

Este conjunto de cráteres en parte sobrepuestos y el mamelón que ocupa el centro de uno de ellos, es, pues, un lugar que representa lentitud en el desalojamiento del fenómeno volcánico, é indica en esa dirección también el sentido en que han tenido lugar las sucesivas erupciones á lo largo de la grieta ó línea de menor resistencia, definida por la dirección que marca la línea de unión de los centros de los cráteres.

En los flancos del O. exteriormente, este segundo medio cráter se cubre con abundancia de cenizas, lo mismo que en los flancos del S.; las rampas exteriores, vistas por este último lado, son perfectas y uniformes.

Un pequeño puerto se interpone en la base de este último, y vemos un nuevo cráter menos elevado y de menores dimensiones que el anterior, y el que le sigue al O. Está caracterizado por la notable regularidad en las pendientes exteriores del E. y S., cubiertas de finas cenizas negras. La parte O. y N.O. del borde, fuertemente deprimida, da el aspecto de un cráter inclinado, enfrente del cual, un montículo de lavas, escorias y cenizas, representa los productos arrojados, cuando una vez formado dicho cráter un nuevo impulso daría lugar á la abertura de una grieta que destruiría con los nuevos productos arrojados una gran parte de los bordes del O.

Entre los conos más perfectos del grupo de Santa Catarina se cuenta sin duda el que se designa con el nombre de Xaltepec, que sigue inmediatamente hacia el O. al pequeño cráter abierto, tanto por la altura, poco más ó menos igual del borde de su cráter, como por la regularidad exterior y la forma de éste, que es casi circular. Está formado en su mayor parte de escorias rojas ó negras, observándose claramente en la parte interior del cráter, pues que están cubiertas en la superficie exterior del cono por finas cenizas de color negro. Un fenómeno curioso es digno de notarse en este cono de Xaltepec, y es el que demuestra la acción de los vientos sobre las finas cenizas que lo cubren. Como la mitad del cono que mira hacia el N.E. está expuesta libremente á los vientos más frecuentes, las cenizas han sido arrastradas dejando á descubierto una parte de las escorias de color rojizo, á diferencia de la mitad del S.O., resguardada á esta acción por el cono inmediato, que está cubierto completamente de cenizas negras. Este notable contraste que á primera vista se nota, es acentuado cuando se observa á cierta distancia, pues el aspecto de la superficie ligeramente rugosa de la escoria que favorece un tanto una vegetación seca y de pequeña talla, es distinto del liso y completamente desnudo de la porción cubierta de cenizas. La palabra india mexicana Xaltepec con que ha sido designado este cono, expresa claramente la abundancia de cenizas, pues es voz compuesta de las palabras *Xalli*, arena, y *tepetl*, cerro.

La última elevación de la pequeña cadena por el O. es el pequeño cerro de escorias de San Nicolás, inmediato á la hacienda del mismo nombre. La altura de este cono es de 60 metros solamente, sobre la llanura. Su cráter mide de profundidad 30 metros próximamente, y su diámetro es de 180 metros.

La extensión que en la llanura, alrededor de estos volcanes, ha sido cubierta por los productos de las erupciones, es relativamente corta. Las arenas y cenizas han sido en parte sedimentadas por las aguas, las que han formado lechos de débil espesor, alternando algunas veces con capas de diferente color y dimensiones en el grano. Estos depósitos pueden verse claramente sobre el camino que pasa en el puerto al O. del cerro de Santiago, y que va del pueblo de Santa Cruz á los de Santa Catarina y Tlaltenco.

Las tobas calizas arcillosas que ocupan, como veremos, una parte del subsuelo de la planicie de la cuenca, se presentan en algunos lugares casi tocando las corrientes lávicas de Santiago y Santa Catarina, y es fácil ver una delgada capa superficial de toba caliza conteniendo gran cantidad de arenas y cenizas como una argamaza, completamente reciente, atendiendo á que casi en épocas históricas las aguas de los lagos alcanzaban sus orillas casi el pie de esta pequeña cadena.

Los productos más ligeros de las erupciones son llevados actualmente por los vientos á distancias un poco mayores, y así se ven en el llano entre Xaltepec, San Nicolás é Ixtapalapa, cubriendo á las tobas calizas y formando pequeños montículos; la dirección del viento puede reconocerse por finos surcos que se suceden, como las huellas que dejan sobre la arena los movimientos de las olas de las playas.

La muy débil pendiente que origina en la planicie la acumulación de arenas y cenizas de los cráteres que siguen al Santiago, se altera en uno que otro punto; el terreno ligeramente levantado deja ver pequeñas reventazones de rocas compactas rodeadas algunas veces por brechas de escoria ó tezontle, y cuyo conjunto demuestra la existencia de pequeños cráteres secundarios muy destruídos por el tiempo, pero en algunos se puede todavía reconocer el cráter. De este caso podremos citar el montículo de arenas que rodean á las curiosas peñas llamadas "Teotines" al S. y muy cerca del pueblo de Santa Cruz.

La disposición general de los cráteres de Santa Catarina da la idea de hallarse distribuídos sobre una línea de fractura ó una grieta que ha permitido la emisión de productos del interior, acompañada de todos aquellos fenómenos que caracterizan la erupción, ofreciendo en distintos lugares de esta línea la serie de fenómenos en diferentes grados de intensidad.

La acción volcánica se manifestaba de una manera sucesiva á lo largo de esta grieta, en dirección del O. hacia el E., como se observa palpablemente cuando se recorre la cadena en esa dirección, pues cerca del mamelón de Santiago vemos un cráter cuya mitad ha sido destruída con la aparición del cráter de lavas que al E. apareció, y que dió nacimiento á la corriente de Santiago, destruyendo á su vez parte de aquel cráter.

La sucesión de los fenómenos á lo largo de la línea y al partir desde su límite, suponiendo la acción de una manera local, comenzaría en el cerro de Ixtapalapa, continuaría en San Nicolás, Xaltepec, etc., aumentando de intensidad para arrojar lava en el inmediato cono abierto, disminuiría después y aumentaría de nuevo para dar lugar á una nueva emisión de lavas.

En los conos de San Nicolás, Xaltepec y su inmediato siguiente al E., dominó la emisión de fragmentos de lavas que llegaron á la superficie casi en completo estado de enfriamiento, fragmentos aglutinados en brechas, arenas y cenizas que se cubrían sucesivamente en los conos en vía de formación. Más al E., un mayor ensanchamiento había de permitir con la mayor intensidad, la formación de un cráter de lavas y la aparición de una corriente semifluida, el enorme mamelón de Santiago, y continuaría un completo paroxismo en el volcán de Santa Catarina, cuya emisión de lavas, no todas tal vez, tuvo lugar por la boca de su cráter, y donde la altura y extensión de esta grande chimenea indica desde luego el máximum de intensidad. Esta grande acción volcánica se contiene momentáneamente en las Calderas y el volcán del Pino, para continuar después en Tlalmanalco.

ANDESITAS AUGÍTICAS DE HIPERSTENA.

