TERCERA PARTE.

ROCAS ERUPTIVAS,

POR EZEQUIEL ORDOÑEZ.

La porción de tierras emergidas que en las edades paleozoicas determinaron el primer indicio del vasto continente americano, consistía, en lo que forma parte del territorio mexicano, de un angosto y alargado espinazo, verdadero esqueleto que se prolongaba al N. uniéndose con los primeros macizos de las Montañas Rocallosas, como al S. con elevaciones de igual tiempo, las que ensanchadas más tarde y multiplicadas por decirlo así con la aparición de nuevas rocas, había de constituir después el sistema orográfico conocido con el nombre de Cordillera de los Andes. La unidad orográfica de toda esta cadena primaria continental parecía perderse por varias soluciones de continuidad; pero siempre quedaban grupos de islas; archipiélagos que definían por su posición los eslabones de una sola cadena continental. Es en la parte que en México se designa con el nombre de Sierra Madre Occidental donde debemos encontrar los principales tipos de rocas eruptivas antiguas, asociadas en una buena parte á pizarras cristalinas y á algunos sedimentos, aunque poco extensos relativamente, de las primeras edades.

La Sierra Madre se extiende á lo largo de las costas del Pacífico con una dirección media de S.E.–N.O. y en la que las vertientes del O. en general de rápido descenso hacia las costas, presentan notable contraste con las vertientes del E. donde multiplicados estribos ó sierras secundarias paralelas á la principal, sirven de soporte á la extensa planicie de la Mesa Central.

Los principales movimientos eruptivos que en épocas posteriores al Cretáceo aumentaban su relieve, se verificaban esencialmente en las vertientes del E. donde se nos ofrece, con cierto grado de uniformidad, la serie moderna completa de rocas desde tipos de estructura claramente granítica que inauguraron la serie, hasta las rocas basálticas de los tiempos cuaternarios.

La extensa región volcánica que ocupa la parte central del país separa por decirlo así en dos grandes partes, las regiones de rocas antiguas; pero la continuidad se manifiesta por un apéndice de rocas cristalinas en el extremo occidental de la región volcánica.

Sin pretender entrar en detalles minuciosos sobre la extensión de cada una de las especies de rocas eruptivas, ni en detenidas observaciones petrográficas, nos concretaremos simplemente á dar alguna idea de nuestras provincias petrográficas indicando de cada una de ellas las especies dominantes, comenzando desde luego con las rocas graníticas antecretáceas.

Poco conocemos acerca de la distribución de las rocas graníticas antecretáceas á lo largo de la península de la Baja California. Sin embargo por los datos qne hemos podido recoger de viajeros americanos y nacionales, rocas graníticas antiguas dominan en general en las serranías vecinas á las costas del Pacífico ó sea frente á las costas occidentales de la península; casi siempre asociadas estas rocas á grupos extensos de pizarras cristalinas. En efecto, existen granitos del tipo común en las regiones auríferas de Real del Castillo y Santa Clara en el extremo N. de la península, en diferentes puntos de la sierra costera entre las puntas de San Eugenio y de Abreojos, cerca del cabo de San Lázaro y de la bahía de Magdalena y en pequeños tramos entre La Paz y el cabo de San Lúcas. Del lado del Golfo de Cortés en las sierras que se extienden entre San Ignacio y S. Borja también se presentan hermosos tipos de granitos cortados por numerosos diques de pegmatita conteniendo granates y jergón. Las pegmatitas abundan en la región vecina á los placeres de Calamahi donde se encuentran también granitos turmaliníferos. Las granulitas son también abundantes en estos lugares.

Dioritas cuarcíferas micáceas dominan cerca de la Ensenada de Todos Santos, [1] así como también diabasas las que se presentan igualmente en S. Antonio y el Triunfo cerca del extremo S. de la península donde encontramos algunas anfibolitas.

En la región de Hermosillo, Sonora, en una porción del Distrito de Moctezuma, el granito ocupa grandes extensiones atravesado por diques de pegmatita, y ya en el Distrito de Altar las sienitas y dioritas reemplazan al granito.

En la misma Sierra Madre y en su parte comprendida en los Distritos del N. y centro del Estado de Sinaloa en que pizarras cristalinas se hallan cortadas por rocas graníticas, es importante hacer notar el limitado espacio que abarcan los granitos propiamente dichos; pues de nuestras rocas de aquellas localidades su mayoría pertenecen á las granulitas, sienitas, dioritas, etc., y solamente en regiones muy limitadas á la vez que muy diseminadas encontramos los granitos conteniendo frecuentemente dos feldespatos.

En la región S. del Estado de Puebla en los Distritos de Chiautla y Matamoros, se presentan los granitos ya micáceos, ó amfibólicos en macizos á través del gneiss ó de pizarras verdes, formación que se prosigue en varias partes de los Estados del S., región extraordinariamente montañosa interrumpida en varios puntos por rocas eruptivas modernas, esencialmente rhyolitas y andesitas ó bien por rocas estratificadas generalmente cretáceas.

1 Lindgren.–Proc. Cal. Acad. Sci. 2nd. Ser. Vol. II.

En el Estado de Jalisco, en el Cantón de Mascota y en los flancos de la sierra hacia el Pacífico se encuentra el grupo de montañas del Desmoronado formadas de granitos asociados á cuarcitas y á otras pizarras metamórficas.

En el centro y O. del Estado de Oaxaca se observa una extensa formación de granitos y dioritas cubiertas algunas veces por brechas y conglomerados cuarzosos modernos. Los granitos están atravesados y en partes cubiertos por pegmatitas gráficas, así como las dioritas ya micáceas ó amfibólicas por diques más ó menos gruesos de granulitas y microgranulitas conteniendo algunas veces granate. Estos macizos eruptivos se subordinan á los gneiss, micapizarras y cloritas pizarras, así como á bancos de calizas cipolinas, siendo esta región una de las pocas en donde han sido encontradas estas calizas.

Con grandes interrupciones producidas por rocas eruptivas modernas y sedimentos, se pueden seguir los macizos antíguos, con preponderancia de los granitos, al aproximarse á las costas del Pacífico y hasta el Istmo de Tehuantepec.

La modificación de estructura de los granitos á las granulitas y pegmatitas, frecuentemente se realiza en rocas de emisión posterior á aquellos; lo mismo que la presencia de elementos minerales que caracterizan nuevos tipos; así: de las granulitas se llega algunas veces, aunque raras, hasta los pórfidos petrosilizosos, con transición por las microgranulitas; así como por otra parte la presencia dominante en el grupo de los granitos de las plagioclasas y de elementos ferromagnésicos, establece los pasos á las dioritas ó bien á sienitas y diabasas cuya aparición vuelve á tener lugar, con cierta extensión, en las primeras emisiones de rocas recientes, en macizos muchos de ellos independientes de la Cordillera occidental, con caracteres de estructura muy poco diferentes de iguales tipos de rocas antiguas.

Las rocas que se han manifestado posteriormente á los tiempos cretáceos constituyen las formaciones eruptivas dominantes de nuestro suelo.

En las rocas que inauguran esta prolongada época de emisiones eruptivas son casi siempre ó las más veces rocas graníticas como granulitas, raras veces sienitas, abundantes dioritas andesíticas y algunas diabasas. Pero hay que notar la íntima relación que liga á estas especies distintas de rocas, pasando de una á otra con frecuencia por gradaciones insensibles. Más aún; la estructura degenera algunas veces á una estructura ofítica y aun á una estructura traquítica de apariencia semejante á las verdaderas porfiritas ó á tipos andesíticos. Un fenómeno tan frecuente en variadas localidades mexicanas, tiene que servir de comprobación á la teoría de Mr. Yddings sobre la diferenciación de los magmas, teoría que va siendo día con día de mayor aplicación.

