Tomando el término medio de los diferentes niveles en los cuales se encuentra la nieve persistente en el lado N. de la montaña, se puede fijar este límite en los 4,350 metros sobre el nivel del mar.

El interés que despierta el examen de la gran montaña del Popocatepetl, abajo del límite de la nieve, es grande. Por el lado S., desde Atlixco, Tochimilco y otros muchos puntos, se ven extenderse los grandes contrafuertes y las profundas barrancas que al partir de la nieve se separan. Del lado de Ameca, y desde las vertientes hacia Puebla, se observa igual disposición. En el lado N., frente al rancho de Tlamacas, podemos estudiar la variedad del relieve, así como los accidentes que las lavas y las brechas nos ofrecen. Hemos dicho que por este lado y un poco abajo la roca desnuda se cubre de arenas volcánicas con un manto que aumenta de espesor á medida que se desciende, como si este material movedizo buscase una pendiente más moderada para extender su talud.

Lo tortuoso de las barrancas de más ó menos profundidad, formadas en ambos lados de rampas de arena, divide el terreno en una serie de montículos enlazados de mil maneras, en los que su material se dispone por orden de tamaño y densidad; la superficie lisa y tersa de los taludes se cambia en su base en aglomeraciones de piedras de tamaños más y más grandes.

La perspectiva de la barranca de Tlamacas (lámina 2) da una idea de estos montículos de arena.

Al N.E. de la montaña y al E. de la vereda que desde el rancho conduce á la cima del volcán, esta regularidad de los montículos de arena se pierde, y se obser-

POPOCATEPETL

Lam.II.

BARRANCA DE TLAMACAS.

LITO. DEL TIMBRE

van alargados, tortuosos y bizarros cordones de rocas duras, brechas compactas de color rojo y pardo rojizo, extendiéndose ya en cordones rectos, ya en grandes semicírculos escarpados en su borde y cubiertos de arena y brechas en su medio, que bajan hasta donde la pendiente se modera mucho, y suben hasta la orilla de la nieve para corresponderse en la cima y borde del cráter con crestones acantilados semejantes, haciendo perder la continuación el poder denudador y regularizador de la nieve.

No cabe duda, dada la frescura y rugosidad de estas rocas, fuera del carácter petrográfico que veremos después, que se trata de lavas de las más modernas erupciones de este grandioso volcán.

Caminando en este sentido del E. para el S. se ve de nuevo regularizarse el cono por el manto de cenizas, para ser á poco interrumpido por nuevas corrientes que forman agujas, picachos, etc., de gran belleza, que sobresalen del talud de las arenas.

En el cuadrante que se extiende desde el punto llamado "La Cruz" hasta el borde oriental de la profunda barranca que nace abajo del Pico del Fraile, se extiende una gran depresión semicircular, en la cual nacen multitud de pequeñas barrancas, y una de grandes dimensiones llamada de "Tlamacas," alimentada por los deshielos del incipiente ventisquero que se forma en la gran hondonada formada entre el cono propiamente dicho del Popocatepetl y el Pico del Fraile. Esta barranca sigue al principio una dirección de S. á N. sufriendo después una inflexión al N.E. para descender rumbo al E. hacia

el valle de Puebla. Las otras pequeñas barrancas de la misma vertiente se le unen en diferentes lugares.

El gran semicírculo á que nos referimos se completa por el alargado estribo que camina hacia el N., borde oriental de la profunda barranca del Fraile, y la prolongada cresta que remata en el cerro llamado de Tlamacas, al N. del rancho, á cuyo pie marcha otra pequeña barranca, afluente también de la que acabamos de hablar. La cresta del Tlamacas, al desprenderse como un ramal de la cresta principal que baja del Pico del Fraile, hace una gran inflexión, mientras que la cresta principal, siguiendo su dirección Norte, se liga á la Sierra Nevada, siendo ésta la única directa conexión del Popocatepetl con el resto de la sierra.

Situado el Pico del Fraile en la mitad del cono de nieve al N.O., se levanta de ese lado con su pendiente de nieve de cerca de 45° hasta su cima, cortándose bruscamente enfrente de la barranca en un colosal y profundo acantilado casi vertical.

Del exterior del Popocatepetl es sin disputa este picacho desgarrado la más imponente y hermosa vista de conjunto.

En este corte casi vertical, la nieve no ha podido ser acumulada más que en los pequeños escalones, relativamente poco inclinados, que dejan entre sí los grandes bancos de lava separados unos de otros por bancos de material no muy coherente, que la erosión desgasta más prontamente que la roca dura. En las partes salientes que resisten á esta acción se forman grandes columnas de hielo, verdaderas estalactitas de grandes dimensiones.