Pocas diferencias pueden establecerse petrográficamente entre las rocas de las corrientes del mamelón de Santiago y las que forman el cono de la base y corrientes secundarias del volcán de Santa Catarina. A la simple vista las lavas de este último son de color negro, generalmente ampollosas y sin elementos cristalinos discernibles, en tanto que las del Santiago, más compactas y de color negro, dejan ver cristales, fragmentos y agrupaciones cristalinās de color blanco sucio, amarillentas y parduscas, y es por consiguiente más acentuada la estructura porfiroide macroscópicamente.

Las láminas delgadas de rocas de distintas partes de la corriente de Santiago, desde sus extremidades hasta la cima del mamelón, no presentan diferencias apreciables de estructura ni composición, apenas sí, más ó menos abundancia de elementos cristalinos de primera consolidación. Un magma amor-

fo de color pardo constituye la pasta general, devitrificada en numerosas y muy pequeñas globulitas, transparentes en su medio á los mayores aumentos. Este magma cimenta ó rellena los intersticios que dejan entre sí un gran número de microlitas y granos de augita débilmente coloridas en que dominan sus alargamientos prismáticos; hay algunos cristalitas de hiperstena, cuya diferencia con la augita se establece por su extinción recta y policroismo, pues aparece casi exactamente con la misma coloración que la augita. Las microlitas feldespáticas que acompañan á las piroxenas cuyo conjunto define la segunda consolidación, son de oliglocasa y aun de labrador, y en dimensiones iguales ó un poco mayores á las de augita. El olivino se encuentra como mineral de más antigua generación, en granos arredondados y muy poco numerosos, algo alterados en la periferia y de colores intensos de polarización. La hiperstena se halla en grandes cristales corroídos y agrietados. El hierro magnético, en granos de variadas dimensiones, se encuentra diseminado en el magma. Las preparaciones manifiestan frecuentemente secciones nodulares ó segregaciones formadas de un conjunto finamente granular de pequeñas microlitas feldespáticas, fierro muy dividido y granitos de augita, hiperstena y olivino, y que se observan en la superficie de la roca, á la simple vista, con aspecto de nódulos de color amarillo sucio.

No se observa al microscopio el menor indicio de estructura fluidal en las rocas del mamelón ni en las de la corriente, circunstancia que unida á la pequeñez de las microlitas del magma, demuestran el rápido enfriamiento á que fueron sometidas estas lavas, viniendo en el estado viscoso ó poco fluido que ya hemos reconocido por la forma y extensión limitada de la corriente.

En algunos lugares más cerca de la base del mamelón y en éste, aunque conservando la roca el mismo aspecto exterior, el magma pardusco cesa de estar devitrificado en globulitas, á la vez que la hiperstena microlítica que hemos observado en la roca anterior, degenera en gran parte casi á formas cristalíticas por su pequeñez. Los granos de olivino son mucho más raros.

La roca en lajas delgadas que forma el medio cráter que circunda al mamelón, es de color gris y contiene diseminados también granos y partes granudas de color verde olivo y pardo, que á primera vista pueden confundirse con el olivino. Al microscopio el magma amorfo, mucho más abundante, se distingue del de las rocas anteriores en ser incoloro y perfectamente transparente, sembrado de partículas generalmente opacas y algunas finas y cortas agujas. Las microlitas de augita, que como las feldespáticas, están diseminadas, se destacan más claramente por su débil color amarillo y su relieve característico. Playas extensas y cristales de augita, de grandes dimensiones

relativamente, comparadas con el tamaño de los cristales dominantes, se asocian en lagunas más ó menos extensas, tendiendo á una estructura que difiere de la general. En lo demás esta roca á los nicols cruzados, tiene gran semejanza á la roca de la corriente que aparece del medio de este cráter.

La roca de las Peñas Teotines, por la abundancia del labrador, bajo la forma de microlitas alargadas en macles de la albita, el óxido de fierro finamente dividido en el magma y la mayor frecuencia del olivino, aunque siempre de carácter accesorio, nos hace referirla más bien á las labradoritas, siendo de notarse que las microlitas de pequeños ángulos de extinción se encuentran en formas incipientes y en escaso número.

Poco hay que decir de las rocas de las corrientes de Santa Catarina, pues que convienen en gran parte con la descripción correspondiente á las rocas de Santiago. ✕

SIERRA DE LAS CRUCES.

De las sierras que limitan la Cuenca de México, debe considerarse como más importante la de Las Cruces,⁺ con las porciones que han recibido diferentes denominaciones y que no constituyen más que su prolongación, como Sierra de Monte Alto, Sierra de Monte Bajo. La importancia de la Sierra no solamente lo es por su extensión longitudinal, sino aun por su anchura y la serie de altas montañas que forman, por decirlo así, el espinazo de la Sierra. La longitud puede estimarse desde el elevado Cerro del Ajusco, de 3,850 metros sobre el nivel del mar, hasta el grupo de montañas que se extienden en la región más septentrional del Estado de México y S. del Estado de Querétaro.

La dirección general á que obedecen las principales eminencias que forman la Sierra de las Cruces y su prolongación N., puede considerarse en dos partes: la primera, que comprende las cimas principales, parte del Ajusco hasta el Cerro de San Miguel bajo un ángulo de 45° próximamente, en tanto que del Cerro de San Miguel hacia las cumbres de Las Cruces, La Malinche y Monte Bajo, la orientación es de 10° N.O.

Puede decirse que la Sierra de Las Cruces se define por una sola cresta (sobre la que se escalonan las alturas principales, y que hacia uno y otro lado parten barrancas profundas, talwegs y depresiones del terreno, que dan cabida á arroyos de consideración, que alimentan por el E. los receptáculos ó lagos de la Cuenca de México, y por el O. al Valle de Toluca, formando las aguas superficiales y las subterráneas las fuentes y el lago pantanoso que da origen al Río de Lerma cerca de la población del mismo nombre.

Fuera de la cresta principal de la Sierra se encuentran también montañas elevadas, excéntricas, por decirlo así, y que modifican naturalmente la configuración general, como por ejemplo, del lado del E. los cerros de la Magdalena, el de San Bartolo, el Cerro de La Chiluca, etc., y por el O. los cerros de Salazar que dan lugar á una meseta elevada llamada los llanos de Salazar, casi en el vértice de la inflexión de la Sierra para pasar de la dirección de San Miguel al Ajusco á la de San Miguel á Monte Alto.

De las montañas más elevadas se desprenden naturalmente ó toman nacimiento las más profundas barrancas, como por ejemplo, de la cima de los cerros de La Campana, del Ajusco y vertientes meridionales de San Miguel, la barranca de la Magdalena, dando nacimiento á un arroyo importante cuyas aguas alimentan algunas fábricas establecidas á lo largo de dicha barranca. De las barrancas y cañadas del grupo de cerros de San Miguel en donde dobla justamente la Sierra, se forma una grande herradura en la que de los talwegs secundarios, aparece el grupo de manantiales que se designan con el nombre del Desierto y de Los Leones que surten á la Ciudad de México. De las montañas de Las Cruces en la falda S. nacen los manantiales del Agua Azul, y así sucesivamente hacia el N., como en Acopilco, Chimalpa, etc., toman nacimiento nuevas fuentes de caudal siempre menor.

