

Karlogano

NOTAS PRELIMINARES

RELATIVAS

A UN RECONOCIMIENTO GEOLOGICO POR EL CURSO DEL ATOYAC

(RIO VERDE) DE OAXACA

POR PAUL WAITZ

El Atoyac nace cerca de las Sedas, en el Distrito de Etna, pasa por los Distritos de Etna, del Centro, de Zimatlán y Juquila, toca en su curso á los de Ejutla y Miahuatlán y forma el límite entre los de Juquila y JAMILTEPEC en la zona costera del Pacifico. Esta última parte del mencionado río es conocida bajo el nombre de Río Verde.

La depresión del Atoyac respectivamente Río Verde, se divide por su forma en tres partes: superior, media é inferior. Otra división desde otro punto de vista da también tres partes, que corresponden en general á las primeras. Se funda esta división en el cambio de la dirección del curso del río. Ni la primera ni la segunda división es una división geográfica precisa. (Véase Penk: "Morphologie der Erdoberflaeche." Leipzig 1894. I. pág. 323.)

La parte superior de la depresión del Atoyac, donde el río tiene una tendencia general al Sur, tiene la forma de valles alargados, que son: el Valle de Etna, el Valle de

Oaxaca, y el de Zimatlán, célebres los tres por la fertilidad espléndida de su suelo. Ciudades, pueblos, haciendas y rancherías se extienden á lo largo del río, que en la temporada de las secas superficialmente contiene poca agua corriente. Se extiende esta parte del Atoyac de las Sedas, en el Norte, hasta el Rancho de la Y, en el Sur.

Confluyen á esta parte de la depresión del Atoyac (desde Oaxaca) el Río de Tlacolula, llamado también Río de San Antonio (oriundo del Valle de Tlacolula) en el Sur de la capital, el Río de Ocotlán, del Valle del mismo nombre, los dos en el lado izquierdo; en el lado derecho confluyen al Atoyac los ríos de Zaachila, de Zimatlán, el arroyo de la Concepción (llamado también el arroyo de San Bernardo, cerca de San Pablo Huixtepec), el Río Grande de Santa Cruz cerca de Santa Ana Tlapacoyan. Este último es el único de los confluente de este lado, que conduce una cantidad considerable de agua por todo el año. Cerca de Ayoquesco se le une por el lado izquierdo el lecho de un arroyo seco al cauce del Atoyac, y por fin, en el Rancho de la Y, trae el Río Serrano, del lado derecho, sus aguas claras y abundantes al río principal.

La parte media de la depresión del Atoyac está caracterizada por la forma estrecha de su cuenca, corriendo el río en toda la extensión de esta parte en un hondo, angosto y curvo cañón, encajonado, en su mayor parte, por las pintorescas rocas gneísicas. Muy numerosas son las vueltas grandes y pequeñas del río, pero predomina en esta parte media la tendencia del curso al Poniente. Se extiende esta parte desde el Rancho de la Y hasta el Rancho Río Verde, donde pasa el camino real, de Juqui-

la para Jamiltepec, por el Río Verde. Es la parte más grande del curso,¹ pero la parte menos habitada.

La diferencia entre la altura del Rancho de la Y y el Rancho Río Verde sobre el nivel del mar es más ó menos 1500 m. En toda esta parte media del Atoyac hay solamente en 4 puntos, en el fondo de la cuenca, bastantes lugares habitables, que son la Hacienda de la Compañía, los pueblos de Amatengo, Juchatengo é Ixtapan.

Inmediatamente abajo del Rancho de la Y corta el río una zona de caliza sedimentaria, en dirección al Este, en un cañón estrecho que tiene paredes acantiladas de una altura de 300 hasta 400 m y más. Cerca de la Hacienda de la Compañía cambia su curso al Sur, corta otra vez la zona calcárea abajo de Amatengo y sigue en esta dirección en lo general, pero dando muchas vueltas, hasta poco al Sur de San Vicente Coatlán, y toma después una dirección decidida hacia el Poniente dando muchísimas vueltas pequeñas y grandes.

En toda esta parte no hay caminos ni veredas en el fondo del cañón hasta cerca de Juchatengo, donde pasa el camino real de Oaxaca para Juquila.

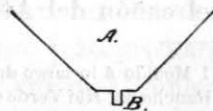
Se encajona el río otra vez abajo de Juchatengo hasta Ixtapan. Este último pueblo no está en la orilla del río, sino en la loma, que el río semirrodea. Aquí pasa por el Atoyac el camino real de Santiago Minas para Juquila.

