

En Atenquique el orden más común en esas formaciones es el siguiente: toba pomosa ó cenicifera, en la base; boleó de pórfido en capas de dos á cuatro metros de espesor; boleó de basalto grueso formando espesor hasta de más de veinte metros.

Esta colocación varía en algunas partes en que falta alguno de aquellos bancos, ó se hallan depositados en lechos de menor espesor.

Depósitos semejantes, como hemos dicho, se encuentran sobre las pendientes de los volcanes, ocultando la roca primordial ó que forma el macizo.

Esas acumulaciones que en tiempos anteriores llenaron las más profundas barrancas y terraplenaron los valles, han sido cortadas y excavadas después por las aguas, mostrando ahora cortes de más de 200 metros de espesor.

Notables son en este respecto las secciones que se ven en las barrancas de Atenquique y Beltrán, y también en la Joya por el lado del Sur, donde se ve un ancho valle de excavación, conteniendo en su centro montículos elevados ó cerritos de acarreo, aislados, que quedaron cortados por la acción erosiva de las aguas. Otra cosa que llama la atención en aquellos terrenos de acarreo, es el volumen de muchas masas de basalto y la situación que ahora guardan. Masas hay de más de 50 metros cúbicos, y colocadas en la pendiente de las montañas ó en el centro de la llanura.

Allí donde no se percibe ningún signo de la acción glacial, para admitir que las masas de hielo hubiesen transportado aquellos bloques, sólo puede explicarse su distribución por la acción erosiva de las aguas que ha minado la base de sustentación de esos bloques, bajándolos solamente de la altura á que se encontraban, y dejándolos reposar sobre su línea de proyección.

Los terrenos en que se halla edificada la ciudad de Colima, y otros que se extienden en varias direcciones sobre los declives Sur, Este y Oeste hacia la costa, presentan composición análoga á la que acabamos de mencionar; mientras que por el lado N. del Volcán, hacia el valle de Zapotlán, dominan más bien las tobas pomosas y cenicíferas de la edad cuaternaria.

Ya hemos indicado que por la posición que guardan esos bloques de basalto, es de suponer que procedan de salidas verificadas por los cráteres referidos, y también por diques abiertos sobre las pendientes del Nevado y sus contornos, como se ve en los cerros llamados Hijos del Volcán. Aguas torrenciales vinieron después á empujar esas aglomeraciones de rocas y á mezclarlas con las arcillas y otros materiales sedimentarios.

A las formaciones referidas hay que agregar las mesozoicas que se notan en algunos cerros lejanos, como en Huescalapa, el Rincón, el Cortijo, Juluapan, etc. En los primeros encontramos restos de *radiolitas* en las rocas calcáreas que los forman, y del último vimos algunas lajas calizas con *amonitas*.

El Sr. Bárcena divide los períodos de actividad del Volcán de Colima en dos grupos, á saber:

I. *Períodos prehistóricos*.—1º Período geológico del levantamiento del Nevado y del cono de fuego, el cual tuvo lugar probablemente al fin de la edad terciaria.

2º Gran erupción basáltica brotada por grandes grietas en varias direcciones, y que tendría lugar seguramente en el período glacial ó primera subdivisión de la edad cuaternaria.

3º Erupción de lava fluída del Apaxtepetl, que se verificaría al principio del período reciente ó tercera subdivisión de la edad cuaternaria.

4º Sigue un período largo en los tiempos prehistóricos en que deben haber acontecido erupciones intermitentes que alternaban con intervalos de reposo, y en que el cono del Volcán de Fuego aumentaba sucesivamente su altura por la adivinación de esos productos ígneos.

II. *Períodos históricos*.—5º La erupción verificada en 1576, que la crónica y la tradición clasifican como fuerte, y de la cual no se tienen detalles.

6º En 1611 la gran emisión de arena y ceniza que alcanzó hasta un diámetro de cuarenta leguas.

7º Período sísmico de 1753, notable por los fuertes sacudimientos terrestres que ocurrieron en Zapotlán.

8º Otro período de convulsiones terrestres entre Guadalajara y Manzanillo, que derribó las torres de la catedral de la primera ciudad.

9º En 1771 llovió ceniza durante tres días en Guadalajara, y se atribuye al Volcán de Colima, sin que se mencione ningún pormenor de esa erupción.

10. Temblores fuertes en 1806, que duraron dos años, y en que fué arruinada la iglesia de Zapotlán, matando á 2,000 personas: hubo erupción en este período.