Las rocas recientes que por su estructura se aproximan á las de la serie antecretácea, constituyen macizos importantes en muchas localidades del país, sobre todo en las regiones central, N. y N.E., asociadas las más veces á las calizas cretáceas en los diferentes pisos que en esta época se consideran. La estructura granulítica es la que domina en esta serie, que se modifica alguna

vez, ya hacia el tipo superior para acomodarse á la de los granitos, ó bien descender por las microgranulitas á una especie de ortofiros y rhyolitas.

En la sierra de los Reyes cerca de Jiménez, Chihuahua, la roca más extendida es una granulita porfiroide con feldespato, oligoclasa en grandes cristales de color rosado. Esta roca está atravesada por delgados filones de microgranulitas muy cargadas de hornblenda. A esta aparición de granulitas se ha seguido, en la misma sierra, la emisión de una roca cuya estructura en parte microgranulítica y en parte formada de microlitas de ortoclasa, forma el paso de aquellas hacia los verdaderos pórfidos sieníticos, á los que queda referida dicha roca. Las calizas cretáceas estratificadas, plegadas y dislocadas, han sufrido el metamorfismo consiguiente al inmediato contacto con las rocas eruptivas, pasando aquellas á calizas semi-cristalinas. Lo más notable en esta región es la presencia de criaderos minerales que aquí, como en formaciones análogas, se interponen en el contacto de dichas calizas y las rocas eruptivas, existiendo en la parte superior de los criaderos, silicatos de metamorfismo tales como el granate y la epidota. En algunas minas abiertas en distintos lugares de estas montañas, los carbonatos y silicatos de cobre son los minerales dominantes.

La sierra de Peñoles cerca de Río Florido, Chihuahua, se halla formada igualmente de granulitas recientes, cortadas por delgados filones de pegmamatita con cristales de microclina verde.

Las calizas cretáceas del Mineral de Peñoles en el Estado de Durango, importantes por los criaderos de minerales plomosos argentíferos que rellenan las cavidades y grutas en estas rocas, se hallan en contacto con granulitas. Existen también rhyolitas que son las que forman los coronamientos ó la parte superior de las montañas de esa localidad.

Se mencionan del Estado de Sonora algunos lugares donde existen granulitas y dioritas andesíticas terciarias. [1]

En la región de Mazapil en el Estado de Zacatecas, las calizas cretáceas y los estratos superiores del Jurásico, han sido interrumpidos por gruesos macizos de dioritas andesíticas y dioritas cuarciferas. En las calizas se encuentran vetas y aun yacimientos irregulares de minerales plomosos argentíferos ó cupríferos que son explotados en diferentes lugares, como en Concepción del Oro, Mazapil, etc.; estos minerales á veces vienen acompañados con hematita y magnetita. Algunas vetas de Mazapil se alojan precisamente en el contacto de las calizas y de las dioritas, haciendo sufrir estas á las primeras un avanzado metamorfismo que las lleva en las paredes mismas del filon, á transformarse en calcita algunas veces teñida en verde por los minerales de cobre, siendo naturalmente este carbonato de cal el que forma la matriz principal de los criaderos.

Iguales emisiones de dioritas y diabasas aparecen cerca del Mineral de Zuloaga, al N.O. de Mazapil.

1 Véase la descripción del Terciario Mexicano en la parte de este libro escrita por el Sr. Aguilera.

También las calizas del Cretáceo, asociadas á dioritas andesíticas, dan en su contacto masas importantes de minerales de fierro. Citaremos el Cerro Mercado en Monclova, Coahuila, la sierra de Baoz cerca de Río Florido en Chihuahua

Las granulitas asociadas á las calizas, traen también minerales de fierro en Comanja, Jalisco, y que varían desde un aspecto casi porfiroide con pirita de fierro diseminada hasta microgranulitas de grano fino.

Las sienitas y dioritas andesíticas recientes se presentan con mayor abundancia que las granulitas, lo mismo en la región N. que en el centro; y es muy probable que su aparición sea contemporánea de aquellas, pues los caracteres de yacimiento y los depósitos á través de los cuales aparecen, no presentan diferencias apreciables.

En Hidalgo, cerca de los criaderos en explotación en la Encarnación, cerca de Zimapán, se ofrecen buenos tipos de dioritas andesíticas, algunas veces cuarcíferas que aparecen en distintos lugares de las montañas de aquella región y que generalmente entre estas y las calizas metamorfizadas se encuentran los gruesos filones de hematitas y óxido salino. Igual formación rodea al filón principal de San José del Oro, en cuya parte superior el granate ferrífero aparece como elemento de metamorfismo.

Cerca de Xalostoc en Morelos entre calizas y rocas dioríticas, arma delgado filón de minerales de fierro con caracteres análogos á los que dejamos mencionados.

En la sierra de Alica frente al río Grande, cerca del Paso de los Bueyes, Territorio de Tepic, una importante masa de fierro se aloja en el contacto de calizas del Cretáceo Superior con las dioritas terciarias. El mismo caso se presenta en otros puntos de la sierra del Nayarit en Tepic.

Granulitas y dioritas andesíticas que son seguramente las que inauguran la serie eruptiva terciaria lo mismo que las anteriores, se encuentran con frecuencia en varias localidades del país trayendo minerales de oro, citando entre otros ejemplos el Mineral de Zomelahuacan en el Estado de Veracruz, en el Cantón de Ameca en Jalisco, Barranca del Oro en Tepic en la región de Pigintos y en la sierra del Parnaso en el Cantón de Mascota. En el Estado de Coahuila las dioritas andesíticas y diabasas del Pico de Teira se hallan en contacto con pizarras probablemente jurásicas y calizas cretáceas; las primeras llevan delgados hilos cuarcíferos con oro nativo.

Manifestándose las rocas postcretáceas á la influencia de acciones geodinámicas poderosas, han alcanzado la elevación prodigiosa que vemos en la cresta principal de la Sierra Madre. Como si la dirección general hubiese sido una línea de menor resistencia para ceder á la acción eruptiva, todos los macizos y cordilleras que concurren á formar la principal, siguen poco más ó menos direcciones análogas, disponiéndose muchas veces en series escalonadas en las que la altura de sus cimas disminuye tanto hacia el O. para las costas del Pacífico como hacia el E. hasta tocar la Mesa Central.

Ya en la parte principal de aquella cordillera ó en algunas serranías de

orden secundario, un tipo de rocas parece definir la continuación de las erupciones graníticas modernas ~~y~~; á la que se suceden, con marcado orden en sus modificaciones de estructura y composición mineralógica, especies cuyos caracteres, comunes las más veces en distintas localidades para aquellas de la misma edad, nos sirven al presente como datos preciosos para formar más tarde, con detalles, la historia completa de los movimientos eruptivos recientes de este suelo.

Pero estas emisiones de variadas especies de rocas que se presentan de una manera sucesiva en esta región, no son hechos que se han concentrado exclusivamente en el territorio nacional, sino que con algunas modificaciones se continúan al S. sobre la Cordillera de los Andes, como al N. en el territorio de los Estados Unidos.