Sobre una carta topográfica de esta región se podría ver con claridad que los arroyos de la región del S.O. hacen una curva para derramar sus aguas en dirección del E., en tanto que más al N. la dirección de los arroyos es en general de O. hacia el E., reuniéndose los unos á los otros para formar lechos de agua de mayor consideración, los que algunos solamente en la temporada de lluvias llevan agua á los lagos, debiéndose considerar como principales de los que caen dentro de la cuenca de México, el arroyo de Magdalena, que vierte sus aguas en el Lago de Xochimilco; los arroyos de San Borja y de los Morales, que vierten sus aguas en el Lago de Texcoco, formando el último la parte principal del río llamado del Consulado. Más al N., los ríos de Los Remedios y Tlalnepantla, que desembocan cerca de Guadalupe y que nacen en las montañas de Monte Alto. De la Sierra de Monte Bajo nacen los ríos de Cuautitlán y una parte del Río de Tepotzotlán, Río del Oro, etc., recibiendo los primeros una salida artificial de la Cuenca de México por el Gran Canal de Nochistongo.

Respecto á las diferencias que pueden establecerse en la configuración por caracteres que dependen en general de sus pendientes, se pueden dividir en dos partes, las que á su vez van de acuerdo con la naturaleza petrográfica de sus rocas. La primera, desde la base hasta media altura de las montañas, es

de pendiente suave, ondulada y subdividida en multitud de talwegs y barrancas pequeñas, profundamente desgarradas por erosión, y que hemos designado con el nombre de región de Las Lomas, que se extiende sin interrupción en toda la vertiente oriental de la Sierra, formada de material toboso en general, interrumpida algunas veces por pequeñas eminencias constituídas de rocas eruptivas macizas como el Cerro del Judío, Chapultepec, los cerros de Los Remedios, Moctezuma, El Tigre, El Cincoque, etc. La segunda parte, que la forma la parte superior de las montañas de la Sierra, de pendiente fuerte, algunas veces escarpada, con grandes acantilados en sus regiones más expuestas y que se caracteriza en la actualidad por ser aquella donde florece la vegetación alpina, diferenciándose de la región de Las Lomas, desnuda, con la escasa vegetación que ha podido desarrollarse después de la gran tala desde tiempo inmemorial. En la región superior ó escarpada, digamos así, es donde se extienden casi exclusivamente las rocas macizas.

De esta sierra occidental de la Cuenca de México se desprenden dos grupos de montañas de consideración, que tienden á hacer irregular el contorno de la Cuenca, separándola en dos partes principales que alimentan dos grupos de lagos y forman dos grandes senos por decirlo así: uno de los grupos se designa con el nombre de Sierra de Guadalupe, la que limita la vertiente por el N. de la alimentación que reciben de la Sierra de Las Cruces los lagos de Xochimilco y Texcoco. El otro grupo de montañas recibe el nombre de Tepotzotlán, con montañas más elevadas que el primero y definiendo la alimentación occidental de los lagos de San Cristóbal, Xaltocan y Zumpango, pues las vertientes del N. del grupo de Tepotzotlán quedan fuera de la Cuenca de México.

Dijimos ya que en la sierra del O. de la cuenca de México dominan exclusivamente dos tipos principales de rocas eruptivas: las traquitas y las andesitas, con todos los pasos y transiciones posibles de las unas á las otras, siendo las especies intermediarias las que se encuentran con mucha frecuencia, aunque no en grande extensión.

Juzgando que la parte más importante de la clasificación es la determinación precisa de los feldespatos de las rocas, hemos procurado hacer las medidas de su extinción en la luz polarizada, valiéndonos de las zonas más constantes y características, prefiriendo en todo caso el empleo de la zona perpendicular á g_1 y la zona pg_1 , así como el estudio de los cristales zonados, que son muy abundantes en estas rocas. Para las microlitas de segunda consolidación, es sumamente difícil cualquiera medida á causa de su pequeñez en general, ó bien á una confusa polarización de agregados microlíticos.

Hemos dicho también que las traquitas francas ó rocas que á la simple vista tienen un habitus claramente traquítico, ocupan en el terreno una posición que autoriza á suponerles como de mayor antigüedad en aquella sierra y serán las primeras que estudiaremos.

TRAQUITAS DE HORNBLENDA.

Las montañas de la sierra de las Cruces, formadas exclusivamente de estas rocas, ocupan una posición excéntrica al eje-medio de la sierra, interrumpiendo, por decirlo así, la configuración general, pues que el lento descenso hacia la planicie de la cuenca, se interrumpe por estos macizos de pendiente fuerte y de cimas casi arredondadas. De esta manera se presentan el cerro del Guajolote, el de Moctezuma y el de la Chiluca, los cerros de Chimalpa y el de Texcalac ó de Magdalena.

Las traquitas son de un uso frecuente en la ciudad de México como piedra de construcción y ornamentación, considerado como el mejor material por su dureza, relativa inalterabilidad y susceptible de un labrado fino. Se le conoce con el nombre de *Chiluca*. La estructura en masa es en gruesos bancos, algunas veces semicolumnares, pudiéndose separar blocks de grandes dimensiones. Las hay de dos colores: blanco-agrisadas y rosadas, prefiriéndose las primeras por su mayor dureza y homogeneidad.

El carácter traquítico se revela á primera vista por su coloración clara y rudeza al tacto, finamente vacuolar; en su masa granuda se destacan fácilmente grandes cristales feldespáticos hasta de 0^m008 de longitud, poco lustrosos y delicadamente estriados. Un mineral de color obscuro mancha la roca en puntos diseminados.

El magma de la roca del Guajolote se observa en el microscopio, á la luz polarizada, como un agregado holocristalino de microlitas confusamente orientadas y unidas, que su sección cuadrada y extinción recta acusan desde luego su referencia al sanidino, ya simples ó en pequeños macles de Carlsbad. Es notable el magma microlítico por su limpidez á la luz natural, en la que ofrece algunas secciones opacas de fierro oxidulado.

Entre los cristales de primera consolidación, los más abundantes son los de feldespato agrietados, y siempre rotos por acciones mecánicas. Abundan los macles múltiples regularmente escalonados y según la ley de la albita en sus zonas frecuentes, en las plagioclasas; pg_1 con ángulo máximo de 7° sobre g_1 , como tiene lugar para algunas andesinas. Las extinciones sobre p se hacen á 0°; á este macle acompaña frecuentemente el de la periclina. El sanidino es menos

abundante que la andesina y de carácter accesorio, en macles de Carlsbad, y tanto uno como otro feldespato ofrecen en muchas secciones un desarrollo zonar y aun algunas veces una zona de andesina alrededor de un cristal de sanidino. Granos arredondados de cuarzo se presentan de una manera accidental, lo mismo que laminillas de mica parda. La hornblenda es abundante en cristales muy alterados en la periferia, en óxidos ferruginosos y ofreciendo en el centro un fuerte dicroísmo como las hornblendas ferríferas.

Como se ve por la descripción, la composición de esta roca no corresponde á una traquita normal por la escasez del sanidino en la primera generación y la abundancia de las plagioclasas. Sin embargo, insistimos en darle ese nombre por la presencia casi exclusiva del sanidino bajo la forma microlítica.

