bravo al istmo de Panamá; y lo creo así por los datos que tengo á la mano y que confirman la teoría de Virlet d'Aoust.

Pero en lo que disiento mucho con este autor es en lo que dice de la Baja California, cuya península "parece haber sido arrancada del continente en la época en que se produjo el enorme combamiento que levantó el centro de México."

Gabb, que es quien mejor y más profundamente ha estudiado la Baja California, dice en sus *Notes on the Geology of Lower California*, que las cordilleras de esta península presentan la continuación directa de los *Coast ranges* de la Alta California; que por la parte N. de la península las costas del Este y del Oeste están acompañadas de cadenas cuyas ma-

sas graníticas se hallan rodeadas de pizarras cristalinas, cuarcitas, etc. En la parte meridional se encuentra tan sólo á lo largo de la costa oriental una sierra arcaica que tiene una rápida vertiente hacia el Este, y cuyo suave descenso al Pacífico está cubierto de una formación terciaria arenosa, no fosilífera (la llamada arenisca de mesa) que llena también, en la parte del Norte, las depresiones entre las cadenas mencionadas.—En estas últimas se ven numerosas formaciones de reciente origen volcánico, coronadas de cúspides de considerable altura, de las que, por el momento, citamos el cerro de Salamahue con 3,086 metros; Pico Hump con 1,249, y el cerro de las Vírgenes, el cual, además, tiene la particularidad de presentar en sus rocas una especie típica de leucita (*Leucytophyr*).

Por lo tanto, la honda depresión que al entrar en el continente, á una distancia de 1,000 kilómetros, poco más ó menos, separa la península de la Baja California de la tierra firme, ha de considerarse, indudablemente, como una analogía, ó mejor dicho como la continuación del valle longitudinal de la Alta California, conforme á las conclusiones de Suess. (*Das Antlitz der Erde*.)

Semejante igualación morfológica de las dos depresiones, no se impide por la circunstancia de hallarse cubierta la primera con aguas marinas de considerable profundidad.

Entiendo que son de más peso estas consideraciones que las que pudieran traerse á colación para fundar la atrevida hipótesis de Virlet d'Aoust de que se hizo mención al principio.

El borde oriental de la figura geométrica con la que procuramos dar una idea de la región alta mexicana, está indicado por las cimas menos elevadas de la Sierra Madre de Nuevo León y de Tamaulipas, que apenas alcanzan una altura de 2,000 metros. Son franqueables en varios puntos. El conjunto de estas sierras, si no su constitución geológica, tiene gran analogía con las montañas del Jura. Su dirección general, lo mismo que la de la Sierra Madre del Pacífico, es de Sud Sudeste á Nor Noroeste. Esta es sensiblemente la dirección constante de todas las pequeñas cadenas estrechas y alargadas que surgen de la planicie central, como las islas de un archipiélago esporádico.¹

En el Norte el llano desciende sensiblemente; Paso del Norte está solamente á 1,140 metros sobre el nivel del mar; mientras que Toluca, situada á la extremidad Sur de la misma línea media está á 2,380 metros.² La planicie mexicana está, pues, inclinada del Sur al Norte y del Oeste al Este, con una depresión sensible en forma de cubeta, en su centro hacia la Laguna.

La arista meridional está perfectamente marcada desde Tehuacán, al Este; hasta Mascota, al Oeste. Las cimas del Popocatepetl, del cerro de Ajusco, del Nevado de Toluca; del cerro de Patambán en Michoacán; y de la Bufa de Mascota, marcan la dirección. En esta parte de México se encuentra uno en presencia del segundo sistema de levantamiento dirigido del Este-Este-Sur, al Oeste-oeste-Norte; es menos fácil de reconocer que el otro de que hemos hablado; pero está, sin embargo, muy caracterizado en la región de Ameca á Mascota, donde el cruzamiento de ambos sistemas es muy visible. El paralelismo de las montañas que se relacionan con este levantamiento, es de un estudio muy interesante; las cimas de los volcanes de Colima, del Pico de Tancítaro, del volcán moderno de Jorullo, y la del Zempoaltepetl, situado mucho más al Oeste, cerca de Villa-Alta, están colocadas muy sensiblemente en una línea recta paralela á la dirección general del borde meridional de la planicie. Más cerca de la costa, la cadena de Guerrero está orientada de la misma manera; se nota que es todavía la dirección de la cadena de Soconusco, situada al otro la-

¹ Niox. Notice sur la Carte du Mexique au 1:23,000,000 c.