Todavía más angosto y completamente despoblado está el cañón del Atoyac desde Ixtapan río abajo. En el

¹ Medido á lo largo del río. La distancia directa entre el Rancho de la Y y el Rancho del Río Verde es según el mapa minero 80 km., que seguramente es demasiado poco; el camino de Oaxaca para Jamiltepec, que sigue más ó menos esta línea, tiene 225 km. entre la Y y el Rancho Río Verde. Por el río son más que 350 km con seguridad. (Véase la nota pág. 11)

principio hay una veredita que sigue más ó menos al río, pero no en sus vueltas, sino sube en las lomas, que hay en estas vueltas, para bajar después al Atoyac al otro lado. Pero se acaba aún esta vereda media jornada (á pie) río abajo de Ixtapan y el cañón se pone absolutamente inaccesible en la Concha, que es un cañón estrecho con paredes acantiladas de caliza de una altura de 160 m. En su fondo hay solamente lugar para el profundo caudal del río. Este cañón curvo de la Concha tiene por lo menos una longitud de 5 km inaccesibles; después se abre la barranca algo y sigue dando vueltas en dirección Suroeste, sin que haya camino ni vereda en su fondo por algunos 100 km. Esta tendencia del curso al Suroeste predomina hasta la confluencia del Río de Ixtayutla (llamado también Río de Peñoles ó Río Verde), tres jornadas abajo de Ixtapan. El Río Ixtayutla, que es más grande que el Atoyac, viene del Norte, aumenta el caudal del Atoyac, por lo cual desde la confluencia de los dos ríos hasta el Rancho Río Verde, no hay ningún paso en todo el tramo.

La palabra "cañón" que usé en esta descripción varias veces, necesita una explicación. La forma de la depresión del Atoyac desde el Rancho de la Y hasta el Rancho del Río Verde es la de una U: el fondo muy quebrado y casi intransitable es un antiguo lecho y está formado por las desnudas capas del gneis. En este fondo antiguo ha cortado el río un nuevo lecho en forma de un cañón estrecho y en parte muy hondo. Resulta de este modo ahora un perfil de la depresión que tiene esta forma.



Las pendientes de la antigua depresión (depresión

primera) A, tiene muchas veces un declive de más de 45° que están en partes cubiertos con pasto resbaladizo ó arbustos espinosos impidiendo el paso el uno como los otros.

Por el cañón B, en el fondo de la depresión, corre el río caudaloso entre las paredes perpendiculares ó inclinadas hacia dentro, que varias veces tiene una altura de 40 á 60 m. ¹ Sin embargo que tenga esta profundidad, se nota en muchos lugares, que en la temporada de aguas no cabe la inmensa cantidad de agua en este cañón, sino el agua inunda también la base del lecho abierto antiguo, hasta una altura respetable.

Recibe como afluentes el Atoyac en esta parte media de su curso, del lado izquierdo, el Río de Ejutla (entre la Hacienda de la Compañía y Amatengo), el Río de Miahuatlán ó de Yogana, cerca de la Hacienda de Yogana; más río abajo, los ríos de San Vicente, de Coatlán ó Santa Isabel y el Río de San Jerónimo. Cerca de Juchatengo, se une el Río de Juchatengo con el Atoyac; entre Juchatengo é Ixtapan, el Río del Ladrón y el Río de San Juan. Río abajo de Ixtapan entra el Río de la Concha en cañón inaccesible, y ya cerca del Rancho Río Verde, se une el Río de Tataltepec con el Río Verde.

Corresponde esta rareza de afluentes en la parte abajo de Juchatengo á la curva grande del río, que naturalmente en su lado cóncavo recibe menos afluentes que en su lado convexo. Lo mismo observamos en el lado derecho del río. Entre el Rancho de la Y y Juchatengo,

¹ Hay dos lugares río abajo de Ixtapan donde se puede brincar con facilidad sobre este cañón de un lado á otro.

donde el lado derecho es el lado cóncavo de la primera curva grande del río, tenemos solamente el Río de Sola como afluente. Enfrente de la población de Juchatengo se une el Río Grande ó Río de los Sabinos de este lado al Atoyac. Entre Juchatengo é Ixtapan confluye el Río de las Minas, y abajo de Ixtapan, en el lado convexo de la segunda curva grandiosa del Atoyac ó Río Verde, se le unen los grandes ríos: Río Delgado (en el cañón llamado la Concha), el Río de Tlacotepec, el Río de San Pedro, y el afluente más grande que el Atoyac mismo, el ya mencionado Río de Ixtayutla, llamado también el Río de los Peñoles.

Una jornada río abajo de Ixtapan encontramos el último rancho cerca del Atoyac (hasta el Rancho del Río Verde) el Rancho de la Concha, en las pendientes orientales algunos 300 m sobre el lecho del río; desde allá hasta el Rancho del Río Verde son 5 jornadas fuertes, sin camino ni vereda á lo largo del río, está des poblado, no solamente la depresión misma del río sino también los alrededores de éste, en una distancia de más de media jornada, á los dos lados. Solamente dos veredas pasan entre Ixtapan y el Rancho de Río Verde al río: una cerca del Rancho de la Concha, de Juquila para Zezontepec, la otra entre Santa María Tlapanalquiahua y Zezontepec. En las dos se puede pasar el río en la temporada de las aguas solamente en maromas.

La parte inferior del Atoyac, llamada Río Verde, desde el Rancho del Río Verde hasta el mar, es la parte, donde el río sigue sin caída su curso al mar, lentamente, entre orillas planas y abiertas. Solamente algunas lomas bajas y alargadas (en dirección EW) de gneis se

le acercan algunas veces. La altura de estas lomas más ó menos paralelas se disminuye en dirección al mar (hacia el Sur) y se aumenta la extensión de las planicies y llanuras fértiles entre ellas.