En láminas delgadas de rocas de la misma procedencia, en el magma microlítico semejante al anterior, se encuentran esparcidas con profusión manchas ó secciones de forma circular más alumbradas á la luz polarizada que el resto del magma. Observadas estas manchas con fuertes aumentos se presentan con delicada y apenas perceptible estructura radiante, adquiriendo la apariencia de rosetas por la irregularidad de sus contornos.

Parece que estas secciones corresponden á una estructura de agregación esferolítica, como tiene algunas veces lugar para microlitas feldespáticas, pues en algunos casos es posible observar ligeras bandas oscuras como macles de microlitas con extinción correspondiente á su alargamiento.

Esta roca, que en todo lo demás conviene á la descripción anterior, presenta accidentalmente cristales de hiperstena y raras veces de augita diseminada en el magma, pero abundante en nidos ó en segregaciones que se perciben aun á la simple vista bajo la forma de manchitas granudas verdes.

Las traquitas de los cerros de Magdalena y de Chimalpa, sin cambiar de aspecto de las anteriores, son un poco más oscuras y resaltan más los cristales feldespáticos á la simple vista. Su magma es un poco más vítreo y las microlitas son más fácilmente reconocibles y exclusivamente de sanidino. Se ven algunos cristalitos de segunda consolidación de hiperstena. Los cristales de primera generación son de sanidino en macles de Carlsbad, cristales en bandas hemitrópicas según la ley de la albita de labrador, no muy abundantes, secciones prismáticas de hornblenda muy alteradas y reabsorbidas, y muy raras veces se encuentran secciones de piroxena monoclinica.

Tanto en los cerros del Guajolote y Texcalac como en el cerro Gordo, á un lado del camino que va al pueblo de Chimalpa, acompañan siempre á las traquitas blanco-agrisadas; las que tienen un color rosado proveniente por una

alteración muy avanzada de la hornblenda en óxidos rojos de fierro, observándose los cristales de este mineral como formados de agujas, las que se hallan generalmente diseminadas en el magma con los mismos caracteres que las que agrupadas forman los cristales de anfíbola. Es de notarse que en la mayoría de las preparaciones de las traquitas rosadas, no se descubren cristales de piroxena; que si la alteración parece no obedecer solamente á acciones atmosféricas y que también la variación de color coincide con la existencia de mayor número de plagioclasas bajo la forma de microlitas.

Entre los kilómetros 41, 43, y en el 34 del Ferrocarril Nacional que atraviesa la sierra de las Cruces para pasar de la cuenca de México al vallé de Toluca, así como en el Cerro Gordo, hemos encontrado unas traquitas de color gris obscuro con abundante magma vítreo fácilmente alterables al aire, transformándose en una masa arcillosa blanca en la que quedan aislados los cristales feldespáticos de color amarillo claro y cristales negros de hornblenda hasta de 0^m015 de longitud. Los feldespatos alcanzan hasta 0^m01. Aun á la simple vista se puede distinguir el carácter vítreo de su magma que al microscopio aparece ligeramente colorido. Las microlitas son de pequeñas dimensiones de sanidino y á veces acusan estructura fluidal. Estas rocas se hallan en parte penetradas de silisa bajo la forma de ópalo, calcedonia y tridimya, tapizando y llenando pequeñas cavidades. De sus grandes cristales, la mayoría son de sanidino en macles simples de Carlsbad; también se encuentran algunos pequeños de labrador, la hornblenda de fuerte dicroismo del amarillo intenso al pardo obscuro con reborde opaco de avanzada alteración. Las piroxenas se encuentran accidentalmente.

TRAQUIANDESITAS.

Traquiandesitas de hornblenda y piroxena.—La existencia en un magma vítreo de microlitas de sanidino y plagioclasa, da lugar á constituir un grupo de traquiandesitas que se asocian algunas veces á las traquitas que acabamos de describir, pero que en su aspecto macroscópico se distinguen fácilmente de dichas traquitas. Son de color más obscuro, ya grises puramente, rojas, ó grises manchadas de rojo, según su estado de alteración. Contienen un magna amorfo que presenta cierta polarización confusa que hace difícil la determinación precisa de las microlitas.

Sin embargo; es posible reconocer las microlitas simples de sanidino en la zona de aplastamiento común y las microlitas alargadas simples ó macleadas según la ley de la albita y en la que pg_1 da extinción según su longitud ó bajo ángulos que no exceden de 5°.

En la roca de esta especie del Cerro Gordo cerca de Chimalpa, muy cerca de las traquitas, el magma se halla penetrado de silisa llenando cavidades bajo la forma de calcedonia en globulitos de cruz negra y también atravesando la roca en venitas.

Los feldespatos de primera consolidación están muy hendidos y rotos, reconociéndose como más abundante una andesina ácida en macles de la albíta y en cristales zonados. El sanidino en cristales más pequeños en secciones del macle de Carlsbad.

La hornblenda se halla completamente alterada en óxido de fierro en granos aglomerados definiendo la forma del cristal. También se presenta la augita y la hiperstena, en cristales más pequeños que los de hornblenda con un reborde de alteración, opaco.

Una roca asociada á la anterior presenta los caracteres de una brecha por el estado fragmentario de los feldespatos y que á expensas de éstos una parte del magma se hubiere formado. La hornblenda y piroxenas sin dejar de sufrir el hendimiento y alteración se hallan menos fragmentadas.

Las traquiandesitas de color rojizo de las mismas localidades, no se diferencian de las grises, más que en la existencia de agujas de color rojo naranjado diseminadas en el magma y que presentan los caracteres de la hornblenda, aun por la semejanza con los grandes cristales de este mineral, cuya separación ó desagregación en agujas se observa algunas veces con mucha claridad. La augita es abundante en cristales límpidos aglomerados en algunas cavidades definiendo sus secciones prismáticas, muy claros los crueros.

• *Traquiandesitas de hornblenda.*—Al lado de las traquitas de abundante magma vítreo de los kilómetros 41, 43 y 34 se presentan también traquiandesitas difícilmente separables á la simple vista de las traquitas propiamente dichas ya descritas y que les son semejantes por su pasta muy vítrea en la que nadan microlitas filiformes de oligoclasa y secciones muy pequeñas cuadradas de sanidino. Raras veces presentan uno que otro cristal de piroxena.

TOBAS TRAQUÍTICAS.

Las traquitas y las andesitas han sido acompañadas en sus erupciones de tobas y productos de trituración en enormes cantidades que vemos extenderse en gruesos bancos al pie de las montañas formadas por esas rocas, modificando la pendiente que en un principio han adquirido las rocas macizas, haciendo elevar muy lentamente el terreno. Estas tobas han contribuído en

gran manera, por los transportes del agua, á llenar con un grande espesor de sedimentos, la primitiva y profunda cuenca que hoy llamamos mexicana.