² Id. id. Entiendo que es una errata de imprenta lo de 2,380 metros de altura á que está Toluca. Debe decir 2,680.

do delistmo de Tehuantepec; en fin, las islas de Cuba y de Haití se prolongan en la misma dirección, y provienen sin duda de la misma formación geológica.¹

Hacia el Sur la Mesa Central no desciende inmediatamente hasta el mar mismo, sino á la profunda depresión del valle del Río de las Balsas ó Mezcala, la que tiene una longitud de cerca de 500 kilómetros y una anchura aproximada de 100, pudiendo ser comparada con el valle longitudinal de California. Está separada esta depresión del océano Pacífico por una sierra arcaica, que forma parte de la cadena de montañas primitivas cristalinas, las que, acompañando las costas del Sur y Oeste de México, con los nombres de Sierra Madre del Sur y Sierra Madre Occidental, presentan la única considerable masa montañosa no interrumpida del tiempo arcaico que se encuentra en el país.²

Con perfecta claridad se ven las rocas correspondientes, en dirección E.-O. en la porción septentrional de Chiapas³ y en Guatemala.⁴

En el istmo de Tehuantepec las series de Sierras que se extienden á lo largo de las costas del Pacífico, se componen de diferentes representantes del grupo de las rocas arcaicas, á las que siguen, hacia el Norte, constituyendo la cima del Istmo, las calizas y areniscas del período cretáceo y de la edad terciaria; mientras que las bajas llanuras del río Coatzacoalcos son formadas por los aluviones más recientes del Golfo de México.

“Más allá del estrechamiento de cerca de 200 kilómetros de ancho que sufre el continente en aquella región, á saber: desde los 98° longitud Oeste de Paris, y primeramente en el Estado de Oaxaca, llega el sistema de montañas arcaicas á alcanzar su más importante desarrollo. Gneisses, alternando con granito, hornblenda pizarrea y toda la variada serie de rocas que constituyen la riqueza del grupo arcaico, forman las cadenas de montañas de la parte meridional, ocultándose en la del Norte, bajo una cubierta de capas mesozoicas.

“El territorio del Estado de Oaxaca, alto país montañoso diversísimamente configurado, presenta por motivo del cruzamiento de varias líneas tectónicas (E. O. y S. E.-N. O.) una estructura geológica en extremo complicada. Creemos no equivocarnos al considerar esta última también como la causa de los temblores que tan frecuentemente, y á menudo con desastrosos efectos, afligen al referido Estado. La parte del Noroeste, ó sea la Mixteca, tiene—hacia el Oeste—un declive al valle del río Mezcala, hallándose, al Norte, en unión directa con la Mesa Central.

“En el territorio de Guerrero, la zona arcaica vuelve á estrecharse. Las partes superiores de las Sierras se componen de pórfidos cuarcíferos, y sus planos, así como las orillas generalmente muy pendientes del Sur, están formados de gneisses y granito. Un valle transversal, perpendicular á la dirección de las cordilleras (E. S. E.-O. O. N.) permite al Río de las Balsas salir hacia el mar, después de haber recibido las aguas del Tepalcatepec, que fluyen hacia él desde el Poniente. Al Oeste de la indicada brecha se levanta la continuación de la cordillera de la costa, rica en metales preciosos, con el nombre de Sierra de Coalcomán, dirigiéndose en Colima y por la parte meridional de Jalisco hacia el Noroeste, sin destacarse muy marcadamente del terreno.⁵ Desde los 20° latitud Norte coincide la misma con el alto *declive occidental* de la mesa, á la que módicamente sobresale, y empieza á la vez á dividirse hacia el Norte en un número más y más creciente de cadenas paralelas. Estas últimas, colocadas á lo largo de la costa y delante de la cordillera principal que, en dirección Noroeste, atraviesa los Estados de Durango, Chihuahua y Sono-