Desde el Rancho del Río Verde hasta el mar, tiene el curso del Río Verde aproximadamente unos 90 km.¹

Tampoco en esta parte hay poblaciones en las maras orillas del río sino solamente algunos ranchos, de los cuales merecen mención, la Teja y la Herrería, como lugares, donde hay pasos por el río: La Teja entre Jamiltepec y Tututepec; el otro, de menos importancia, entre la Boquilla y San Francisco, cerca de Tututepec.²

El único afluente que siempre tiene agua es en el lado izquierdo el Río de Juquila, que se une al Río Verde poco abajo del Rancho del mismo nombre. Cerca de la Boquilla entra del lado derecho al río un arroyo, que en las secas no conduce agua superficialmente en su parte inferior, sin embargo que más arriba en su parte me-

1 En su "Geografía y Estadística de la República Mexicana" T. IX, "Geografía y Estadística del Estado de Oaxaca de Juárez," México, 1891, pág. 22, el Sr. A. L. Velasco atribuye al Atoyac solamente un curso de 293 km. Pero esto es una equivocación, porque según las tablas de los caminos reales, cap. 52, págs. 385 y 386 del mismo libro, la distancia entre Oaxaca y el Rancho de Río Verde es 293 km (292 km 72). Faltan de este modo los 42 km entre Oaxaca y las Sedas (pág. 383) y los 90 km entre el Rancho del Río Verde hasta la desembocadura del Río Verde al Pacífico. Pero $293 + 42 + 90$ km tampoco es la longitud correcta ni aproximadamente del curso de nuestro río, porque el camino real á lo largo del cual están medidas las distancias entre el Rancho de la Y, Sola, Juchatengo, Juquila, Rancho Río Verde, no sigue el río sino toma una dirección mucho más corta que éste, que entre el Rancho de la Y y Juchatengo, hace una curva enorme al E; entre Juchatengo y el Rancho de Río Verde otra todavía más grande al W. Por eso no parece exagerado 600 km y más para el curso del Atoyac y Río Verde desde las Sedas hasta su desembocadura al Pacífico por la Bocabarra del Río Verde.

2 El paso más conocido y más usado es el Paso del Rancho Río Verde llamado también el Paso de la Reina, cerca del Rancho del Río Verde. Por éste pasa el camino de Juquila á Jamiltepec.

dia y superior, donde se llama Arroyo de la Soledad, hay siempre bastante agua.

La Geología de esta parte del Río Verde es bastante monótona: Las mencionadas lomas son de gneis granítico, de biotita ó de amfibola, que poco cambia en su aspecto macroscópico. Las llanuras entre las lomas consisten de puro acarreo.

La cuenca hidrográfica del Atoyac y Río Verde es muy grande é incluye no solamente los Valles de Etlá, Oaxaca, Ocotlán, además de todo el Distrito de Zimatlán y los Valles de Ejutla y Miahuatlán, sino también casi todo el Distrito de Juquila y grandes partes de los Distritos de Teposcolula, Nochixtlán, Tlaxiaco y Jamiltepec.¹

En la Bocabarra del Río Verde desemboca el Río Verde al Pacífico. La costa, que se extiende más ó menos en una dirección EW, es plana, sin bahías ni puertos. Una excepción hace solamente la Laguna de Chacagua al E de la Bocabarra del Río Verde, donde el Morro de Chacahua, una roca de gneis, se eleva en la mera orilla del mar. Tras esta roca se encuentra dicha laguna extensa con una profundidad variable desde 1 hasta 20 m. No es una laguna abierta, sino hay muchas islas en ella, cubiertas todas de bosques tupidos, sobre todo de mangle. Al pie oriental del Morro de Chacahua hay una depresión de la costa, por la cual entra el mar á la laguna durante la marea alta, mezclándose las aguas saladas del mar, con el agua salobre de la laguna. Desde el

¹ Por falta de un mapa exacto hasta ahora no es posible determinar con exactitud la línea divisoria de las aguas, que rodea la cuenca hidrográfica del Atoyac y Río Verde.

pie occidental del Morro, se extiende la costa hasta la Bocabarra con una altura de 1 hasta 2 metros sobre el nivel del agua en la laguna y el nivel medio del mar, y solamente á causa de la anchura de esta cinta de arena, no entra por lo regular, también en este lado del Morro, la marea alta á la laguna.

Del Norte confluye á la laguna el Río Grande. Este río, que solamente en la temporada de las aguas conduce agua en cantidad considerable, llena algunas veces, á causa de aguaceros en la Sierra, su lecho de tal manera, que la mayor parte de sus aguas desborda y afluye al Río Verde, que corre no muy lejos del Río Grande, sin que haya entre ellos en la parte cerca de la Laguna de Chacahua elevaciones del terreno.

Descripción petrográfica de las rocas encontradas en la cuenca del Atoyac y Río Verde

Damos en las páginas siguientes una descripción provisional de algunas series de rocas, que forman las sierras de la parte del Estado de Oaxaca de que tratamos. Ni pretende ser una colección completa el material que trajimos de nuestro viaje de información á aquella comarca, ni está concluído todavía nuestro estudio de las muestras petrográficas, faltando todavía para la mayor parte los análisis químicos y el estudio exacto y completo de varios minerales más raros y más interesantes.