La roca que vino posteriormente á las rocas graníticas modernas había sido designada entre nosotros y en los lugares donde había sido conocida, bajo el nombre general de roca verde ó de pórfido verde, atendiendo á su color característico y á la apariencia porfiroide que macroscópicamente se observa. La atención que ~~había~~ ha despertado desde hace largos años la roca susodicha, prov~~enía~~ iene de que alojaba en su seno criaderos metalíferos de más ó menos importancia, cuya distribución resalta cuando observamos la Carta Minera de México, con una gran parte de sus Distritos Mineros escalonados á lo largo de la Sierra Madre, pues que una gran mayoría de tales yacimientos se presentan en estas rocas verdes. Cada Distrito Minero en su serranía local, presenta en el conjunto de sus rocas la misma serie de erupciones, como si el fenómeno se hubiese repetido muchas veces con cierta contemporaneidad para rocas de semejantes caracteres y acompañadas de análogos accidentes.

Esta serie de emisiones se caracteriza por tres tipos que por orden de aparición son: las andesitas y dacitas verdes de que hacemos mención, las rhyolitas y las labradoritas y basaltos.

Sin entrar en minuciosos detalles sobre la naturaleza y caracteres de las rocas verdes, las unas nos ofrecen rasgos que las hacen describir al lado de las porfiritas andesíticas generalmente de hornblenda y á los ortofiros, así como otras se asemejan más á las andesitas anfibólicas y de piroxena, pero en todas encontramos semejanza con las que fueron descritas hace tiempo por Richthofen bajo el nombre general de propylitas muy conocidas en Hungría y Transilvania, en Nevada en los Estados Unidos, y algunas que se conocen de localidades de la América del Sur. [1]

Variados aspectos de la estructura traquitoide y traquitoporfiroide presentan estas rocas en distintas localidades y aun en lugares vecinos y que se traducen por la diferente cantidad y desarrollo de los elementos de primera consolidación, la predominancia del magma microlítico sobre el amorfo y en al-

1. El término propylita ha casi completamente desaparecido del lenguaje petrográfico, pues está demostrado que las rocas que recibían este nombre son andesitas que han sufrido alteraciones complexas.

gunas la presencia más ó menos abundante de pasta microfeldsítica (dacitas).

Para dar una idea de los variados aspectos que nos ofrecen estas rocas, bastará mencionar algunas tomadas de localidades interesantes:

Comenzando desde luego por tipos dacíticos, observamos la roca que en varios puntos aparece en el Distrito Minero del Parral en el Estado de Chihuahua. Es de color gris verdoso y verde obscuro con cristales feldespáticos de color claro diseminados, hornblenda que á la simple vista es de color negro verdoso y laminillas de mica verde obscuro. Al microscopio su magma es de carácter en parte microfeldsítico y en parte microlítico con partículas de hornblenda verde amarillenta diseminadas, que son las que comunican á la roca su coloración. Los cristales de hornblenda se hallan en parte descompuestos y no siempre conservan la forma común de sus secciones; esta alteración, ya central ó periférica, consiste en la transformación á calcita, clorita y algunas veces á epidota.

Esta roca tendría, á juzgar por el cuarzo libre que algunas veces contiene, alguna semejanza con las felsodacitas de facies propylítica de Rosenbush, y en nuestra clasificación correspondería en parte ya á las dacitas, como á las porfiritas de Fouqué y Levy que igualmente tienen analogía con algunas de las propilitas descritas por Zirkel, de Virginia Range (Geological Exploration of the Fortieth parallel 1876). En la misma región estas rocas adquieren un color más claro algunas veces, debido á la abundancia de cristales feldespáticos diseminados, los que les dan una apariencia más claramente porfiroide.

Es fácil observar aun á la simple vista y en cantidad muy variable, granos de pirita diseminados en la pasta.

En el Mineral de Guanaceví, Durango, andesitas alteradas de color verde, forman la primera emisión y á la que se hallan sobrepuestas tobas andesíticas y algunas veces tobas rhyolíticas igualmente verdes en bancos de espesor considerable y que contienen siempre venillas de epidota visibles en las láminas delgadas. La mayor parte de las vetas minerales en aquella localidad arman en estas rocas.

En el Estado de Sinaloa abundan las rocas verdes en muchos de sus Distritos Mineros, más ó menos alteradas por el contacto de las vetas minerales, ya auríferas, ya argentíferas. Dichas rocas verdes microlíticas pasan en algunos lugares á una estructura ofítica y aun á rocas holocristalinas de estructura claramente granítica dando tipos de dioritas y diabasas. Poseemos en nuestras colecciones rocas verdes andesíticas procedentes de San José de Gracia, del Mineral de Pánuco, en donde se presentan también las dioritas; y del Mineral del Rosario. Del Estado de Durango, además de Guanaceví, tenemos andesitas verdes de Copalquín y de los Minerales vecinos. De San Andrés de la Sierra en el Distrito de Papasquiaro, tenemos diabasas alteradas y una especie de gabro reciente ó eufótida en las que arman las vetas de la región.

En el territorio de Tepic se descubren las andesitas verdes en una grande

extensión siempre con caracteres análogos, como en Acaponeta, en el Mineral del Zopilote, en Santa María del Oro y en la extensa región minera de Hostotipaquillo. En Jalisco, en el Mineral de los Reyes, en el Cuale, dacitas verdes en el Mineral de San Sebastián y en el Real Alto. Hay que notar que las andesitas verdes no solamente contienen hornblenda, sino que muchas veces la abundancia de piroxena hace que las consideremos más bien como andesitas de piroxena.

En Fresnillo, como en Sombrerete, Zacatecas, rocas de aspecto semejante se presentan cubiertas por una poderosa formación de tobas rhyolíticas verdes, [1] las mismas que con idénticos caracteres se extienden en el Distrito Mineral de Zacatecas, y que eran designadas antiguamente bajo el nombre de vacias.

La pequeñez de los elementos minerales y la profunda alteración que presentan las rocas que se extienden en todo el Distrito Minero de la Luz, Guanajuato, impiden en la mayor parte de los casos, una determinación exacta microscópica, ya de los elementos minerales que las forman, como de su estructura de asociación; apenas es posible distinguir en algunas preparaciones que poseemos, ciertos detalles que las aproximan á las porfiritas andesíticas [2] y á las andesitas de hornblenda.

Es interesante notar que existen grandes semejanzas entre la roca de La Luz, con aquellas que se observan junto con las tobas rhyolíticas en los Minerales del Estado de Zacatecas antes mencionados.

El grano fino de esta roca la hace confundir á veces con las tobas rhyolíticas. A más de los minerales obtenidos por descomposición del elemento ferromagnésico, se produce algunas veces una silicificación en el magma á la vez que los feldespatos pierden en parte sus contornos con apariencias muy irregulares.

A muy diferentes interpretaciones ha dado lugar la formación geológica general de La Luz y Guanajuato en lo que se refiere esencialmente á la edad de sus formaciones; diferencias provenidas por la ausencia de restos fósiles en los sedimentos de Guanajuato, como por la complexidad que originan las regiones eruptivas de su proximidad, las cuales, á no dudarlo, provienen de épocas anteriores al Cretáceo, como los granitos hornbléndicos de Santa Ana y las rocas graníticas de la serranía del Gigante.

El conglomerado rojo de Guanajuato, envuelve como productos de acarreo, fragmentos de granitos, syenitas, etc., de aquellas formaciones. Tales especies de rocas son anteriores á aquellas que dominan en La Luz, las que con-

1. Las rocas de los Distritos Mineros clasificadas como tobas rhyolíticas, unas son tobas andesíticas que aparecieron durante las erupciones de andesitas y que han sido posteriormente impregnadas de sílice, y otras vinieron con las erupciones de rhyolitas.

2. Hemos restringido en lo posible el uso del término *porfirita*, que como es sabido, se aplica generalmente á rocas de aspecto andesítico, pero de edad anteterciaria. Sin embargo, nosotros lo aplicamos á rocas terciarias de aspecto un poco diverso del de las andesitas comunes y con alteración peculiar.

sideramos como terciarias recientes, separándolas de las de la región del Gigante y de otros puntos que indudablemente corresponden á la serie antigua.