11. La gran emisión de cenizas en 1818, que llegaron hasta Zacatecas y San Luis, y que fué abundante en Zapotlán.

12. Erupción en 1869, seguida de un período intermitente de erupciones poco notables.

13. Erupción de 1872, desde Febrero hasta Agosto.

14. Erupción de 1873, solamente por el cráter principal, habiéndose verificado probablemente en este año el cambio de cráter.

15. Período que comenzó en Diciembre de 1885 prolongándose hasta 1887.<sup>1</sup>

Hay que tomar en consideración la circunstancia de que en el período de reposo de 1750 á 1771, que fué de 21 años, tuvo lugar la erupción del Jorullo, que desahogaría los impulsos volcánicos del Colima; es de observarse también, que no obstante la precipitación con que comenzaba la erupción de 1869, se moderó en 1870 y 1871, cuando aconteció la erupción del Ceboruco, y á este desahogo es debido probablemente que las manifestaciones del Colima se hayan moderado, sin ir más allá de lo que fueron en su origen.

Observando los resultados producidos por esos movimientos geológicos en los tiempos prehistóricos, encontramos hechos que demuestran causas de gran intensidad, como son el levantamiento de los volcanes "Nevado" y de "Fuego," y la gran producción de bloques y diques basálticos que siguió á esos fenómenos. Entre ellos y el derrame del Apaxtepetl hay una diferencia tan notable, que no permite establecer con este hecho geológico un segundo grado de intensidad respecto de aquellos, y tampoco entre la erupción del Apaxtepetl y las verificadas en el Volcán de Fuego en los tiempos históricos.

Y esta falta de degradación regular de tales fenómenos, se nota al observar que cuando se efectuaba el derrame del Apaxtepetl, había fenómenos análogos y de mayor intensidad en varias regiones del país, lo que prueba que donde se levantaban el Nevado y sus montañas anexas había ya desaparecido la facilidad que antes existiera para la producción de grandes sucesos volcánicos.

Tomando en conjunto todos los hechos históricos, podemos considerarlos como de menor importancia que la apertura del Apaxtepetl, y de este modo se establecen cuatro grados que dan una ley de decrecimiento en esos fenómenos, desde los tiempos prehistóricos á los actuales. Así, al primer grado comprende el levantamiento del "Nevado" y el "Volcán de Fuego;" al segundo se refiere la gran producción de bloques y diques basálticos; al tercero la apertura del Apaxtepetl; y en fin, al último, las erupciones del "Volcán de Fuego" en los tiempos históricos.

<sup>1</sup> El 11 de Diciembre de 1889 hizo nueva erupción el Volcán de Colima, que se juzga más imponente que las anteriores. Repitióse el fenómeno el 11 de Enero de 1890.

## EL NEVADO DE TOLUCA.

El Valle de Toluca está abierto solamente del lado del Norte, pues lo circundan y cierran completamente por los otros vientos: las montañas del Ajusco por la parte oriental, los cerros de Tenango por la austral, y por el Occidente la serranía que sirve de contrafuertes del volcán en que vamos á ocuparnos, extractando los datos de la ascensión verificada por los Sres. Dollfus y Montserrat.

El Nevado de Toluca se encuentra, según los cálculos del Barón de Humboldt, á los  $101^{\circ} 45' 38''$  de longitud Oeste de Greenwich,  $19^{\circ} 11' 33''$  de latitud Norte, y á unas cinco leguas de la ciudad de Toluca.

“Al salir de la ciudad se va ascendiendo poco á poco á los primeros contrafuertes de la montaña, atravesando una extensión considerable de tobas que de tiempo en tiempo son reemplazadas por algunos conglomerados. Estos conglomerados se encuentran hasta una altura de 300 metros sobre el nivel del Valle.”

Los viajeros salieron de la hacienda de Cano al rayar el día, y alcanzaron el límite de la vegetación arborescente á las 10 a. m., y una hora después estaban en el borde N.E. del cráter.

“A 260 metros sobre la hacienda, la pendiente comienza á ser más rápida, el conglomerado porfídico desaparece y es reemplazado por una arena volcánica de color gris negruzco, de aspecto cineriforme, que tiene cierta analogía con la del Popocatepetl y que se extiende en una gran área. Dicha arena es de una finura y tenuidad extremas, y en vano procuramos descubrir en ella trazas de cristales. Tampoco contiene hierro meteórico.— Más alto, cerca de los 3,500 metros sobre el nivel del mar, una profunda barranca nos permitió juzgar con cierta precisión las formaciones del suelo subyacente. Desde luego se nota una capa de arena de ocho ó diez metros de espesor; después, debajo, un lecho de piedra pómez de cerca de 0m.20 de espesor; más abajo otra capa de arena menos gruesa que la primera, y segundo lecho de piedra pómez de 40 centímetros de espesor; y así sucesivamente, capas de arena y de pómez hasta el torrente que corre por el fondo de la barranca.