No cabe duda que estas tobas han venido á clausurar cada serie de erupciones, ó á demarcar el fin de cada paroxismo, á juzgar por la posición que dichas tobas conservan en el terreno; en contacto directo con las rocas macizas y en gruesos é imperfectos estratos con pendiente igual á la que ofrece el terreno en su superficie ó poco menos, pero en todo caso coincidiendo en dirección con la de las rocas duras. La naturaleza del material constituyente de las tobas en general pomoso, hace presumir la alta temperatura de las rocas en el momento de su aparición al exterior, donde sufren calcinación bajo la influencia del aire; y su carácter detrítico una violenta proyección como una pulverización por un canal obstruído y resistente. Se puede reconocer también la influencia del agua posteriormente que haya permitido la aglutinación, y dar lugar juntamente con fenómenos en los cuales sólo es manifiesto el calor, ese carácter en parte sedimentario que fácilmente se nota; y aun medir en muchos casos la parte que uno y otro agente han tomado en la formación definitiva de esas grandes extensiones de tobas.

Tobas traquíticas.—Las tobas de las traquitas son grises, las de las andesitas son amarillas; en las primeras domina todavía una grande semejanza con la roca dura; en las siguientes todos los fragmentos componentes han sido completamente transformados en pómez.

La disposición que se observa en el terreno y el orden de sobreposición de las tobas, nos da una idea exacta de su relativa época de aparición y naturalmente también la de las rocas á que están subordinadas. Así; en la barranca inmediata al acueducto de los Remedios por el lado S. y que se prolonga hasta las faldas del cerro de la Malinche y las montañas inmediatas á Chimalpa, se nota claramente la disposición que sigue: En el fondo de la barranca y las laderas que la limitan hasta una cierta altura, se ven pequeños acantilados formados de grandes blocks semicolumnares de las tobas traquíticas y colosales paredones en las canteras en explotación. Más arriba se ocultan estas tobas en parte por las tobas amarillas de grano fino, producto de los deslaves de las tobas, ó más bien brechas pomosas que ya en la cima de estas lomas se hallan en una gran parte descubiertas naturalmente ó en las canteras abiertas para la explotación. Recorriendo el terreno en dirección al cerro próximo del Guajolote, se verá de nuevo aparecer la toba amarilla de grano fino primero; después la toba gris, para que ya en la cima de dicho cerro se descubra enteramente la traquita blanco-grisada.

Las tobas traquíticas han sido, pues, cubiertas por la poderosa formación

de las tobas amarillas pomosas de las andesitas y solamente se descubren aquéllas, en lugares donde por elevación primitiva del suelo, el espesor de las tobas andesíticas no fué grande, y que la configuración actual ha favorecido una enérgica denudación. Es natural pues, que sólo en la proximidad de las montañas de traquita puedan ser dichas tobas descubiertas y en los bordes y fondo de las barrancas inmediatas.

Siguiendo la estratificación y determinando la altura máxima que alcanzan sobre el fondo de las barrancas, se puede obtener un espesor de más de 70 metros siendo fácil encontrar acantilados ó blocks prismáticos de bancos sobrepuestos hasta de 40 metros de altura.

La estructura en masa de las tobas es en bancos ligeramente inclinados hacia la planicie de la cuenca de 0^m60 á 0^m70 de espesor. Las líneas que definen los planos de separación son poco visibles en muchos casos. Además de esta separación en imperfectos estratos inclinados, la roca se divide según grietas verticales irregulares definiendo por consiguiente gruesos blocks prismáticos bien característicos en los grandes acantilados. Generalmente en las superficies de juntura de estos prismas se observa una delgada costra de arcilla ó marga blanca producto de un relleno ó depósito por las aguas de infiltración.

(La grande homogeneidad en las capas de estas tobas, la fineza de su grano y su compacidad, les hace aplicables con grande éxito como material de construcción; siendo de un uso frecuente en la ciudad de México, donde es conocida con el nombre de "Cantera." Su estructura permite la obtención de grandes blocks y hace su separación fácil por medio de cuñas de madera. Es lástima que no se empleen los procedimientos mecánicos perfeccionados para la apertura y explotación de las canteras, que haría obtener el material más económico y barato. El mayor número de canteras en explotación se encuentra en la barranca llamada de San Lorenzo.

En la superficie de las tobas traquíticas debajo de la delgada capa de tierra vegetal que las cubre en la falda de las lomas y en los lugares en donde no las cubren las tobas amarillas, se asienta una capa más ó menos gruesa de una especie de conglomerado ó más propiamente de aluvión, formado de una pasta de grano fino de la misma naturaleza que las tobas, y guijarros rodados de variadas dimensiones ya de las traquitas semejantes á las del cerro del Guajolote á las que cubren, ó bien de las andesitas de la región occidental.

Este aluvión llega á adquirir un espesor considerable y viene á encerrar la pasta mucha arcilla, en el límite de esta formación donde ya el terreno se

eleva rápidamente como se observa cerca de la presa de las Julianas en la prolongación de la barranca de San Lorenzo.

La desagregación de las tobas y deslaves por las aguas atmosféricas durante un largo período diluvial, han dado lugar á la formación de una toba arcillosa deleznable, donde se ha perdido todo carácter ígneo, y ese aspecto brechiforme microscópico ó en grande que ofrecen las tobas en general.

Estos depósitos se extienden con frecuencia inmediatamente sobre las tobas ígneas y en gran espesor, como las que se extienden en las márgenes de un pequeño arroyo al O. del cerro del Guajolote, ó bien alternan con bancos de aluvi6n y tobas amarillas como en una barranca inmediata al pueblo de El Contadero.

(En la barranca del Sotelo hemos encontrado la toba detrítica conteniendo impresiones de plantas actuales.

Las tobas traquíticas son de tacto áspero y granudas, á la simple vista se pueden reconocer diseminados en la masa cristallitos feldespáticos y puntos oscuros de un mineral ferromagnésico. En grande superficie se notan manchas arredondadas ó angulosas de muy variadas dimensiones, de color más claro que la masa y de aspecto análogo á la pómez, así como fragmentos de una roca porosa negra y vítrea. La cantidad de estos fragmentos convenientemente elegida para no ser tal la abundancia que haga la roca frágil ó quebradiza, la hacen de vista agradable en los grandes blocks ya labrados.

Se comprende fácilmente que la consistencia y la cantidad de los fragmentos pomosos y de la roca negra (gabarro), varían dentro de ciertos límites en distintas zonas ó en distintos bancos en el sentido vertical. Se observa frecuentemente en las canteras en explotación, los bancos superiores de poca consistencia, algunas veces casi deleznales por la presencia del gabarro, aumenta la compacidad y homogeneidad en el grano en los bancos intermedios para adquirir ya en la zona inferior un carácter de menor resistencia y heterogeneidad casi como la zona superior.

La roca sometida al examen microscópico una vez reducida á lámina delgada, deja ver bajo la forma fragmentaria los mismos elementos minerales que constituyen las traquitas hornbléndicas del Guajolote.

Los fragmentos de cristales se hallan diseminados en una pasta arcillosa finamente granuda visible en los nicols cruzados como finísimos puntos alumbrados. Aisladas ó en lagunas se observan partes enteramente microlíticas en medio de las cuales los cristales feldespáticos aparecen aún bajo la forma fragmentaria. Por último en algunas preparaciones hemos visto los fragmentos cristalinos embutidos en un magma vítreo de aspecto semejante

al de la pómez. En esta pasta pomosa parece haber tenido lugar un principio de devitrificación á juzgar por finos regueros de puntos oscuros y gran cantidad de globulitas. (Se descubren también muy finas triquitas cuya distribución así como las bandas fibrosas de la pómez definen la dirección de escurrimiento modificada algunas veces al frente de los cristales ferromagnesianos.