Andesitas de piroxena alteradas y dacitas de colores verde, pardo, violado y gris, constituyen las rocas eruptivas dominantes en los Minerales de Pachuca, Real del Monte y el Chico en el Estado de Hidalgo; con caracteres que las separan de las anteriormente citadas, solamente por su estructura, que puede considerar se como invariablemente traquitoporfiroide por los grandes cristales de labrador y restos alterados de cristales de piroxena diseminados. Tobas andesíticas como las que observamos en Guanaceví ó tobas rhyolíticas como las de Zacatecas, son muy escasas y apenas pueden verse en uno que otro punto y en muy pequeñas extensiones. La red metalífera de Pachuca atraviesa esta vasta formación de rocas andesíticas, cuyos tipos bien caracterizados y las rocas de emisión posterior, se pueden seguir fácilmente en la región vecina á la ciudad de Pachuca, de la que hemos hecho un estudio especial que próximamente saldrá á luz.

Sin haber mencionado en estricta continuidad los otros muchos puntos en que sobre la Sierra Madre se ven aparecer las rocas andesíticas verdes, como en Chihuahua, Sinaloa, Durango, Tepíc y Jalisco, hemos mencionado Zacatecas, Guanajuato y Pachuca, que bajo el punto de vista orográfico, no corresponden directamente al sistema orográfico del O.; pero consideradas petrográficamente estas regiones montañosas, y en lo que se refiere á la sucesión cronológica de sus erupciones terciarias, pueden definirse como un ramal desprendido de aquella Sierra Madre que penetra hacia el interior del país con una dirección de N.O. á S.E., que aunque interrumpido en grandes trechos, pueden considerarse sus partes, semejantes, con ciertas restricciones locales, hasta en sus criaderos metalíferos.

En algunas de las localidades antes mencionadas, parecen suceder inmediatamente á las andesitas, traquitas [1] y traquiandesitas; ya como un simple cambio ó modificacion de las andesitas, ya como de erupción posterior.

En el Distrito de Juchipila del Estado de Zacatecas en el Mineral del Mezquital del Oro, encontramos traquitas violadas en las que arman vetas de cuarzo aurífero.

En las localidades donde abundan las andesitas de hornblenda, se presentan con frecuencia en la parte superior de las montañas grandes masas de brechas andesíticas, originadas sin duda durante las erupciones de las rocas posteriores junto á las cuales se presentan las brechas. El mejor ejemplo que podemos citar es el de la parte alta de la sierra de Pachuca, entre este Mineral y el del Chico, en cuyas brechas la profunda erosión ha dado lugar al curioso aspecto de las bien conocidas "Ventanas del Chico," Peña del Zumate y Las Monjas.

1 Hay que notar la escasez relativa de las traquitas en México, sobre todo durante el primer período de erupciones terciarias. Parecen haber sido más frecuentes antes del segundo período de erupciones de andesitas y en los actuales volcanes.

Después de las andesitas han aparecido las rhyolitas con las variaciones á que su tipo da lugar. Sin embargo; son rocas que por su naturaleza se pueden clasificar fácilmente aun macroscópicamente.

Muchas son las localidades en que abundan las rhyolitas para poderse enumerar en este lugar y que deberán ser descritas en trabajos de carácter regional; sólo indicaremos las localidades esenciales y las principales variedades que de este tipo se presentan.

Ya hicimos notar que muchas rhyolitas microgranulíticas se asocian á rocas recientes de estructura granítica, como sucede algunas veces en regiones en donde abundan las granulitas, y aun en muy raros casos á las syenitas ó á las dioritas cuarcíferas que les son anteriores. Estos casos que tienen lugar en algunas serranías del interior de la Mesa Central ó en el sistema orográfico del E., se presentan con menos frecuencia en la Sierra Madre Occidental, donde las rhyolitas se asocian á las rocas verdes y que en su extensión superficial llegan á ocultarlas en muchos puntos.

Ya en nuestros itinerarios dejamos mencionada la enorme extensión que las rhyolitas abarcan en la Sierra Madre en su parte central. Estas rocas presentan una estructura desde casi microgranulítica [1] hasta enteramente vítreas con aspecto de obsidianas y retinitas.

Las rhyolitas son también notablemente abundantes en muchos lugares de la Mesa Central, de las cuales algunas se pueden considerar de edad posterior á las de la Sierra Madre.

En general, puede decirse que las formas de las montañas de rhyolitas son siempre características, lo que permite en muchos casos prever su naturaleza, sobre todo cuando esta roca se presenta única en una porción extensa de una serranía. Unas veces con avanzados y abruptos picos de los que nos ofrece un buen ejemplo el Picacho de Bernal en el Estado de Querétaro; aspectos muriformes ofrecen los grandes acantilados como en la extensa serranía de Valdecañas y en la no menos interesante Sierra Fría en el Estado de Zacatecas. En la segunda de estas serranías en gran parte formada de rhyolitas, las variaciones de estructura y compacidad dan lugar á la forma de mesetas y coronamientos en donde la fácil erosión da origen á desgarraduras caprichosas. En esta sierra, como en otras muchas localidades formadas de la misma roca, las rhyolitas esferolíticas de pasta poco coherente ó tobosa, alternan en bancos más ó menos horizontales y paralelos, con rhyolitas petrosilizosas muy cargadas de cuarzo, compactas y resistentes á los agentes de erosión. El resultado es la disposición en gradines ó escalones á distintas alturas en los flancos de las montañas. Las superficies de separación en blocks, ya por contracción ó por acciones atmosféricas, dan lugar generalmente á aspectos columnares y á otras formas imitativas como algunos de los cerros llamados de los Frailes, nombre con que designan en varios lugares del país á algunas rocas con estructura columnar.

1 Nevaditas.

Pueden mencionarse como rhyolitas notablemente esferolíticas las de Chichíndaro en el Estado de Guanajuato y las de San Ildefonso, Tula, Hidalgo; retinitas esferolíticas y perlíticas, en Apaseo el Alto, de agradable aspecto por el contraste de coloración que ofrece la pasta amorfa, negra ó gris y los glóbulos esferolíticos generalmente rojos. Pero las más abundantes que conocemos son las rhyolitas petrosilizosas de diversos matices, rojas, blancas, violadas, etc., como las de la Sierra del Jaral, y de otros puntos de las cercanías de San Luis Potosí, las de Guanajuato, Pozos, Peñoles, etc., etc., de las que algunas frecuentemente son acompañadas de retinitas y que llegan á predominar, como en el cerro Xicuco entre Tula y Mixquiahuala del Estado de Hidalgo.

Las rhyolitas violadas que se disponen en corrientes en la formación terciaria de Acácico, cerca de Yahualica, Jalisco, son notables por las curiosas formas (axiolitas) que la pasta microfeldsítica presenta al microscopio, muy semejantes á las que describe Zirkel de una roca de Black Rock Mountains, Nevada.[1]

Hay una zona eruptiva muy notable que recorre en gran parte la región central del país poco más ó menos comprendida entre los paralelos 19 y 21°. En esta zona, la aparición de rocas eruptivas modernas ha comenzado en lo general con las rhyolitas á las que se han sucedido, una segunda emisión de de andesitas en extraordinaria variedad, un reducido número de traquitas, las labradoritas y basaltos de nuestros principales y casi contemporáneos volcanes cuyas poderosas corrientes las vemos dilatarse por todas partes.