“Hasta este punto la poderosa vegetación de las coníferas, pinos y abetos, se extiende por todos lados en los flancos de la montaña; pero poco á poco se va haciendo más rara, y los árboles son más raquíticos; se siente un frío vivo, el aire se enrarece, y 600 metros más arriba se encuentra la zona en que desaparece toda vegetación arborescente. Allí comienza el cono á dibujarse netamente. Está rodeado de una serie de pequeñas eminencias, separadas de él por un barranco profundo. Cuando se ha pasado este barranco, se asciende poco á poco por un lecho de guijarros desquebrajados que han descendido de las cumbres. Estos despojos porfídicos forman una inmensa sabana, y están dispuestos tan cerca los unos de los otros, que algunos viajeros han considerado tales masas de rocas como derrames de lavas. La simple inspección de estos guijarros hace que se rechace al punto la idea del derrame. Estos restos de rocas han rodado, después de haber sido arrancados mecánicamente de las cimas superiores, y por causa de la pendiente se han repartido de una manera bastante regular. Podríamos objetar además, que siendo la pendiente de  $35^{\circ}$ , nos parece difícil, si no imposible, que torrentes de lava se hayan mantenido en un declive de tal naturaleza. La roca, por otro lado, perfectamente compacta, nada globulosa, no presenta la menor traza de escoriación.

“El cráter es de fácil ascenso, al menos por el borde N.E.; y el declive, aunque algo rápido ( $20^{\circ} 50'$ ), permite franquear cómodamente el paso, aun á caballo.

“La forma del cráter es el de una elipse muy irregular. Su mayor diámetro, medido exactamente con el teodolito, es de 1,431 metros, y el menor de 595. Su profundidad es

muy variable: si se calcula á partir del borde más elevado, es de 309 metros; en la extremidad del mayor diámetro es sólo de 25 metros. Casi al centro de la depresión se nota una masa traquítica de cerca de 500 metros de largo y que se eleva hasta 175 metros sobre el fondo del cráter. Siguiendo la línea Norte-Sur que corta el gran diámetro en un ángulo de  $30^{\circ}$ , se encuentran otras dos elevaciones igualmente traquíticas, pero de menor importancia.

“Cerca de la cuarta parte de esta depresión se encuentra ocupada por un pequeño lago de agua muy límpida y muy fría ( $6^{\circ} 25'$  siendo la temperatura ambiente de  $5^{\circ} 8'$ ) y desprovista de todo sabor mineral. Del lado del borde más elevado del cráter, las aguas del lago bañan las rocas traquíticas que forman la pendiente interior, y están dispuestas verticalmente. En otros puntos esas mismas aguas costean la masa traquítica y una pequeña elevación que hay hacia el Este. La latitud mayor de este lago es de 400 metros, y su mayor longitud de 250. Al extremo Sud-Sudeste del cráter se encuentra otro lago de menores dimensiones, cuya agua límpida é igualmente fría presenta absolutamente los mismos caracteres que la del anterior. En fin, á poca distancia de este segundo lago, y separado de él por un montículo, se ven dos charcos de agua, probablemente temporales, pues que hasta hoy no se ha hecho mención de ellos en ninguna relación sobre el volcán.

“Respecto á la formación de tales lagos se han emitido multitud de hipótesis. Situada á tan grande altura, están sometidos, naturalmente, á una fuerte evaporación, y tienen que estar constantemente alimentados para poder conservar un nivel casi permanente. Se ha supuesto, y tal vez con razón, que existen en el fondo de ellos, los que por otro lado no son muy profundos, gran número de fuentes ó manantiales que los abastecen de agua, hipótesis, que aunque nada tiene de imposible, no me parece completamente justificada. Las aguas de manantial presentan, por lo regular, algunos caracteres químicos que no escapan á los reactivos más sensibles. Ahora bien, habiendo hecho análisis minuciosos de estas aguas, las hemos encontrado casi comparables al agua destilada, lo que nos impulsa á creer que, aunque en la estación de las lluvias reciben estos lagos gran cantidad de agua, la evaporación, ayudada entonces por una temperatura más elevada, es sin duda más rápida, é impide que el nivel suba extraordinariamente. En la estación de secas, ó sea en el invierno, como el Nevado de Toluca es el pico más elevado de la Cordillera, las nubes que lo cubren, generalmente por la tarde, tienden á condensarse, y de ahí proviene cierta cantidad de agua que se deposita inevitablemente en los lagos. Por otro lado, en ciertos momentos más fríos, el Nevado, tanto en el interior como en el exterior, está cubierto de nieves que persisten dos ó tres días y que se funden cuando se eleva la temperatura, pues la nieve duradera no existe sino en pocos lugares, y sólo en el lado Norte de los flancos exteriores ó interiores del cráter. Esta nieve, al fundirse, agrega sus aguas á las producidas por la condensación de las nubes, y no deja que el nivel descienda de un modo extraordinario.