En aquellas tobas de pasta exclusivamente arcillosa como son las de las capas superficiales, el carácter exclusivamente detrítico ó la acción del agua predomina, y los cristales han sido reducidos á fragmentos únicamente por acciones mecánicas.

Los cristales feldespáticos en fragmentos son de andesina y labrador con sus macles característicos de la albita y de Carlsbad en sus zonas más frecuentes *pg*₁. La mayor parte de las secciones presentan rupturas transversales al alargamiento. Observamos igualmente playas irregulares sin bandas hemitrópicas probablemente de sanidino.

Es de llamar la atención que en la pasta microlítica de las tobas no se encuentran los glóbulos esferolíticos de feldespato que en algunas traquitas hemos observado; es posible que hayan sufrido dichos glóbulos una simple desagregación. En este mismo magma microlítico de las tobas, los fragmentos de la hornblenda tienen el mismo estado de alteración que en las traquitas y traquiandesitas; es decir, transformados en óxidos ferruginosos en puntos agrupados, conservando la forma del cristal. En el seno de los nódulos de pómez es notable la frescura de la hornblenda y el hallarse muchos de los cristales casi completos como si hubiesen resistido á las acciones de corrosión. El color de la hornblenda á la luz natural es el verde amarillento con dicroismo bien marcado y las secciones tanto del prisma como basales ofrecen claramente los cruceros.

La hiperstena se presenta constantemente en las preparaciones aunque en cantidad muy variable y sin ofrecer casi ninguna alteración como teniendo mayor resistencia á la acción del movimiento y corrosión química; contrasta la conservación de estos minerales ferromagnesianos con el estado de subdivisión fragmentaria de los feldespatos sin que estos hayan sufrido tampoco descomposición química sensible.

De una manera accidental se encuentran grános arredondados de cuarzo en la pasta de las tobas traquíticas.

Por esta descripción se ve que coinciden las acciones del calor y el agua; el primero dando lugar á fenómenos de corrosión en los elementos de primera consolidación en los fragmentos de la roca, y la acción de la segunda em-

pastando estos fragmentos con material cineriforme y arcilloso no habiendo una separación muy clara entre las partes del material detrítico y los fragmentos pomosos de la roca, los que algunas veces se presentan con el carácter de verdaderos enclaves.

ANDESITAS.

Las montañas principales y elevadas que forman la cresta de la sierra de Las Cruces y sus prolongaciones al N., están formadas en su mayor parte de andesitas de diferente aspecto y coloración, más ó menos compactas, de estructura microlítica y en estados muy diversos de alteración. En dos grupos fundamentales pueden dividirse estas andesitas: aquellas en cuyo magma existe piroxena ó andesitas augíticas, y andesitas que no contienen este mineral bajo la forma microlítica, siendo difícil distinguir por caracteres macroscópicos unas de otras. Pero la presencia de la augita en el magma microlítico es tan variable para rocas de lugares muy vecinos, que más bien debiera tomarse como un mineral accesorio para andesitas de hornblenda con piroxenas de primera consolidación, y no llevar el nombre de *augíticas*, como sucede por ejemplo en las andesitas de Chapultepec, en donde las rocas de color rosado no llevan gran cantidad de microlitas piroxénicas, á diferencia de las grises en que son más ó menos abundantes. Hemos conservado sin embargo la división de andesitas augíticas.

Andesitas augíticas de hornblenda y piroxena.—Son de color gris obscuro, compactas; en su superficie se descubren á la simple vista grandes cristales feldespáticos y granos pequeños de piroxena, dando á la roca un aspecto porfiróide. Buenos tipos de estas andesitas encontramos en el elevado cerro de la Malinche al O. de Chimalpa, en los cerros de San Luis Ayuca, en las montañas al N. de Huixquilucan, en algunos cerros inmediatos á Salazar y en la roca gris de la colina de Chapultepec, la que fué clasificada por los Sres. Felix y Lenk¹ como andesita de hornblenda al lado de las andesitas de los cerros de Tlapacoya, Tejolote, y de la montaña del Ixtatehuatl, en atención á la gran cantidad de hornblenda que contiene en cristales de primera consolidación.

Las rocas de los lugares mencionados en láminas delgadas al microscopio, ofrecen un magma amorfo incoloro en el que se hallan esparcidos cristales microlíticos de piroxena monoclinica alargada según el prisma, con quebraduras transversales á su longitud y con pequeñas inclusiones de fierro oxidulado; las secciones están ligeramente coloridas en amarillo ó amarillo-

1 Beitrage zur Geologie und Palaeontologie der Republik Mexico. 1891.

verdoso. El magma amorfo es escaso en la andesita de Chapultepec, y más abundante en la andesita de la Malinche. Las microlitas feldespáticas son en general de pequeña dimensión, alargadas y de extinción según su longitud, de oligoclasa, algunas macleadas según la ley de la albita. La roca de Chapultepec presenta accidentalmente granos arredondados de cuarzo, y la andesita del kilómetro 43 tiene cavidades tapizadas de ópalo y algunas laminitas de tridymita. La hornblenda muy abundante en la roca de Chapultepec es más escasa en la roca de Dos Ríos, y es de color pardo á la luz natural y rodeados los cristales de una zona oscura de alteración. El centro es en general de muy fuerte dicroismo. Las secciones de la base presentan cruces muy marcados, están en parte dislocadas y con porciones reabsorbidas; lo mismo sucede en algunas secciones prismáticas. Las piroxenas de primera consolidación son muy variables en cantidad, dominando en muchos casos la augita sobre la hiperstena en cristales pequeños y menos alterada que la hornblenda. Entre los feldespatos de primera consolidación domina en general una andesina de ángulo de extinción, máximo de 12° en g_1 de la zona pg_1 , el labrador y el sanidino. En la roca de la Malinche se hace difícil en muchas preparaciones la determinación del feldespato por hallarse los cristales rotos y dislocados por acciones mecánicas.

El fierro oxidulado en granos y secciones pequeñas, cuadradas, es á veces abundante y la apatita se encuentra con frecuencia en estas andesitas.

Esta especie de roca y las siguientes son las más abundantes en la sierra, habiendo sido designada en nuestra primera carta petrográfica del O. de la cuenca, como andesitas de hiperstena y hornblenda, dando á la piroxena rómbica un papel característico.