GNEIS GRANULÍTICO Y GRANULITAS

Rocas más ó menos granulosas de colores claros, desde blanco gris hasta color de café. Estructura muchas veces pegmatítica. Elementos esenciales son feldespatos

(como mineral predominante) y cuarzo en granos alargados, en forma de lentes de variable tamaño, formados por fuerzas tectónicas. Entre los feldespatos predominan ortoclasa y microclina, pero no falta nunca aun plagioclasa. Los colores de los feldespatos son claros, gris, blanco, amarillento hasta el color de café, raras veces rojizo. Casi siempre contienen muchas inclusiones y están alterados. Los lentes de cuarzo tienen su lustre grasoso y colores de café obscuro, muchas veces también un tinte gris azul. El cuarzo contiene pequeñas, pero abundantes inclusiones de líquido con burbujas de gas, alargadas por presión, además unas que parecen ser de jergón y otras de turmalina y de apatita. Cuarzo y ortoclasa están muchas veces ligados según leyes cristalográficas y forman después un gneis pegmatítico.

En diferentes lugares encontramos este gneis granulítico y pegmatítico sin otros minerales. Pocas veces hay esta roca con grafito, pero en muchos lugares abunda un gneis granulítico que contiene, además de feldespatos, cuarzo y grafito, granates; con mucha frecuencia se encuentra el mismo gneis con granates sin grafito.

El gneis granulítico de grafito se parece mucho al gneis granulítico propiamente dicho. Sobre los feldespatos y el cuarzo no hay que añadir nada á lo que dijimos; la grafito se encuentra en laminitas de tamaños variables entre menos de 1 mm hasta poco más de 10 milímetros, es blanda, de color metálico negro gris y se exfolia con mucha facilidad en hojitas delgadas.

Este gneis con grafito sola es bastante raro; casi siempre contiene granates además de la grafito. Los granates son de color rosa hasta rojo obscuro, quebradizos, sin formas buenas cristalográficas, pero siempre más ó me-

nos de formas semejantes al dodecaedro. Sobre todo en las láminas se ven muchas veces cristales isotrópicos de granates de formas hexagonales. El tamaño de este mineral cambia entre cristales de menos de medio milímetro de diámetro hasta cristales de tamaño de un puño. El tamaño está en relación inversa con la cantidad de cristales: algunas fajas del gneis están casi impregnadas con cristales pequeñísimos, en otras se encuentran solamente pocos granates, pero entonces individuos grandes. Bajo el microscopio se observa, que los cristales, sobre todo los grandes, casi siempre están fracturados, y en las grietas se encuentran varias veces (además de la infiltración de limonita) clorita, como producto de la alteración del granate.

Otra especie de gneis granulítico contiene epidota, pero es bastante rara.

Al gneis granulítico, lo encontramos en el Cerro Fortín (falda NW), en el Cerro Chapultepec (lado E), en el camino de Zimatlán á Vigallo, en el Arroyo de la Concepción, y poco abajo de la cima del Cerro Viejo de Valdeflores.

Gneis pegmatítico hay arriba del pueblo de Vigallo, en la loma del Yayusiú, cerca de San Pablo, en el Cerro Viejo (estos tres contienen pistacita), en el Cerro Guichfro, cerca de Ayoquesco, y en el Río de San Vicente, cerca de su confluencia con el Atoyac.

Gneis granulítico con grafito se encuentra en pedazos, envueltos en una caliza metamórfica, en la loma de la Hacienda de Teruel, cerca de la Estación de Teruel del Ferrocarril Oaxaca-Ejutla.

Gneis granulítico con grafito y granates hay en el Yayusiú, cerca de San Pablo, en la Piedra Negra (Arro-

yo de la Concepción) y abajo de la capa de la caliza sedimentaria, en la falda oriental del Cabo de Hacha, al SW de Ayoquesco.

Gneis granulítico de granates, se halla en el Yayusiú, en la Piedra Negra, arriba del Guichfro, y en cañón del Atoyac, abajo de la Hacienda de Yogana (en la base de la caliza fosilífera del Cerro de San Vicente).

Gneis pegmatítico de granates hay en el Arroyo de la Concepción y en la barranca del Atoyac, río abajo del Paso Ancho (entre San Vicente Coatlán y Juchatengo).

Un gneis más compacto, con granos muy finos, una verdadera Granulita, encontramos en el Cerro Viejo. Granulita con granates hay abajo de Juchatengo, cerca de Trapiche de la Soledad y en la Trompeta (cerca del Rancho de Ayona, Trompeta II).

Gneis granulítico con turmalina en cristales muy grandes, pero con forma relativamente mala, hay en Vigolde (cerca de Vigallo, Zimatlán), en la Piedra Negra (Arroyo de la Concepción, San Pablo) y en la Barranca de la Concepción.

Parece que el gneis granulítico no se encuentra en la Sierra de Juquila y más al Sur.

GNEIS DE MUSCOVITA

Gneis de muscovita hemos encontrado solamente en la Sierra de Juquila. Es un gneis de estructura hojosa, de color claro, gris amarillento, en el cual se distinguen con facilidad los feldespatos, ya en estado de descomposición, los grandes ojos de cuarzo, rodeando y envolviendo á estos elementos la muscovita, en láminas gruesas y onduladas, de color de plata pulida.