El régimen orográfico de esta región ha permitido la formación de extensos valles y cuencas que á su vez facilitan la retención de las aguas en lugares aislados y cuyo número autoriza á definir en su conjunto esta porción como la región de los lagos de la República.

Entre los principales valles que podemos mencionar en esta zona, tenemos el extenso é irregular de Guadalajara, los de Toluca y Puebla y la gran cuenca de México, en los que los fenómenos de una poderosa acción diluvial se manifiestan claramente atendiendo á los potentes lechos de aluvión; y esta acción unida á las múltiples erupciones volcánicas que en estos valles han tenido lugar, que los han cubierto con sus abundantes productos á la par que los depósitos químicos de abundantes aguas de carácter termal, fenómenos siempre en relación con aquellas, han podido sepultar y destruir la rica fauna de gran talla cuyos restos encontramos con frecuencia.

La elevación prodigiosa de los valles de Puebla y Toluca así como de la cuenca de México, obedece pues á la continuidad en un espacio de tiempo muy grande, de movimientos del dominio de la dinámica interna, tanto por la invasión de productos ligeros y de las rocas macizas de los volcanes, como en una grande escala, por las erosiones producidas por los agentes agua y atmósfera sobre los colosales macizos eruptivos preexistentes.

1 Geol. Exp. of the Fortieth Parallel.

Las rocas de la invasión andesítica de esta segunda época se presentan siempre con caracteres distintos de los de la primera y que se aprecian casi inmediatamente. La piroxena monoclínica, esencialmente la hiperstena, existe frecuentemente entre los elementos ferromagnésicos de estas rocas; ya como constituyente principal ó bien accesorio; el carácter microlítico en las primeras tan marcado, disminuye poco á poco en las erupciones más recientes aumentando la proporcion de magma amorfo, siempre desvitrificado, acusando una más ó menos violenta consolidación y tal vez la baja temperatura á la cual han llegado al exterior. Con este grupo de rocas comienzan á reconocerse en el país los vestigios de verdaderas erupciones volcánicas por las huellas que en algunos lugares se conservan, es decir, por aparatos crateriformes más ó menos destruídos.

Una distribución por regiones, de las andesitas, subdividiéndolas por las variantes de su estructura ó por el elemento ferromagnésico dominante es imposible, toda vez que su especificación no puede realizarse á causa del constante cambio en la naturaleza de los minerales componentes y mayor ó menor cristalinidad.

Las andesitas de hornblenda de magma microlítico y feldsítico, conteniendo algunas veces cuarzo (dacitas), parecen manifestarse inmediatamente después que las rhyolitas, en este segundo período andesítico. Las dacitas son anteriores á las andesitas piroxénicas también de esta segunda época como se puede juzgar por la sobreposición que varias veces hemos observado y por los gruesos depósitos sedimentarios que han cubierto á las dacitas y los aluviones con guijarros de esta especie, que á grandes profundidades se presentan en el interior de nuestros grandes valles. Las andesitas de hornblenda como regla general ~~que las~~ se distingan de las andesitas de hornblenda de la primera época, ~~es~~ en la existencia exclusiva de la hornblenda parda de fuerte dicroismo, alterada las más veces en la periferia de los cristales de estas rocas, ~~en~~ con productos ferruginosos provenidos casi siempre únicamente por agentes atmosféricos.

Los colores que dominan generalmente son el gris violado y rojo, haciendo notar que este último color proviene de la alteración de las violadas, por la descomposición de los cristales de anfibola, en óxido~~s~~ de fierro que se disemina en el magma. La mayoría son de aspecto traquito-porfiroide, raras veces ~~son~~ holocristalinas microlíticas, en tanto que en otras sólo algunos cristales de primera consolidación de labrador adquieren un desarrollo notable.

De cierta contemporaneidad ó algo anteriores á estas andesitas conviene citar la mayor parte de nuestras traquitas hornbléndicas ó micáceas, cuyo número es por cierto limitado, y más si se compara con el número de las que así habían sido consideradas entre nosotros antes de la aplicación del microscopio.

La mezcla de una pasta microlítica á veces con exclusión de magma amorfo, cristales de sanidino, plagioclasa, hornblenda y piroxena; rocas algunas veces formando pequeñas eminencias y rodeadas por andesitas de otra especie más moderna, se presentan en algunos lugares de México, como es el

caso para la roca que se designa en la ciudad de México bajo el nombre de "Chiluca" y que viene de algunos cerrros del grupo de la Sierra de las Cruces y Monte Alto en la cuenca de México; cerca de la base de esta sierra se encuenta también la Chiluca cubierta por los poderosos bancos de brechas pomosas, que son productos que aparecieron durante las erupciones de las andesitas de hornblenda é hiperstena tan extendidas en aquella porción.

La chiluca que hemos designado como traqui-andesita presenta grande analogía, por los elementos minerales que como se ve la forman, con algunas rocas de el Cantal, Francia. Esta especie la hemos considerado como de las más antiguas rocas eruptivas de la cuenca mexicana.

La presencia de la hiperstena en abundancia en las andesitas marca el fin de las erupciones andesíticas, pues que se ven alternando con los basaltos en las erupciones que se manifiestan hasta nuestros días; pero el tipo transitorio lo realizan aquellas que contienen á la vez hornblenda é hiperstena en proporciones casi iguales, conteniendo algunas veces augita monoclínica una y otra en parte de consolidación primera, como la hornblenda. El magma es amorfo y microlítico con tendencias á predominar la parte amorfa que se silicifica algunas veces para pasar á tipos dacíticos.

Andesitas de hornblenda é hiperstena han sido encontradas en muchos lugares y aunque pudieran designarse algunas de estas rocas por un solo elemento el más característico, nos ha parecido conveniente nombrar en la clasificación los dos minerales ferromagnésicos, para separarlas de las exclusivas de anfibola ó de piroxena que presentan caracteres distintivos.

En la sierra que limita á la cuenca de México por el O. se encuentran en abundancia las andesitas de hornblenda é hiperstena que vemos extenderse casi hasta el límite N. del Estado de México; en el valle de Toluca se presentan igualmente, así como en algunas partes de la Sierra Madre en Chihuahua, y en Moctezuma, Sonora.

El tipo vítreo de estas rocas y de algunas dacitas frecuentemente se presenta (magma vítreo con esferolitas y estructura perlítica). Las obsidianas andesíticas ya con anfibola ó con mica se encuentran en diques ó intrusiones en las andesitas de la cuenca de México. Andesitas exclusivamente de augita, de esta última época muy pocos son los ejemplares que conocemos para poderlos mencionar aquí.

Pasamos á las andesitas exclusivamente de hiperstena ó á aquellas en que este mineral domina. Podremos distinguir dos variedades: las andesitas de magma en gran parte microlítico y las de magma amorfo dominante ú obsidianas andesíticas. En muchas localidades se encuentran asociados los dos aspectos de estructura, cuyas diferencias provienen de la variación de condiciones en el momento de su erupción, como se prueba fácilmente por el paso de uno á otro que se hace algunas veces por grados insensibles. El magma microlítico llega á estar algunas veces desprovisto casi de materia amorfa como se ve claramente en algunas andesitas de esta especie en Guadalupe en el Distrito Federal.

En las obsidianas andesíticas la augita entra frecuentemente á la vez que en el primero, en el segundo período de consolidación y entonces bajo una forma casi cristalítica, es decir, como simple desvitrificación del magma amorfo ó bien en muy pequeñas microlitas. Las erupciones andesíticas de nuestros actuales volcanes han producido estas rocas vítreas cargadas de piroxenas, como las lavas actuales del volcán de Colima y las más anteriores erupciones del Popocatepetl.