Andesitas de hornblenda.—Con caracteres muy semejantes á las anteriores, se presentan las andesitas de hornblenda en la sierra del O. é íntimamente ligadas entre sí. Frecuentemente son de color rojo, debido á la abundancia de la hornblenda profundamente alterada en cristales ya opacos por la descomposición, y en agujas microlíticas igualmente opacas, profusamente diseminadas en el magma. Por esta descomposición se vuelven estas rocas medianamente terrosas ó esponjosas, lo que hace difícil su preparación. Algunas de ellas quizá podrán tener piroxena microlítica que la alteración no permite descubrir; pero en las que se puede sospechar, son raras. Por otra parte, unas son enteramente desprovistas de piroxena de primera consolidación, como en aquellas andesitas que forman acantilados ó que ocupan la cima del cerro de San Miguel, el cerro del Caballete y la montaña del Ajusco; en otras es más ó menos abundante, como en las rocas del cerro del Pedregal, cerca de la ha-

cienda del mismo nombre, en un cerro rodeado de tobas pomosas. En el mismo caso se hallan las rocas que se descubren debajo de las tobas en la cuesta de Barrientos, en donde se une Monte Bajo á la sierra de Guadalupe. Ya en estas andesitas de hornblenda, es más frecuente el labrador que la andesina en los cristales de primera consolidación, y las microlitas de oligoclasa se diseminan en un magma más vítreo, son alargadas, filiformes y de extinción en general próxima á su longitud. En algunas preparaciones de la roca del Pedregal, la hornblenda no es opaca; en sus secciones prismáticas deja ver claramente sus cruceros y da un ángulo de extinción máximo de 10° , con dicroísmo muy fuerte del amarillo al pardo oscuro. La hiperstena ofrece su policroísmo característico.

OBSIDIANAS.

Obsidiana traquítica.—Rocas de magma casi enteramente amorfo se encuentran raras veces en la sierra del O., debiendo mencionar una obsidiana traquítica sobre el camino al pueblo de Chimalpa. En su magma vítreo se encuentran solamente algunos fragmentos de cristales de sanidino y hornblenda.

Obsidiana perlítica.—Al S.E. del cerro llamado propiamente de las Cruces, y al N.O. del elevado cerro de San Miguel, ya en las vertientes del Valle de Toluca, se presenta esta roca formando una pequeña eminencia del cerro de "La Puerta del Pedregal." Su extensión es relativamente corta, pues constituye solamente un pequeño reventón rodeado por las andesitas de hornblenda de la serranía.

El color dominante de esta roca es el blanco agrisado; á primera vista se confunde con las traquitas (chiluca) de los Remedios, pero el examen microscópico permite observar separaciones globulares semejantes á la estructura de las perlitas.

Esto no impide considerarla en lo general como de estructura porfiroide por el gran desarrollo de cristales feldespáticos blancos asociados á más pequeños cristales de un mineral ferromagnésiano cuyos contornos son casi siempre definidos á la simple vista.

Curvas perlíticas con más ó menos tendencia á la forma circular, se tocan las unas á las otras en distintos puntos. Otras veces una misma curva sinuosa limita varios glóbulos de tal manera que las partes entrantes sirven para formar la parte saliente de otras, y de este modo se realiza la total separación perlítica.

La delgada penumbra que en la luz natural se reconoce en estas líneas

(de separación, es por lo general simple; raras veces se bifurcan ó corren dos penumbras paralelas y muy próximas en muy pequeña extensión.

La devitrificación del magma ha tenido lugar bajo la forma de longulitas aglomeradas ó esparcidas de muy diferente manera en el interior de los glóbulos perlíticos. Algunas triquitas de formas muy simples se presentan igualmente. Los movimientos fluidales son reconocidos por regueros finos y sinuosos y pasan sin sufrir interrupción por las líneas de separación perlítica, lo que demuestra la posterioridad de la división á la completa consolidación del magma.

Entre los minerales de primera consolidación aparece en primer lugar un feldespato que en la zona de simetría da un ángulo de extinción de 10° , que probablemente corresponde á una andesina ácida; hay también algunas secciones de labrador con pequeñas inclusiones vítreas.

Muchos cristales presentan grietas irregulares, de las cuales algunas aparecen como la continuación de las divisiones perlíticas, como si estos feldespatos hubiesen cedido al esfuerzo en el momento de la división perlítica.

La hornblenda parda de primera consolidación se presenta sin el menor indicio de alteración y con su policroismo marcado, en el que domina el amarillo pardusco y verde.

En algunos lugares de la sierra de que nos ocupamos se conservan todavía las huellas de los lugares que en otro tiempo fueron el sitio por donde tenían lugar las erupciones de las rocas andesíticas, así como también en las faldas de algunas montañas se ven productos cineríticos que debieron acompañar á dichas erupciones. Por ejemplo, en las faldas de los cerros de San Miguel, las andesitas duras se ocultan en algunos lugares por capas de tobas grises y capitas de cenizas oscuras que parecen provenir de estas rocas, aunque algunas veces cubriendo á estas capas vienen otras de cenizas que parecen provenir exclusivamente de proyecciones de los volcanes basálticos que en las faldas orientales del Ajusco se extienden.

La cima del cerro de Las Cruces está formada en gran parte por una brecha andesítica de color verde claro, que no parece ser sino producida en la vecindad de un volcán, aunque en ese mismo lugar no se conservan ahora huellas de haber existido en otro tiempo un cráter.

En el cerro llamado del Tigre, al O. del pueblo de Atizapán, se puede observar una cintura de un conglomerado volcánico formado de fragmentos de la andesita augítica de hornblenda que corona la montaña, ligados dichos

fragmentos por un cemento de tezontle ó lapilli, como productos aglutinados cuando conservaban todavía el calor de la lava, y que hemos visto se producen frecuentemente en los cráteres de algunos volcanes; y que si aquí no se conserva actualmente ningún cráter, es porque sobre la cintura de ese conglomerado volcánico, que sería primitivamente un cráter, apareció posteriormente un cúmulo de lava imperfectamente fluída que obstruyó por completo dicho cráter.

BRECHAS DE PÓMEZ Y TOBAS POMOSAS.

Los productos cineriformes que han acompañado á las erupciones de las andesitas de la sierra de Las Cruces, Monte Alto y Monte Bajo, han sido esencialmente de pómez en fragmentos de dimensiones que en general no exceden de 3 á 4 centímetros, aglutinados y soldados los unos á los otros, formando lo que propiamente debe llamarse una brecha.

La extensión ocupada por esta roca comprende una faja de terreno igual á la longitud de toda la sierra y sus de pendientes, formando poderosas capas poco inclinadas, que partiendo desde media altura de la sierra van á perderse, ocultas debajo de los sedimentos diluviales de la planicie, á una distancia variable que no puede determinarse fácilmente por el espesor creciente de los sedimentos sobrepuestos y por la reducción paulatina en la potencia y número de las capas.

Las brechas pomosas ocultas en una gran parte de su extensión por capas de tobas pomosas de grano fino producidas por la desagregación y transporte acuoso de aquéllas, ocupan una grande faja semicircular en la región S.O. de la cuenca, desde el límite de la gran corriente basáltica del volcán Xitli, llamado el Pedregal, lava que descansa sobre dichas tobas y brechas, hasta el pie del cerro del Chiquihuite de la sierra de Guadalupe, al N. de la ciudad de México.

Como dijimos, á medida que disminuye el espesor y potencia de las brechas, de la montaña á la planicie, el espesor de las tobas detríticas aumenta viniendo éstas á mezclarse lentamente con los lodos y lamas del antiguo lago que cubría la cuenca. Así es que tales depósitos de tobas primero se cambian en el interior de la planicie, en tobas arcillosas; después en depósitos formados exclusivamente de arcilla (barro) allí donde el transporte era ya lento y de material finamente dividido.