Este gran muro del Pico del Fraile, ligado por los dos bordes de la barranca, define un semicírculo entrante cuyo aspecto á la simple vista simula la parte conservada de un cráter, y aun así ha sido considerado por algunos geólogos viajeros que han visitado esta región;[1] pero un estudio detenido hace ver que esta opinión es errónea, por la estructura misma del gran muro. Más adelante diremos á nuestro modo de ver cómo puede explicarse esta forma sin recurrir á la idea de un cráter destruído, cuya semejanza es tan grande que á primera vista todos sufrimos el mismo error.

Tanto el borde oriental como el occidental son más ó menos rocallosos, escalonándose desde al partir del Pico bancos de rocas duras, separadas por pequeñas rampas de arena, que también se extienden algunas veces en los extremos de los bancos. Debemos hacer notar desde luego, que los bancos de roca dura que forman estos acantilados se hallan separados unos de otros por bancos de brechas que indican desde luego corrientes lávicas sucesivas.

El fondo de la barranca se halla subdividido por grandes macizos de brechas que se extienden hasta muy abajo de la barranca. Los dos bordes, al partir de su origen, base del Pico, se abren poco á poco. El borde oriental llamado el "Ventorrillo" es la línea que separa las vertientes de los dos valles.

Desde la cresta del Ventorrillo se observa hacia el O. parte del origen de la barranca llamada del Potrero, formada por el borde occidental de la del Fraile ó de

1 Felix y Lenk.—Beitræge zur Geologie und Palæontologie der Republik Mexico.—1890.

1020006367

Cuixtla y un estribo alargado del cono del Popocatepetl. El contorno semicircular del origen de la barranca, de pendiente suave y cubierta de arena, forma en su base un medio embudo que da la apariencia desde dicho lugar de otro resto de gran cráter (lám. 3).

Las profundas barrancas que nacen de la falda del cono de nieve del Popocatepetl, se forman de la misma manera que acabamos de bosquejar para las dos grandes barrancas del N.O., es decir, de contrafuertes del cono, un semicírculo en su medio, ora rocalloso y escarpado, ora de pendiente suave y arenosa; disposición regular y uniforme, enteramente de acuerdo con la forma general cónica de esta elevada montaña.

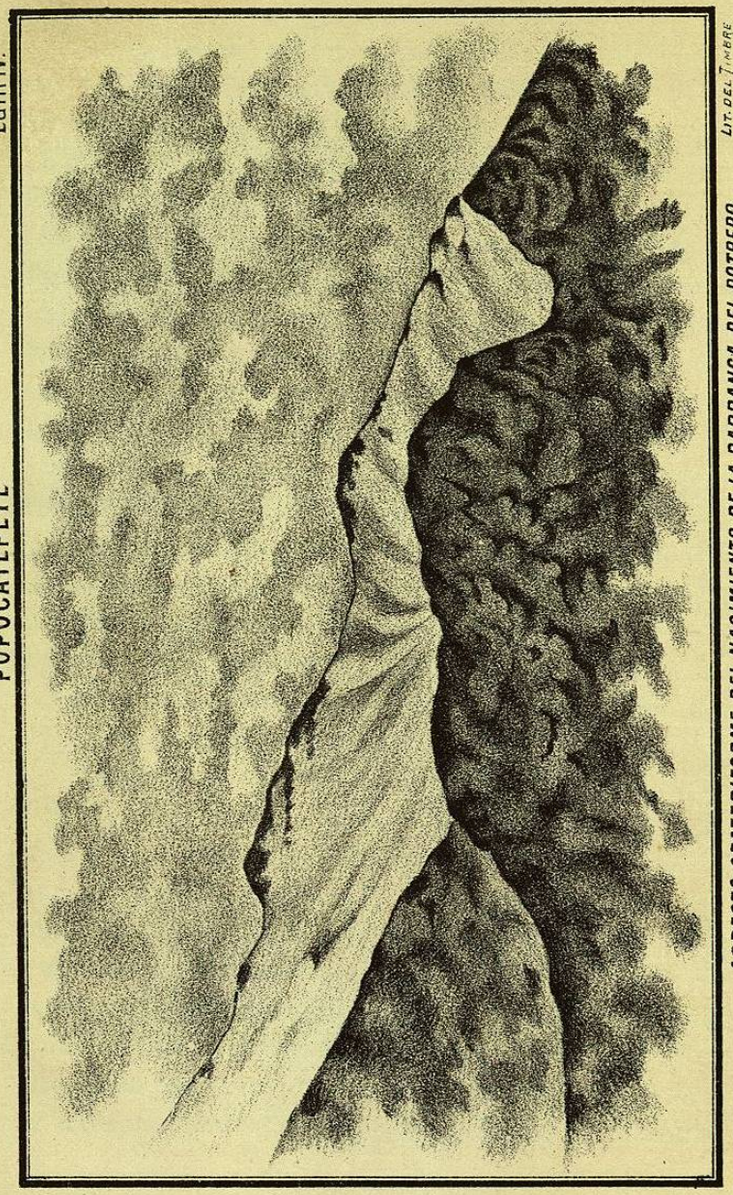
En otras grandes eminencias como en el Ixtaccihuatl, hemos observado una disposición semejante, aunque no tan regular: cada nacimiento de barranca es un semicírculo; en su base hay una planicie humedecida por aguas de deshielo que se denomina ciénega, y un salto acantilado donde propiamente nace la barranca.