GNEIS DE BIOTITA

Este gneis que se asemeja no solamente por su composición de feldespatos, cuarzo y biotita, sino también por su estructura más ó menos granítica al granito (granítica), se encuentra sobre todo en la zona costera, formando allá el subsuelo de las planicies y las lomas de esta zona.

Las láminas negras de biotita son los únicos de los minerales constituyentes, que indican, ya macroscópicamente por su posición más ó menos paralela, una ligera estructura apizarrada. Cuando falta este indicio (y no es raro que falte) es difícil ó imposible, macroscópicamente, distinguir este gneis de biotita, de los granitos que también hay en la zona costera.

En lugar de la biotita, ó además de ésta, hay en este gneis en algunas partes anfíbola. Los cristales de la anfíbola tienen por lo regular bastante buenas formas cristológicas, son negros, fibrosos, y por esto, poco lustrosos y se distinguen de la anfíbola del gneis de anfíbola (véase abajo) por el tamaño más grande de los cristales.

GNEIS DE AMFIBOLA

El gneis de anfíbola no es un grupo de rocas bien limitadas, sino se encuentra en conexión y transición con el gneis de piroxena. Se observa muchas veces que el gneis de piroxena pasa poco á poco al gneis de anfíbola, disminuyéndose la cantidad de piroxena y aumentándose la de anfíbola, sin que desaparezca por completo la piroxena.

Menos raro que el gneis de anfíbola puro, es por eso naturalmente un gneis de anfíbola y piroxena y también

con biotita. También los tres elementos se encuentran en algunos gneises, y no es raro que se añada á estos elementos además el granate.

Todas estas últimas formas de gneis se encuentran como fajas poco extensas, como intercalaciones, en la extensa serie de gneis de piroxena, que es el grupo más importante de todas las rocas de la llamada Sierra Madre del Sur. Parece que forma este gneis de piroxena la parte céntrica de esta Sierra.

GNEIS DE PIROXENA

Es una roca granulosa de colores oscuros por la abundancia de cristales negros de piroxena que contiene.

El microscopio demuestra una composición de granos y cristales de ortoclasa, microclina, plagioclasa y piroxena. El último mineral tiene en parte un dichroísmo bastante claro de amarillo á amarillo-rojizo; en parte está en luz transparente claro con un ligero tinte verde, sin dichroísmo. Pertenecen estas piroxenas á las augitas diopsídicas y en gran parte á las piroxenas rómbicas. La microlina no es muy abundante en esta roca, por lo menos se encuentran pocas veces feldespatos, que tienen la estructura típica emparrillada de microclina. Plagioclasas se encuentran siempre y muchas veces en cantidad considerable. El cuarzo falta por lo regular, sin que se pueda decir que siempre.

La augita diopsídica y la piroxena rómbica se encuentran en cristales mal formados, más ó menos iguales en sus dimensiones, con los cruceros comunes de la augita. Alteración de las piroxenas en clorita y serpentina y llenamientos de las grietas de los cristales con

limonita son frecuentes. Además se encuentran magnetita é hidróxidos de fierro, como productos de la descomposición.

Como variaciones de este gneis de piroxena encontramos rocas semejantes, que tienen además de los elementos ya descritos, biotita ó amfibola ó las dos. Como elementos accesorios incluyen estos gneises de piroxena muchas veces granates en pequeña cantidad, y además casi siempre titanita y jergón.

Según nuestra opinión, forma el gneis de piroxena el núcleo de la dicha Sierra Madre del Sur.

En este gneis de piroxena y en el de amfibola, que es, como hemos dicho, una roca de transición del primero, se encuentran muchas intrusiones de diferentes rocas eruptivas.

ROCAS ERUPTIVAS

Prescindiendo de las rocas graníticas de la zona costera, que por el contacto íntimo con el gneis de biotita casi no se dejan separar de los gneises graníticos á biotita, encontramos solamente en un punto de todo el curso del Atoyac granito ó mejor dicho *granitita*.

El río de San Vicente Coatlán se une al Atoyac en el SW de la población del mismo nombre. Cerca de la confluencia de los ríos, en la barranca del Río de San Vicente se encuentra esta granitita de estructura granulosa granítica, que ya está borrada un poco por los efectos de fuerzas tectónicas. Es una granitita típica en su composición, siendo los elementos esenciales biotita, plagioclasa, ortoclasa y cuarzo (en el orden de su consolidación.)

La biotita, sin embargo que está por lo regular fresca, demuestra algunas veces huellas de alteración, que ha

cambiado este mineral en clorita (pennina). Los plagioclasas tienen formas alargadas y la lamelación típica de este mineral; por el ángulo de la extinción son plagioclasas medianamente ácidas (oligoclasas). Estas y los ortoclasas son por lo regular turbias por productos de una alteración, todavía poco adelantada. Inclusiones faltan. El cuarzo, que se encuentra en granos más ó menos redondos, está algunas veces corroído en sus márgenes, pero por lo regular marginalmente quebrado y fracturado por fuerzas tectónicas y tiene por la misma causa una extinción ondulada.