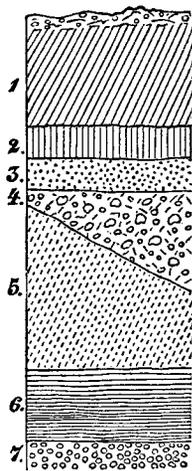
El carácter de la configuración de la sierra, depende esencialmente de la naturaleza de las rocas que la forman: la parte alta de pendientes fuertes algo escarpada y de perfiles enérgicos, la forman las rocas duras; la parte

baja muy extensa y de pendiente muy suave la forman las brechas y las tobas que como material de fácil desagregación hace tortuosas las barrancas, y las laderas y crestas de las lomas enteramente arredondadas.

Esta enorme cantidad de pómez en fragmentos debió cubrir en otro tiempo una gran parte de las montañas en las que ahora se presentan á descubierto las rocas macizas, pues aguas torrenciales obrando sobre este material de naturaleza propia á desagregarse fácilmente, han contribuído eficazmente á descender su nivel formando los enormes bancos de tobas detríticas y aluvión de gruesos guijarros que se sobreponen á las brechas como puede verse fácilmente en muchos lugares de las lomas. En esta grande serie de capas de tobas de grano fino, de aluvión y arcillas alternando las unas á las otras, se pueden seguir fácilmente los períodos sucesivos de transporte torrencial, separados por depósitos lentos de gran espesor que indican grandes espacios de tiempo entre una y otra cruda.

Pero no sólo se observa alternación entre estos aluviones y las capas de toba fina, sino también entre algunas capas gruesas de brechas pomosas se interponen delgadas lentes de aluvión de guijarros de tamaño medio. Y si aquellas brechas como es fácil demostrar han sido formadas durante el acto mismo de su proyección arrojadas por grandes chimeneas volcánicas, se concibe desde luego que hubo también varios paroxismos ó recrudesencias separadas por lapsos de tiempo no muy grandes.

Damos á continuación el corte de una barranca inmediata al pueblo de El Contadero en la base de los escarpados de las montañas del Desierto á la



Núm. 1.—Toba pomosa brechiforme.

Núm. 2.—Toba pomosa de color gris.

Núm. 3.—Toba pomosa amarillenta.

Núm. 4.—Conglomerado pomoso.

Núm. 5.—Toba amarilla de grano fino.

Núm. 6.—Tobas apizarradas muy arcillosas.

Núm. 7.—Conglomerado pomoso de fragmentos pequeños.

altura de 400 metros sobre el nivel medio de la cuenca. Como se verá, todas las capas son productos cineríticos acarreados y asentados por las aguas. El espesor total de los sedimentos en el corte alcanza la altura de 40 metros.¹

El espesor total de las tobas pomosas de grano fino y capas de aluvión que descansan sobre las brechas pomosas es muy variable; pero en todo caso es muy considerable, pudiendo en algunos lugares exceder de 180 metros. En cuanto al espesor de las capas de brecha apreciado en la parte media, es decir, igualmente distante de la roca maciza y de la llanura, se puede calcular que pasa de 50 metros en la parte que nos es accesible, quedando todavía el fondo de las barrancas formado de estas brechas.

El contacto directo entre la brecha pomosa y las rocas andesíticas no puede observarse fácilmente á causa de hallarse cubierta en muchos puntos, unas veces por una especie de conglomerado compuesto de cantos de andesita y arcillas que provienen de la descomposición de esas rocas, otras veces por unas tobas rojizas muy arcillosas también y con guijarros. En toda la superficie de las lomas, las brechas quedan igualmente cubiertas por las tobas amarillas de grano fino en que se transforman, descubriéndose solamente en el fondo de los talwegs ó en los bordes de las pequeñas y grandes barrancas.

(Estas brechas constituyen otro material de construcción de grande estima en la ciudad de México, y le llaman vulgarmente "Tepetate." Es apreciado por la compacidad y adherencia durante todo el tiempo que conserva la humedad y por su ligereza y labrado sumamente fácil en blocks de espesor conveniente para muros. Los cementos ó argamasa se adhieren bien á su superficie, y conservándolo cubierto dura mucho tiempo; expuesto al aire libre se seca y se hace fácilmente deleznable. El número de canteras abiertas á la explotación es muy considerable.

El trabajo de explotación de las canteras de tepetate es aún muy imperfecto. Se practica valiéndose de cuñas ó practicando taladros, aprovechando la superficie de unión de las capas y haciendo una ranura que favorece la separación de un block grande que después se subdivide.

La inclinación de las capas es muy débil; raras veces excede de 4° á 6°.

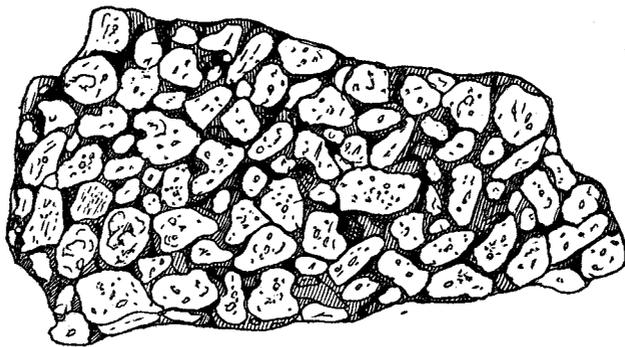
Las brechas pomosas no son más que una simple aglomeración de fragmentos de pómez de color blanco, ligeramente angulosos, tocándose en varios puntos los unos á los otros, dejando entre sí espacios vacíos tapizados por una arcilla ferruginosa muy fina (bol), la que aparece como formando el cemento de la roca aglutinando los fragmentos con alguna adherencia. La arcilla fe-

1 Estudio de los manantiales del Desierto por José G. Aguilera y E. Ordóñez.

rruginosa ha sido llevada á la pómez después de su depósito durante las proyecciones volcánicas, por las aguas de infiltración, habiendo contribuído más tarde los depósitos de tobas de grano fino y aluvi3n á aumentar por la presi3n la adherencia en los fragmentos.

En cada fragmento de pómez se ve claramente su característico aspecto fibroso y vacuolar, y en la masa de color blanco ligeramente amarillento se destacan cristalitos y agujas de hornblenda que no presentan mayor alteraci3n que la que se observa en la hornblenda de las andesitas macizas. Estos cristalitos se encuentran algunas veces aislados y embutidos en el bol.

No se observa ninguna regularidad en la distribuci3n del tamaño de los fragmentos de pómez en cada gruesa capa ni en el conjunto de capas, y fuera de la mayor ó menor adherencia en relaci3n con la cantidad de humedad absorbida por las capas, presentan una absoluta semejanza la serie de capas sobrepuestas y aun de capas diferentes y de distantes lugares.



La figura adjunta muestra la estructura de conjunto de una brecha de pómez.

Algunas veces la costra superior de la brecha de pómez ha sido removida por las aguas de la primera capa, triturando los fragmentos y haciendo una especie de conglomerado menos coherente y de fragmentos arredondados más pequeños que los de la brecha inmediata inferior.