Lo mismo que el tipo vítreo de las andesitas domina en las erupciones más recientes, el tipo vítreo de traquitas se presenta. Un ejemplo claro nos ofrecen las lavas de 1870 arrojadas por el volcán Ceboruco y que son designadas como traquitas obsidiánicas de piroxena. Traquitas vítreas se encuentran también en los volcanes del Popocatepetl y Colima.

La presencia del olivino como un elemento accidental en estas rocas les da á la simple vista el aspecto de basaltos, con los cuales se han confundido algunas veces debido á la semejanza de color y superficie ampollosa, como es común en basaltos de corrientes; y no cabe duda que por insensible modificación se pasa de las unas á las otras; pues la disminución de la oligoclasa en el magma microlítico con absoluta predominancia del labrador, se llega á los tipos básicos representados por labradoritas y basaltos, como se observa en algunos lugares de la cuenca mexicana.

Desde las andesitas hornbléndicas que parecen haber sucedido á las rhyolitas, las erupciones, no solamente concretábanse á la emisión de rocas compactas sino á una enorme cantidad de productos desagregados que, sedimentados luego por vapores acuosos de la mismas erupciones y arrastrados después por las proyecciones atmosféricas, han originado esos poderosos depósitos de tobas andesíticas y pomosas, brechas, etc., que son tan abundantes en los asientos de las grandes cuencas centrales del país, cuyas capas más superficiales, dada su ligereza y la fineza de los elementos detríticos, han sido confundidas á veces con productos eólicos.

Terminamos el extenso conjunto de rocas eruptivas con las labradoritas, es decir, basaltos desprovistos de olivino ó que lo presentan de una manera accidental; y basaltos propiamente dichos que se encuentran ya bajo la forma de corrientes en regiones exclusivamente volcánicas ó bien en mas raros casos apoyados y dislocando las calizas superiores del Cretáceo. Las labradoritas á más del caso en que se ofrecen por modificación de las andesitas de hiperstena, las vemos asociadas también con las andesitas, pero de la primera época marcando un primer período de erupción, anterior á las andesitas de hiperstena.

Las rocas de estas primeras erupciones se distinguen de las que definen el fin de la serie complexa de movimientos eruptivos, en su cristalinidad, su estructura en masa, en ser á veces notablemente porfiroides y presentarse en corrientes de una grande longitud.

Al grupo de estas labradoritas corresponden aquellas rocas que aparecen en la parte superior del cerro de San Cristóbal de Pachuca, bajo la forma de

un casquete, ó en otros lugares en pequeños diques que atraviesan las andesitas verdes y dacitas que constituyen la formación dominante de ese Mineral. Se nos presentan de variados aspectos y coloraciones; pero en el examen microscópico conservan siempre el mismo carácter En aquellas de color rojizo, fueron encontradas por Von Rath la trydimita y la cristobalita, uno y otro mineral en pequeños cristales agrupados en nidos ó en pequeñas geodas. Cualesquiera que hayan sido las causas que originaron esta segregación, que indudablemente se verificó en épocas contemporáneas de la consolidación de la roca, esta ofrece al microscopio entre la pasta de microlitas de labrador, una pequeña cantidad de silice bajo la forma microfeldsítica á expensas de la cual tuvo lugar la formación de cristobalita y tridymita.

De las vertientes orientales de la Sierra Madre podrían citarse ejemplos en que las labradoritas se presentan en contacto con las andesitas de la primera época y rhyolitas; bástenos citar la labradorita negra que se presenta cerca de las rocas verdes, en la formación metalífera del Parral, Estado de Chihuahua. En el Territorio de Tepic en contacto con rocas verdes en varios puntos del Nayarit, en el E. de Jalisco, en el Estado de Michoacán con igual aspecto cerca del volcán del Jorullo y en la sierra madre oriental existe en varios puntos de la región de las Huastecas. Los caracteres de estas labradoritas convienen notablemente con su edad geológica dada la ausencia ó rareza del olivino, á diferencia de las modernas en que se nos presenta este mineral con más frecuencia.

Estas rocas básicas afectan con frecuencia una estructura columnar, citando desde luego los basaltos columnares de los Reyes, bañando á las andesitas metalíferas de aquella región del Cantón de Mascota en Jalisco.

Al pie de la sierra de Alica, Tepic, cerca de Río Grande, entre este río y San Luis de Lozada, existen también basaltos con estructura en masa columnar.

Todo el mundo conoce las hermosas columnas hasta de 40 metros de altura que se extienden en un gran tramo á lo largo de la barranca de Regla en el Estado de Hidalgo y que asientan sobre la formación terciaria de tobas, que á su vez descansan sobre las areniscas calizas superiores del Cretáceo. Las labradoritas de Regla son de color gris compactas y con algunos pequeños granos diseminados de olivino. En el centro de estas columnas frecuentemente se presentan geodas tapizadas de zeolitas, generalmente la chavacia, en cristales blancos bien formados y la thomsonita y la aragonita.

La formación terciaria de Acacico cerca de Yahualica en el Estado de Jalisco, igualmente de margas y arcillas con bancos intercalados de semiópalo, es cortada en el pequeño cerro llamado de la Mina por un pequeño reventón formado de un curioso grupo de columnas inclinadas, de sección generalmente pentagonal, de labradoritas de color negro. Su magma lo componen pequeñas microlitas de labrador y piroxena y no presentan cristales de ninguna especie bien desarrollados como si no hubieran experimentado estas rocas más que una y simple consolidación.

La otra serie de labradoritas y basaltos se prolonga hasta las últimas emisiones de rocas volcánicas, confundiéndose en muchos casos con los basaltos de la multitud de corrientes de los volcanes de la región central de México, á más de las que se asocian á las andesitas de hiperstenas. Ejemplos de uno y otro caso existen en las montañas que circundan la cuenca mexicana y en su interior; así vemos en el pequeño cerro del Peñón de los Baños, formado de obsidianas andesíticas de hiperstena, un reventón de labradoritas de piroxena en lajas delgadas que afectan curiosas ondulaciones. En algunas corrientes de lavas de los volcanes proximos al Ajusco, al S. de dicha cuenca, las labradoritas son originadas simplemente por una notable disminución del olivino de los basaltos dominantes en aquella región.

Acentuado difinitivamente el relieve general de la región central del país con la aparición de las andesitas de hipersterna vítreas, por innumerables chimenas volcánicas esparcidas con grande profusión, ó bien con los macizos en los que la acción devastadora de los agentes de erosión ha destruído todo aparato volcánico, viene á ser, en una pequeña parte, modificado por la apertura de nuevos focos volcánicos, en los que las rocas de las corrientes y productos de la erupción pertenecen exclusivamente á los basaltos á causa de la abundancia relativa del olivino en magmas formados de elementos microlíticos de labrador y piroxena. Pero bien pronto cesa la erupción de los basaltos para dejar de nuevo el campo á las rocas otra vez con hiperstena que vemos en nuestros pocos volcanes en actividad actual.

Los basaltos de la región N. de la cuenca mexicana, los vemos ocultarse por los bancos espesos de margas con fósiles vertebrados del Plioceno. Más tarde las andesitas de hiperstena aparecen en el centro para manifestarse posteriormente á ellas los basaltos en el S., bajo la forma de poderosas corrientes, que han sepultado en sus escombros regiones habitadas por el hombre. Un ejemplo más notable de parecida alternancia se obtiene fácilmente comparando los basaltos de olivino de las erupciones de hace siglo y medio del Jorullo en Michocán, con los paroxismos actuales del Ceboruco y del de Colima, que arrojaron buenos tipos de traquitas y andesitas piroxénicas de magma vítreo.