Es probable que con este macizo granítico esté en conexión genética una roca *porfírica*, que se encuentra en todo el cañón del Atoyac, desde San Vicente hasta Ixtapan y más abajo, en innumerables intrusiones en grietas. Parecen ser éstas rellenos porfíricos, apófisis del macizo batolítico, que solamente en la confluencia del Río de San Vicente viene á la luz del día.

La roca de estos apófisis es un pórfido granítico en el cual se encuentran como elementos de la primera consolidación biotita (casi siempre alterada en pennina), ortoclasa y plagioclasa en cantidad variable (siempre pequeña), cuarzo muy fracturado y hecho pedazos sobre todo en sus márgenes. La pasta fundamental es holocristalina granulosa y consiste de granos de feldespatos y de cuarzo con fragmentos de pennina.

Las ortoclasas y plagioclasas de la primera consolidación tienen tamaños notables (hasta un centímetro) y merece mención la frecuencia de la estructura zonal en ellas. Sus formas cristalográficas son todavía perceptibles, sin embargo de que los contornos están corroídos. De inclusiones primarias se encuentran en los fel-

despatos solamente biotita ó, como producto de la alteración de este mineral, pennina. Una descomposición, aunque no muy adelantada, causa un ligero enturbiamiento.

En otros puntos la roca está mucho más alterada, y parece que esto ocurre principalmente en aquellas partes de este pórfido, donde el cuarzo está mucho más raro. Además, en esta roca se observa como producto de la alteración epidota y muscovita, también hay calcita secundaria en algunas partes.

Otra roca que principalmente se encuentra en la barranca del río entre San Vicente y Juchatengo, y que cruza en grietas los filones del pórfido arriba descrito, es de aspecto negro, compacto. Es una *porfirita de augita* con estructura intersertal. Bajo el microscopio sobresalen por sus dimensiones, las varillas de plagioclasa (oligoclasa) y granos, varias veces aglomerados, de una augita diopsídica. La pasta de esta roca es una mezcla de augita y plagioclasa. Esqueletos de cristales de magnetita, en formas muy finas, abundan.

Una roca eruptiva, que por su descomposición completa no se puede clasificar exactamente, se encuentra en una extensión considerable al lado Sur de la continuación occidental de la Sierra de Miahuatlán, entre San Vicente y Sola. Observamos la roca, que por su aparición geológica parece efusiva, en el camino del Rancho de la Y á Sola, pasando la culminación del camino en el lugar llamado el Obispo, y en el cañón del Atoyac, río abajo del cañón estrecho, que ha cortado el río en la sierra calcárea de Miahuatlán. Podemos llamar á la roca una *Porfirita* sin dar á ella una clasificación más exacta.

La roca es, como ya hemos dicho, completamente descompuesta, es decir, se encuentran bajo el microscopio solamente las formas borradas de feldespatos, llenadas por los productos de su alteración, como muscovita, clorita y calcita. Este último producto de la descomposición de los feldespatos, parece indicar que el mineral primitivo ha sido una plagioclasa. Otros productos de la alteración, las magnetitas parecen ser restos de biotita, por las formas que todavía demuestran y por las inclusiones de biotita que contienen algunas veces en su núcleo.

Estos restos de la primera consolidación nadan en una pasta también por completo alterada, aunque se ven algunos restos de plagioclasas. Está impregnada la roca con un polvo fino de magnetita, que, solamente en parte, parece producto de la alteración, en parte enseña una estructura fluidal, siendo este polvo un componente primitivo de la roca.

CALIZAS METAMÓRFICAS ANTIGUAS

En el complejo de las capas de los diferentes gneises se encuentran en varias partes de nuestra comarca, como intercalaciones probablemente contemporáneas, calizas metamórficas, ricas en minerales de contacto.

Observamos en estas calizas metamórficas antiguas (las calizas metamórficas, que se encuentran en la base y en conjunto con calizas más modernas, véase abajo) en la loma Yayatis y Yavidis cerca de San Pablo Huixtepec, en la cima del Cerro Viejo de Valdeflores, en la Loma de la Labor al E y en el Guegochón y Guichfro, en el W de la población de Ayoquesco, en la barranca de Atoyac cerca de la confluencia del Río de

San Vicente y más río abajo, cerca de la confluencia del Río de Santa Isabel, y varias otras intercalaciones de menos extensión hasta el Rancho del Potrerillo, cerca de Juchatengo. Una zona de caliza metamórfica hay además en el otro lado (Sur) de la Sierra de Juquila, cerca de Panixtlahuaca.

La caliza metamórfica de la loma Yayatis y Yavidis, cerca de San Pablo, es una caliza granulosa de colores claros. Los granos de la caliza, transparente casi como agua solamente con un ligero tinte gris, predominan en esta roca, en la cual la wollastonita fibrosa, de color blanco amarillento, forma nidos y aglomeraciones; pero se encuentran también cristales aislados de este mineral. Además contiene la caliza granos de una diopsida verde, que parecen fundidos superficialmente.

El análisis químico de estos cristales verdes comprueba su pertinencia á las augitas diopsídicas por la poca cantidad de Al_2O_3 que contienen.