Las dos barrancas del N.O., la de Cuixtla y del Potrero, se desvían poco á poco hacia el O. y S.O. y sus aguas descienden y salen al valle de Amilpas. Siendo El Ventorrillo ó borde oriental de la barranca de Cuixtla, la cresta de división de las aguas, resulta que el valle ó cuenca de México no recibe aguas que vengan directamente de la montaña propiamente dicha del Popocatepetl.

Nos resta hablar tan sólo de la configuración de la gran cavidad cratérica que ocupa la cima de esta montaña, que hemos podido estudiar con cierto detenimiento durante las 48 horas que permanecimos en el fondo

Lam IV.

POPOCATEPETL



ASPECTO CRATERIFORME DEL NACIMIENTO DE LA BARRANCA DEL POTRERO.
VISTO DESDE LA CRESTA DEL VENTORRILLO.

LIT. DEL TIBRE

de ella, y la excursión no menos interesante á la parte culminante del cono llamado el Pico Mayor.

La posición del cráter es excéntrica con relación al eje de la montaña, estando avanzado hacia el S.E., quedando el borde más grueso del labio á la vez que el más elevado, en dirección opuesta, es decir, hacia el N.O.

La cavidad que en su origen debió haber tenido la forma de un embudo ó cono invertido, más ó menos abierto y de sección circular, ha perdido á consecuencia de grandes derrumbes de las paredes en unas partes y de la obstrucción por brechas y destrozos acumulados en otras, la forma primitiva, y hoy se presenta como una cavidad de sección elíptica irregular, de paredes acantiladas, casi verticales, de fondo sinuoso, cuya parte más baja queda hacia el S.E. A consecuencia de los derrumbes de las paredes, el borde del cráter ha perdido su forma característica ó sea la de una cresta separando dos pendientes, la pendiente exterior general del cono y la interior formada por el material detrítico arrojado y caído después de nuevo en el interior del cráter. De esta pendiente solamente quedan pequeños restos pegados á las paredes del N.E. en el lugar llamado el Malacate ó Brecha Siliceo, que es el lugar más bajo de todo el borde. Al derrumbarse las paredes, el cráter se ha ido ensanchando gradualmente y el material al caer al fondo ha rellenado la parte estrecha del cráter primitivo, y después, continuando el fenómeno sin interrupción, una vez que el fondo hubo adquirido mayor extensión y menos pendiente, y que el desalojamiento lateral de las paredes fué bastante

sensible, los materiales de los derrumbes comenzaron á acumularse al pie de las paredes ya acantiladas, formando con su talud una corona de diferente altura é inclinación; es decir, que el cráter se compone en la actualidad de paredes acantiladas que corresponden á la mayor parte de su profundidad y de un talud de escombros en la base, de manera que la gran cavidad resulta ser un cilindro elíptico que se apoya sobre un trozo de cono invertido (véase plano).

La altura de los derrumbes sobre el fondo del cráter no es la misma en todo el derredor, pues que la importancia de éstos no ha sido siempre igual. Su inclinación ó talud es diferente también, debido á que los materiales no han sido de iguales dimensiones. Así, mientras que al pie de los acantilados del E., S. y O. alcanzan su mayor pendiente, teniendo sobre el fondo apenas unos 30 metros, en el N. y N.E. son mucho más altos y de menor pendiente, pues la parte saliente y angosta del cráter, como se ve en el plano, es indudablemente debida á grandes derrumbes de piedras de grandes dimensiones, que han formado una rampa de 32° hasta 40° de pendiente y de una altura sobre el fondo de 118 metros.