“Hace algunos años que el Sr. Vázquez de León ascendió al Nevado para estudiar un proyecto relativo á llevar las aguas de los lagos á Toluca. Citamos esta expedición porque entonces midieron la profundidad del lago grande, utilizando un bote que fué llevado merced á muchos gastos. Esa profundidad resultó con un máximo de diez metros. El fondo, según se vió, está compuesto de arenas.

“La roca que constituye el Nevado, es un pórfido traquítico muy duro y muy compacto, presentando dos matices bien distintos: el uno gris negruzco y perfectamente cristalizado, conteniendo bellos cristales de feldespato, estoclocia blanca y cristales no menos claros de anfibolita. Estas dos rocas tienen una intermediaria que nos hace creer que la masa porfídica del Nevado es una masa única.

“El pórfido que sirve para ligar las dos clases, negra y rosada, es menos cristalino que

la roca negra, y menos compacto que la roca violácea. Su color es igualmente más obscuro, y no puede definirse sino con el nombre de negro-violado. Esta roca intermediaria domina, especialmente en el montículo que ocupa el centro del cráter. Los pórfidos cristalinos se ostentan en las crestas, y el pórfido violáceo, proveniente sin duda alguna, de la descomposición del primero, ocupa el fondo del cráter. Las masas de guijarros rodados, que á algunos observadores han parecido derrames de lava, están formados de ese mismo pórfido negruzco, alterado solamente en la superficie por la acción de los agentes atmosféricos.

“La parte del fondo del cráter que no está cubierta por las aguas, está formada de arena muy fina, proveniente de los pórfidos citados. La vegetación herbácea, que llega hasta la cima de las más elevadas crestas, siempre que la roca no esté completamente desnuda, crece también en gran parte de la depresión.

“La nieve, como hemos dicho, persiste todo el año sobre esta eminencia; pero aún en el mes de Noviembre, en que hicimos la ascensión, no cubre sino las partes más elevadas de los flancos interiores y exteriores del cráter, del lado Norte y del Oeste.

“En resumen: el volcán de Toluca debe su origen, probablemente, á una erupción porfirico-traquítica, acompañada de un desprendimiento considerable de gas y vapores, del cual no queda hoy traza alguna. Además de esos gases y de esos vapores, el volcán arrojó también muchas cenizas y piedra pómez, que se encuentran en sus faldas; pero la acción ígnea no fué muy violenta, pues las escorias ó las rocas escoriáceas faltan por completo; y si se pudiera establecer alguna relación entre el Nevado y los volcanes con lagos de Eifel (Prusia rhenana) sería preciso también suponer muy antigua la acción eruptiva, pues los bordes de los lagos del Nevado no presentan en toda su extensión ninguna roca ó fragmento en que pueda reconocerse la acción de los gases.”

Estos viajeros presentan la siguiente tabla de alturas:

Toluca.....	2,682	metros	sobre el nivel del mar.
Hacienda de Cano.....	2,949	”	”
Límite de la vegetación arborescente.....	4,095	”	”
Borde del cráter, al N.E.....	4,339	”	”
Fondo del cráter.....	4,269	”	”
Pico del Fraile.....	4,578	”	”

EL CEBORUCO.

El Ceboruco es un tipo de volcán estratificado, que parecía perfectamente apagado, pues ni por tradición se tenía noticias de sus erupciones, á pesar de la enorme cantidad de lavas que se encuentran tendidas desde el volcán mismo, sin interrupción, hasta atravesar el camino real de Ahuacatlán. Sin embargo, por la observación de sus rocas puede establecerse que ha tenido cuatro épocas de erupciones, anteriores á la verificada en nuestros días, sin que podamos fijar la época de esos fenómenos, por falta de datos seguros, ó al menos con visos de exactitud.