	Yavidis	RANCHO ZOPILOTE	
		I	II
H ₂ O	0.94	.....	.....
SiO ₂	52.10	51.87	52.46
Al ₂ O ₃	0.28	Huellas	1.31
Fe ₂ O ₃	2.54	.....	0.68
FeO.....	7.13	3.73	6.78
CaO	22.40	.....	23.98
MgO.....	12.92	.....	14.04
MnO	0.69	.....	.....
K ₂ O, Na ₂ O.....	0.85	.....	.....
	<u>99.85</u>		<u>99.25</u>

Los dos análisis del Rancho del Zopilote son tomados del libro de Felix y Lenk "Beitraege zur Geologie

und Palaeontologie der Republik Mexico" 1889-1899. II. Teil, 3, Abschn. págs. 115 y 117.

El análisis de nuestra diopsida da una composición

La Fassaita tiene la siguiente composición química:

10 (NaFe) O_2SiO_2 ,

1 MgO, Al_2O_3 , SiO_2 ,

37 CaO, FeO, 2 SiO_2

111 CaO, MgO, 2 SiO_2 ,

8 MgO SiO_2 .

Distribuido por toda esta caliza, pero en poca cantidad, hay titanita en cristales de dimensiones muy pequeñas (los más grandes ejemplares tienen 1 mm de diámetro) y en forma característica del mineral, fundidos en sus márgenes, de color de café transparente.

La caliza metamórfica de la cima del Cerro Viejo de Valdeflores se distingue de la caliza de la loma Yavidis por la predominancia completa de los granos de calcita, por el estado de la alteración en que se encuentran las diopsidas (perdieron su color verde oscuro cambiándolo en un gris sucio ó algunas veces con un tinte rosa violado), por la falta de la titanita y la pequeña cantidad de wollastonita.

La caliza metamórfica de la loma de la Labor en el SE de Ayoquesco es menos granulosa que la del Cerro Viejo y menos alterada. La calcita, que predomina en cantidad los otros elementos, forma una pasta de granos muy finos que envuelve cristales redondeados y marginalmente fundidos de un color claro como cera, de Fassaita, cristales oscuros mal formados y alterados de olivina, flogopita de color pardo, grafita y pyrita. Falta en esta roca la wollastonita casi enteramente, sin embargo que hay en la cercanía inmediata, en la loma del

Aguardiente intercalaciones y depósitos de wollastonita casi pura.

La Fassaita tiene la siguiente composición química:

SiO ₂	52.47%
Al ₂ O ₃	6.95 „
FeO.....	0.67 „
CaO.....	23.37 „
MgO.....	16.21 „
Alcalis >.....	0.33 „
	100.00%

Los álcalis no fueron cuanteados por falta de material.

La roca wollastonítica que se encuentra en la loma del Aguardiente (una parte de la loma de la Labor), es una roca de color blanco, compuesta exclusivamente de cristales de wollastonita fibrosa. Esta estructura fibrosa da á la roca un lustre de seda y una coherencia muy grande. Otros minerales, excepto partes donde se han formado nidos y bolsas de calcita, no se encuentran en esta roca, que tiene un peso específico de 2.87.

Cerca de esta roca wollastonítica hay en la misma loma del Aguardiente una caliza metamórfica, parecida á la otra de la loma de la Labor, pero más alterada y con más silicatos en relación con la cantidad de calcita. La Fassaita forma en esta roca cristales más grandes con caras bien formadas y con el crucero muy claro, paralelamente á (001). Una medición provisional de los ángulos de un cristal fragmentario de este mineral dió (110) : (110) 93°10' y (110) : (001) 74°5'. De estos ángulos se calcula β en 76°2', que es un poco más grande que de otros diopsidas (74°10'). Las caras del fragmen-

to no eran muy planas y por eso resulta seguramente esta diferencia.

Abunda en esta roca la flogopita, que sin embargo, que por lo regular tiene dimensiones pequeñas (2-3 mm de diámetro) algunas veces forma cristales y gemelos de un tamaño de más de 2 cm. Los gemelos se unen por la base (001) y se notan á simple vista por los ángulos entrantes.

Otro mineral con caras muy redondas como si fueran fundidas y con colores oscuros están muy alterados. Bajo el microscopio se ve la formación de serpentina que, formándose por la descomposición del mineral en grietas irregulares, envuelve en forma de una malla partes del mineral primitivo, que es olivina.

Al occidente de la población de Ayoquesco se encuentra una faja de caliza metamórfica que pasa en dirección NNW-SSE por la loma del Guichfro y el Cerro Guegochon y se encuentra también en el arroyo entre estos dos cerros en un lugar llamado el Chorro.

La roca de esta faja es una caliza metamórfica granulosa, que en la loma del Guichfro está más alterada y contiene allá pistacita como un producto de la descomposición de unos silicatos, sobre todo en las grietas de la roca. El color de la roca es gris con manchas blancas y verdes. La caliza fresca del Chorro es una caliza granulosa con un tinte rosa pálido. En esta caliza, como en la del Guichfro, se encuentra también flogopita de color de colofonia (la flogopita de la caliza del Guichfro es más clara por efecto de la descomposición), Fassaita de color de cera y olivina oscura. Rara vez se observa serpentina.