1 Niox. Lugar citado.

2 J. Félix y H. Lenk. Datos para la Geología y Paleontología de la República Mexicana. Traducción del Prof. Hugo Topf.

3 Heller. Der Mexicanische Staat Tabasco.—1856.

4 Dollfus et Mont-Serrat. Voyage géologique dans les Républiques de Guatemala et du Salvador.

5 Guillemín Tarayre. Rapport sur l'exploration minéralogique des régions mexicaines.

ra, se componen, según la Carta geológica del Estado de Sinaloa, publicada por J. Weidner, principalmente de pizarras arcillosas con mica, bajo las que, sin embargo, en numerosos puntos, y desnudas algunas veces por la erosión, aparecen al descubierto las rocas cristalinas arcaicas.

“Una disolución casi completa se observa por la parte septentrional de Sonora y, sobre todo en la parte Sur de Arizona, donde entre las diferentes cadenas de montañas se extienden vastos desiertos. Según las investigaciones de Marcou y de varios geólogos norteamericanos, se encuentran allí formaciones paleozoicas, principalmente caliza de montaña en considerables masas; pero las partes centrales de las Sierras aisladas, están formadas, exceptuando diversos mantos y acumulaciones volcánicas de reciente origen, por granito, sienita y otras rocas metamórficas.”¹

TIEMPOS GEOLÓGICOS.

Tiempo arcaico. Sabido es que comienza esta edad geológica con la solidificación de la costra terrestre, y formación de las rocas primitivas sobre las cuales vinieron acumulándose formaciones sucesivas. Según el profesor Dana, se calcula en más de 30,000 piés el espesor de las masas arcaicas del Canadá, donde se encuentran, en ciertas localidades, visibles, lo mismo que en los Estados Unidos, al Norte de los grandes lagos. En algunas localidades de la América del Sur también aparecen al descubierto; pero en México y Centro América parece no se han encontrado aún, según asevera mi amigo el sabio D. Mariano Bárcena, quien agrega que en muchas montañas de la Sierra Madre, sobre todo hacia el Sur, existen rocas cristalinas que pudieran referirse al tiempo arcaico; pero no se han determinado horizontes geológicos para referir con certeza esas masas, y solamente por caracteres litológicos no es posible clasificarlas con seguridad.

Ya hemos visto lo que dicen á este respecto los Sres. Félix y Lenk; y á lo expuesto agréguese que el Sr. Ingeniero D. Agustín Barroso, en una juiciosa y apreciable Memoria sobre la Geología de Tehuantepec, presentada al Ministerio de Fomento, nos describe las rocas azoicas, no dejando lugar á duda sobre su presencia en aquella región.

“Desde luego, dice, se presentan al estudio, por razón de su origen, dos grandes clases de rocas: rocas metamórficas² y las rocas ígneas. Las primeras pertenecen en su mayor parte á los períodos azoico y paleozoico, y consisten en gneiss, anfíbolita, serpentina, arkosas, vacía gris común y apizarrada, pizarra arcillosa, calizas, areniscas, arcillas y conglomerados; las segundas á los terrenos granítico y porfídico, encerrando granito, sienita, roca verde sienítica y pórfidos diorítico, feldespático y arcilloso. Las rocas sedimentarias se hallan profundamente trastornadas por las rocas plutónicas que han ocasionado su levantamiento; sus capas, materialmente reducidas á girones en diversos puntos, mezcladas unas veces íntimamente con las rocas ígneas, y otras bastante modificadas en su naturaleza y estructura, no permiten reconocer con claridad las verdaderas relaciones que tienen entre sí.

Añade “que las rocas azoicas verdaderamente no están representadas en el Istmo sino por uno solo de sus tres pisos, el *gneiss*, pues aunque el elemento magnesífero se encuentra en este último, así como en la parte inferior de los terrenos paleozoicos, en ningún punto pudo reconocer la existencia de la micapizarra ni del talco apizarrado, característicos de esta formación. Otro tanto puede decirse de los minerales, tales como el granate, la distena, la estauroлита, etc., que tan frecuentemente se hallan diseminados en el último piso, cuando existe un poco desarrollado.

1 J. Félix y H. Lenk, obra citada.

2 El original dice: “las acuosas ó sedimentarias.” Es una errata.