El fondo del cráter no es una superficie plana ni es tampoco bien definido, sino que se observa una superficie desigual, sumamente irregular, tal como corresponde á su origen, pues que proviene, como se ha dicho, del azolve del primitivo; así es que se encuentran montículos de destrozos, grandes blocks rocallosos diseminados, superficies curvas, y, por último, en la parte más baja y aproximada á la pared del S.E., donde

el montón de escombros es menor, se halla una pequeña laguna de dimensiones que varían durante las épocas del año, y cuyo fondo está formado de piedras y arenas, lo mismo que el resto de los derrumbres. La irregularidad y aspereza del fondo está encubierta por la nieve que cubre la rampa de escombros del N. y el fondo propiamente dicho, de tal manera que solo en uno que otro punto asoman los grandes peñascos desprendidos.

El eje mayor de la elipse de la boca del cráter está dirigido de N.E. á S.O., tiene una longitud aproximada de 612 metros, como resulta de una pequeña triangulación hecha con brújula en el fondo del cráter; el eje menor tan sólo mide 400 metros.

La profundidad del cráter tomada desde la orilla de la laguna hasta el Malacate, situado como se sabe en el paraje llamado Brecha Siliceo, á 30 metros aproximadamente abajo del borde más bajo del cráter, es de 205 metros, obtenida por observaciones hipsométricas hechas en los dos puntos mencianados. Por el mismo procedimiento hemos determinado la profundidad máxima, es decir, del Pico Mayor á la laguna del fondo, encontrando 505 metros, como se ve, muy diferente de las que han sido calculadas anteriormente.

El cráter no está definido por una arista uniforme, sino profundamente dentellada, sobre todo en las regiones del S. y E., recibiendo en los cuatro rumbos principales distintas denominaciones; así: al N.O., parte más elevada "Pico Mayor;" al S. y S.E. "El Portezuelo;" al E. "El Espinazo del Diablo," y por la parte más baja que comprende el N. y N.E. "El Labio infe-

rior." De esta forma dentellada, de la acción de los derrumbes y de la diversidad de modificaciones sufridas durante las últimas erupciones del volcán, resulta la diferencia de altura bastante sensible en los labios, pues que del Malacate, muy cerca de la cresta del Labio inferior, al Pico Mayor, hay una diferencia de 300 metros, cifra muy respetable.

II.

El Popocatepetl es uno de aquellos volcanes que por su posición, en la región media y central del país, por sus dimensiones y la larga serie de erupciones volcánicas que por él han tenido lugar, representa un papel preponderante en los acontecimientos geológicos de México de las últimas edades; pues á su aparición y prolongada vida ó actividad han precedido y seguido otros muchos fenómenos, no sólo en las regiones vecinas de su posición sino aun á largas distancias, de tal manera, que podremos tomarlo como punto de partida ó término de comparación para nuestras especulaciones relativas á la demarcación de la edad de un grupo extenso de rocas eruptivas. Podemos partir para esta determinación de dos caminos diferentes aunque no de igual valor: ya tomando sólo en cuenta la composición y estructura de las rocas, sabiendo la relacion media que existe entre éstas y su edad relativa; ya determinando la situación de los productos de sus erupciones con respecto á las otras formaciones, esencialmente las inferiores ó en las que se apoya.

El Popocatepetl es un cono formado por la sobreposición de una grande serie de corrientes de lavas coronadas por material detrítico, brechas, arenas, cenizas, etc. Corresponde al tipo de los volcanes denominados por algunos geólogos *volcanes estratificados*, en razón de la semejanza que las corrientes tienen con los estratos de las formaciones sedimentarias.

En esta serie de corrientes, que corresponden al período de mayor energía del volcán, se notan, en aquellas que son accesibles, las modificaciones en estructura y composición siguientes: las lavas de las corrientes más bajas que hemos podido estudiar al microscopio tienen una estructura diversa de las lavas de las corrientes superiores. Este contraste de estructura se percibe también á la simple vista cuando se comparan fragmentos pertenecientes á diferentes corrientes, y se ve entonces que las rocas de las corrientes inferiores tienen una estructura más granuda y un lustre menor que las rocas de más arriba, las cuales presentan el lustre resinoso más ó menos intenso, característico de muchas rocas eruptivas, que motivó que en épocas anteriores, cuando la Petrografía estaba todavía muy atrasada, se les diera el nombre de retinitas ó piedra pez, mientras que á las más granudas de las capas inferiores las designaban con los nombres de pórfidos traquíticos ó traquitas, según que la estructura porfiroide estaba ó no bien desarrollada. Otra circunstancia digna de notarse, y que está en perfecta consonancia con la diferente edad de estas rocas, es que el color rojo, que en ellas generalmente se debe á la mayor ó menor descomposición de los elementos ferromagnesianos de