Consta el Ceboruco de varias masas montañosas agrupadas, siendo la más elevada la que se conoce con el nombre de “Cerro de la Coronilla.” Su posición geográfica es de 21° 14' 40" de latitud Norte y de 5° 28' 30" longitud Oeste de México, según los cálculos que consigna el Sr. Bárcena, y que difieren de los del Sr. D. A. Caravantes, quien fija 21° 25' de latitud Norte, y 5° 25' de longitud Oeste de México. Según la primera autoridad citada, el Ceboruco tiene 2,164 metros de altura sobre el nivel del mar; mientras que el Sr. Caravantes sólo le concede 1,525 metros, á saber;

Elevación del volcán sobre el camino de Uzeta.....	408	metros.
Elevación de Uzeta sobre el mar.....	1,117	”
	<hr/>	
	1,525	metros.

El Sr. Caravantes cree que el volcán ha estado en erupción en tres épocas distintas, entre las que han mediado muchos siglos, y que se distinguen esas erupciones por las lavas que arrojó cada una de ellas. En la primera época, supone este autor, que el volcán hizo un derrame que se advierte hacia el Oriente y casi sobre el camino que sale de Ahuacatlán para Ixtlán, cuya lava, muy semejante á la del Ceboruco, está casi cubierta de tierra y con bastante vegetación. En la segunda hizo igualmente derrames al Norte y al Poniente, y esta lava se halla apenas cubierta de tierra en algunas partes, y con muy poca vegetación. Y en la tercera, cuyo derrame al Sur se presenta más á la vista del viajero, se conserva la lava negra y enteramente sin tierra ni vegetación.

El 16 de Febrero de 1870 comenzaron á sentirse algunos sacudimientos terrestres acompañados de ruidos subterráneos en la región del volcán. El día 21 percibieron los moradores de las inmediaciones una ligera humareda en el vértice de la montaña, la que fué tomando gradualmente mayores proporciones, hasta el día 23, en que se declaró formalmente la erupción, con la salida de vapores densos, con gran cantidad de arenas que el viento llevó á largas distancias por todos los rumbos, y particularmente hacia el Nordeste sobre los pueblos de Jala y Jomulco, y por fin, de lavas. En la noche se vió salir fuego del cráter, en cuatro ó cinco puntos distintos, de los que se levantaban gruesas columnas de vapor y arena.

Se abrió un nuevo cráter al Este del antiguo, del cual está separado por un dique de roca compacta; y en la región S.O. del volcán se hendió el terreno en varias partes, levantándose en otras, surgiendo los trozos de roca y las lavas, con profusión.

Este dique de rocas incandescente corrió por el lecho de un arroyo, y en el año de 1875, en que lo visitó el Sr. Bárcena, estaba detenido á la distancia de 7,520 metros del cráter, la cual recorrió en el espacio de dos años. Aparece ahora como un contrafuerte formado de rocas desquebrajadas, amontonadas, con anchura máxima de 2,000 metros y altura de 300. Haciendo abstracción de las rocas y lavas que han llenado el cauce de los arroyos, puede estimarse el volumen de la parte saliente en tres mil trescientos millones de metros cúbicos.

El Sr. Caravantes, que visitó el volcán durante la erupción de 1870, dice:

“Dejando nuestros caballos en el arroyo (de Uzeta, que en la montaña lleva el nombre de los Cuates) en parte donde no les molestara el calor del piso, tomamos la ladera bastante pendiente y de una altura de 80 metros, á la derecha del arroyo; subimos, y por la orilla de él, que forma una cuchilla de la montaña, llegamos á 100 metros, de donde viene esa lava en forma de peñascos. En este lugar, á las doce del día, el termómetro centígrado al aire y sombra marcó 29°, al sol 40°. La declinación de la aguja es 10° E. y la inclinación 9° aproximativamente. Desde este punto vimos avanzar lentamente la lava empujada por vapor, llenando toda la entrada del arroyo, y formando como un muro en figura de trapecio casi simétrico, cuya base superior es de 100 metros, y su altura de 80. Este muro viene llenando enteramente el arroyo, y al avanzar se desprende de grandes

1 El Sr. D. Ignacio Cornejo cree que debe rectificarse este dato, porque siendo la declinación 10° E. no parece probable que la inclinación sea menor. Sabido es que á mayor latitud corresponde inclinación mayor, y estando el volcán más distante del Ecuador que la ciudad de México, mayor debe ser en aquel punto que en esta capital. La inclinación en México, por término medio de 1,431 observaciones que hizo en 1866 y 67, es de 44° 8' 29" [sexagesimales] muy diversa de la asignada en el presente trabajo. Se podrá decir que la acción volcánica ha influido mucho; pero admitiendo una perturbación, no es posible que ésta la haya hecho descender al número asignado.