En la región N. del país, sobre la Mesa Central, y en varios puntos de la cordillera madre oriental, se presentan frecuentemente basaltos más antiguos, abriéndose paso á través de sedimentos mezozoicos, en tanto que á lo largo de la Sierra Madre occidental, los macizos de rocas eruptivas terciarias se ven cubiertas en parte por basaltos, contrastando claramente las amortiguadas formas que la erosión imprime á aquellos con los contornos recortados de los conos volcánicos basálticos.

En la gran llanura que se extiende al S. de la cordillera de Mazapil, y en la porción comprendida entre las montañas de Gruñidora y de Ahorcados, los basaltos terciarios se ven aparecer al través de las calizas apizarradas del Cretáceo que cubre está región. Estos basaltos que se extienden algunas veces bajo la forma de lechos en inmediato contacto con las calizas, los vemos

aparecer de igual manera al pie de las montañas de Mixquiahuala en el Distrito de Tula del Estado de Hidalgo, sobre un asiento de calizas apizarradas arcillosas profundamente dislocadas, que han sufrido en su parte superior el metamorfismo consiguiente al contacto de la roca basáltica que en estado semifluido ha cubierto en parte sus estratos.

En las márgenes del río Yautepec, cerca de la población del mismo nombre, en Morelos, rocas basálticas descansan sobre la caliza de hippurites y nerineas, y donde esta caliza folisífera gris y delgados mantos de yeso, se transforman en los planos de contacto en mármol sacarino blanco y yeso calizo fibroso (tecalli).

En el Distrito Minero de Catorce y Matehuala, en el lugar llamado "Padre Flores," igual emisión de esta roca se ha verificado, abriéndose paso y dislocando las calizas del Cretáceo Inferior de esa localidad y que ha puesto fin á los movimientos eruptivos de la aislada serranía metalífera de Catorce.

En el lugar llamado Palo Grande, á un lado del tajo de Tequixquiac, existen basaltos contemporáneos, de los que descansan sobre margas de idéntico carácter más allá de la extremidad N.O. de la cuenca de México, descubiertos en la prolongación del tajo de Nochistongo cerca del Salto, que por desigual acción de los agentes de erosión de esta roca y la que le sirve de base, ha originado la caída conocida con el nombre del Salto. Capas de grandes espesores de tobas pomosas y aluviones cuaternarios cubren hacia el S. este lecho de basaltos y se prolongan estos depósitos aumentando su potencia hasta los límites de la parte plana de la cuenca por el S.

En las márgenes del río de Tula, siguiendo para el N. la extensa formación del Salto, ocurren de nuevo los basaltos de igual época, coronando las cimas de pequeños cerros; solamente aquí aparecen sucederse dos ó tres emisiones sucesivas de esta roca con intervalos de tranquilidad que permitieron la formación de nuevos bancos margosos que se interponen de una á otra. El aislamiento observado de los lechos de basalto en la porción superior de estos cerros, es la consecuencia de prolongadas é intensas acciones de erosión facilitadas por la fácil desagregación de los asientos de margas.

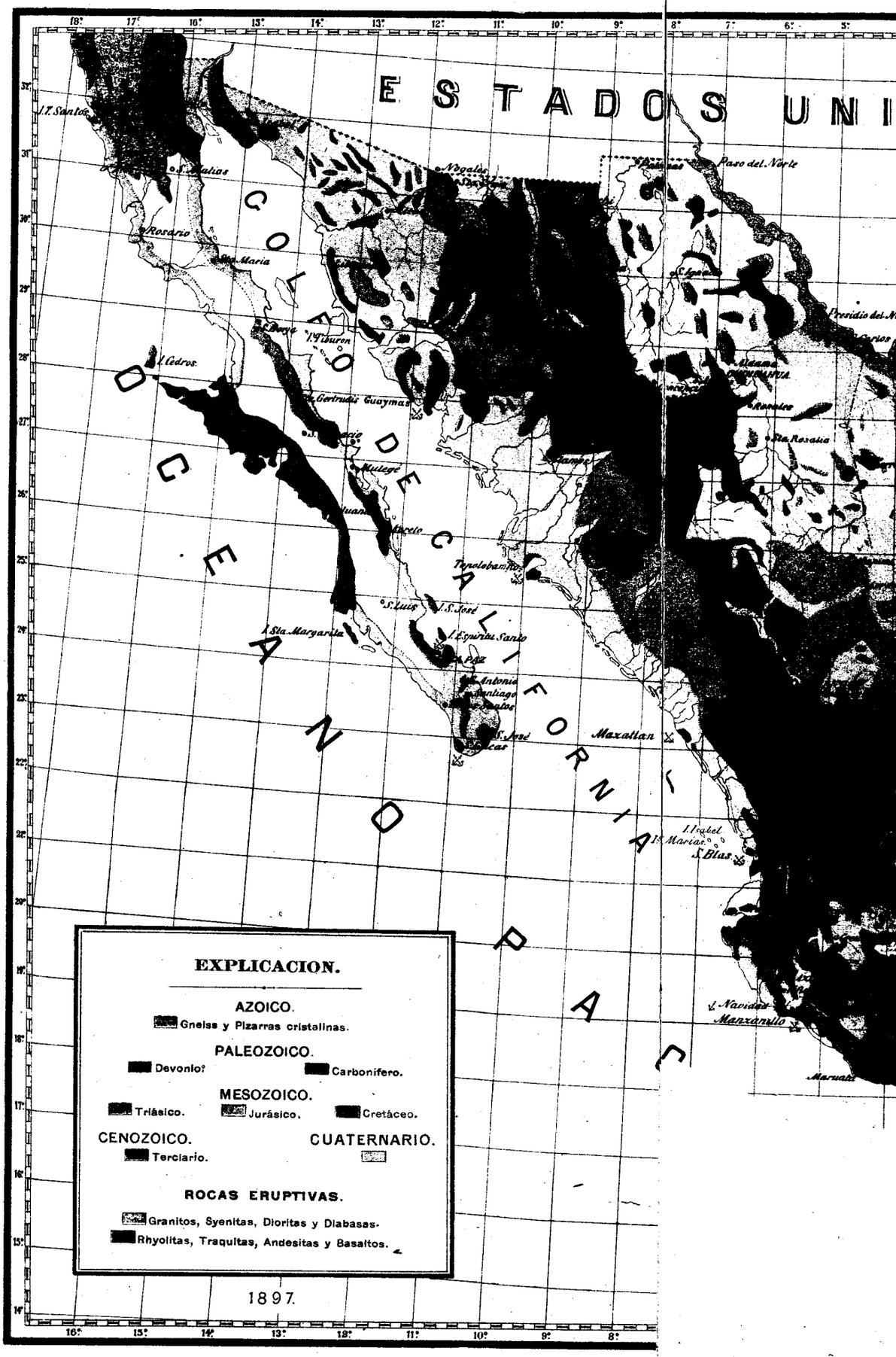
Después de que el trabajo de las corrientes de agua rellenaban los fondos de la que había de llamarse cuenca mexicana, y de que las condiciones de clima facilitarían la permanencia en esta región del hombre que nos pinta el principio de la historia de nuestro país, un poderoso cataclismo asola la parte S. de la cuenca. Arrojando gran cantidad de cenizas aparece el volcán Xitli con su corriente basáltica de 13 kilómetros que descendía rápidamente hacia las partes planas de la cuenca envolviendo entre sus ruinas regiones habitadas. Con frecuencia se descubren en las capas de tobas pomosas en que descansas dichas lavas, variados utensilios de la industria primitiva, fragmentos de huesos humanos y de algunos vertebrados actuales.

En estos tiempos ya el volcán de Toluca había cesado de manifestar sus paroxismos, en tanto que el Popocatepetl ofrecía sucesivas erupciones de andesitas de hipersterna, erupciones que repetidas en lapsos de tiempo más ó

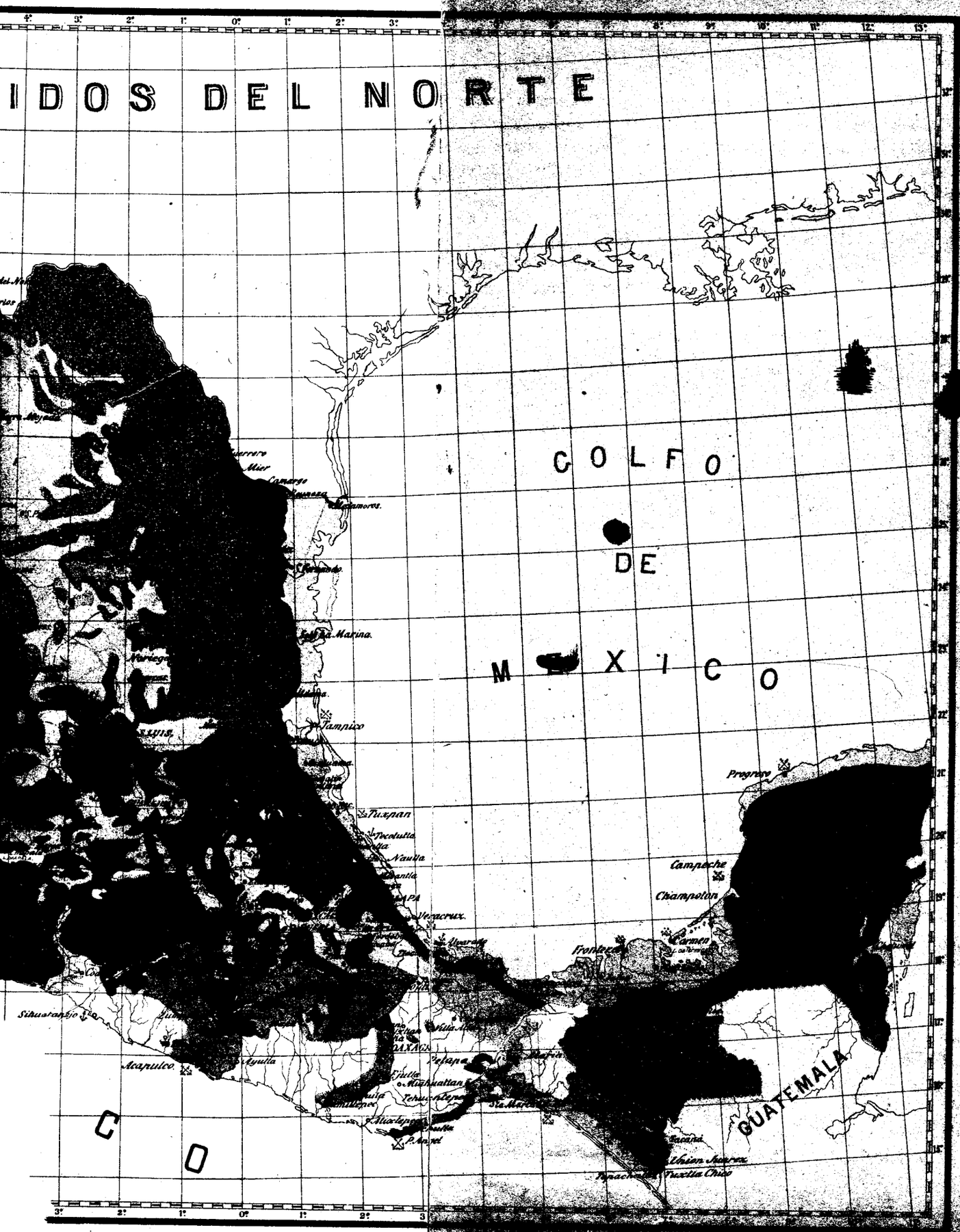
menos largos y acompañados casi siempre de temblores de tierra que se hacían sentir en la ciudad de México, han terminado al fin á principios de este siglo, quedando ahora este volcán en un estado de actividad solfatárica. El Pico de Orizaba ha quedado por el mismo tiempo en el mismo estado que el Popocatepetl.

A mediados del siglo pasado, en el Estado de Michoacán, un nuevo volcán aparecía en la llanura de Mal País, de que tan buena descripción nos ha hecho el Barón de Humboldt. Los productos fueron basaltos negros muy cargados de olivino. Con estos últimos fenómenos volcánicos ha terminado en el país la prolongada inundación de lavas basálticas y andesíticas que desde fines del Terciario comenzó á hacerse sentir.

INSTITUTO


ESTADOS UNI
COLFO DE CALIFORNIA
OCEANO PAC
Paso del Norte
Nogales
Rosario
Sta. Maria
I. Cedros
Guaymas
Mulegé
Topolobampo
S. Luis
I. S. José
I. Espiritu Santo
I. Sta. Margarita
Mazatlan
I. Isabel
S. Blas
Manzanillo
EXPLICACION.
AZOICO.
Gneiss y Pizarras cristalinas.
PALEOZOICO.
Devonio?
Carbonifero.
MESOZOICO.
Triásico.
Jurásico.
Cretáceo.
CENOZOICO.
Terciario.
CUATERNARIO.
ROCAS ERUPTIVAS.
Granitos, Syenitas, Dioritas y Diabasas.
Rhyolitas, Traquitas, Andesitas y Basaltos.
1897.

O GEOLOGICO DE MEXICO



ÍNDICE.

	Págs.
Antonio del Castilo.—Rasgos biográficos del Director fundador del Instituto Geológico de México.—*J. G. Aguilera*	3
Prólogo.—*J. G. Aguilera*	11
Itinerarios Geológicos.—*R. J. Buelna*	19
Itinerarios Geológicos.—*E. Ordóñez*	30
Itinerarios Geológicos.—*J. G. Aguilera*	56
Lista de Alturas	166
Sinopsis de Geología Mexicana por José G. Aguilera	187
Las Rocas Eruptivas por Ezequiel Ordóñez	251

ERRATAS EN LAS LISTAS DE FÓSILES.

Páginas.	Líneas.	Dice.	Léase.
204	1	Macroptœniopteris	Macrotœniopteris.
207	28	Gryphea	Gryphæa.
207	38	Calerdoni	Calderoni.
207	39	Pleoromya	Pleuromya.
208	23	phlicatilis	plicatilis.
214	20	Masthophyllia	Mastophyllia.
215	15	Galeotti	Galeottii.
215	24	Epiastar	Epiaster.
215	33	Serapula	Serpula.
216	8	Gryphoea	Gryphæa.
216	12	Patheroni	Matheroni.
217	5	Brooni	Bronni.
217	20	Baranini	Barabini.
217	36	Heilprim	Heilprin.
217	38	Whifield	Whitfield.
218	6	Damarck	Lamarck.
220	7	Ceritium	Cerithium.
220	10	Aporrahais	Aporrhais.
220	18	Rœmer Co	Conrad.
220	24	Phyloceras	Phylloceras.
220	28	Plancenticeras	Placenticeras.
231	20	(macoma)	(Macoma).
231	23	encœquivalvis	inæquivalvis.
231	38	reetidens	rectidens.
232	2	Clyptodon	Glyptodon.
232	15	hesterus	hesternus.