Una caliza metamórfica semejante á esta caliza del

Chorro, cerca de Ayoquesco, hay en la Barranca del Pil-meme, parte del cañón del Atoyac, río abajo del Paso Ancho (donde pasa el camino de San Vicente á Juchatengo al Atoyac). Abunda en esta caliza la serpentina, pero hay poca diopsida y mica. Esta serpentina tiene siempre la estructura de la Antigorita.

En la confluencia del Río de Santa Isabel, río abajo de San Vicente, hay otra caliza metamórfica, que contiene grandes cristales de diopsida de color claro del agua y con el crucero (110), granos negros de tamaño variable de olivina, alterada en serpentina, pequeños cristales, marginalmente fundidos, de titanita y pyrita. Esta caliza es de interés especial porque envuelve grandes pedazos de gneis.

En su composición mineralógica muy semejante á estas calizas metamórficas antiguas de la serie de las rocas gneisicas, son otras calizas metamórficas, que no siempre muy claramente, pero por su posición en la base ó de otro modo vecina á las calizas fosilíferas, con mucha probabilidad pertenecen á sedimentos más modernos. Hablaremos de éstas más abajo.

PIZARRAS Y FILADES

Pizarras y filades hay en una extensión bastante grande en la cuenca del Atoyac, en los alrededores de Juchatengo.

Pizarras negras, de hojas muy finas, de fractura astillosa, hay río arriba de Juchatengo. En estas pizarras, que demuestran pocos efectos de fuerza tectónica, no hemos podido encontrar fósiles.

Filades margosas más claras, de colores amarillentos verdosos con lustre de mica ó de talco, también finamen-

mente apizarradas y plegadas se encuentran en el camino real de Juchatengo á Sola abajo de la pequeña población de Santa Ana.

Por estas filades y también por una roca verdosa, algunas veces apizarrada, que se encuentra río abajo de Juchatengo, pasan en diferentes direcciones filones de cuarzo como rellenamiento de grietas.

El material ó la roca primitiva de esta "roca verde" en parte apizarrada, parece haber sido una roca eruptiva de la familia de los gabbros. Ahora podemos llamar á la roca una amfibolita por la amfibola que predomina. Tiene formas alargadas este mineral y varias veces se reúnen estos cristales en grupos radiales. Tiene un dichroísmo fuerte de verde claro ó verde azulado ó verde amarillo, el ángulo de la extinción es pequeño. En cantidad mucho menor hay aglomeraciones de granos de plagioclasa bastante fresca. Bajo el microscopio no se observa estructura apizarrada.

Más abajo de Juchatengo, en la ya mencionada Trompeta (II) se encuentran en la base de una caliza fosilífera otras pizarras negras; el color de estas pizarras margosas, ricas en caliza, viene de una impregnación con materia carbonosa, que se destiñe al tacto sin que la cantidad de la materia orgánica sea de un interés práctico. Encontramos en estas pizarras negras restos de un cevalópodo aplastado.

CALIZAS FOSILÍFERAS Y OTROS SEDIMENTOS MÁS MODERNOS

Encima de estas pizarras negras fosilíferas, que ya pertenecen á los sedimentos más modernos, hay en la Trompeta una caliza fosilífera de color gris. En otras

partes están recostadas estas calizas ó semejantes directamente sobre el gneis, algunas veces con una intercalación de margas pizarras amarillas. El espesor de estas calizas es regularmente bastante considerable. Son calizas de un color gris algunas veces amarillento, y cavernosas en partes. La superficie de las capas de esta caliza está por lo regular cubierta por una red de canales de poca profundidad, pero con crestas muy filosas que separan los canales. El efecto de esta forma de erosión (lapiez) es al fin, que los canales se ponen más amplios en la profundidad y que se caen las crestas entre ellos, formando blocks con márgenes muy filosos. La gente llama á un cerro cubierto con estos pedazos de la caliza, de un modo muy significativo, Cerro de las Calaveras, como por ejemplo el cerro por donde pasa el camino real de Sola á Juchatengo arriba del pueblo de los Reyes. Estas calizas, al romperse despiden un olor fuerte de sulfhidratos y contienen en varias partes fósiles regularmente mal conservados.

Se observa esta caliza en las cercanías de la Hacienda de Teruel, en varias lomas como en la de San Jerónimo y otras más al Sur. La misma caliza forma la mesa del Cabo de Hacha y toda la zona entre el Rancho de la Y y el Obispo cerca de Sola. Por otra serie de calizas fosilíferas pasa el camino real de Sola á Juchatengo entre los Reyes y el Lazo. Además hay pequeñas zonas de caliza fosilífera en las dos Trompetas, una río arriba de Juchatengo (donde pasa el Atoyac por la zona del Lazo) y otra río abajo de Juchatengo á la cual toca el camino real de Juchatengo á Juquila en los contrafuertes de la Sierra de Juquila, arriba de Juchatengo.

Entre la Trompeta (II) abajo de Juchatengo é Ixtapan, hay otra zona de la misma caliza (cerca de la confluencia del Río del Ladrón) y por una más grande que forma también el cerro alto llamado Yuvelin, pasa el río de la barranca inaccesible de la Concha río abajo de Ixtapan. Una zona muy pequeña se halla dos horas río arriba del Rancho del Río Verde.

Hay que mencionar que cerca de Oaxaca se encuentra encima del gneis en varios puntos una brecha de gneis, que pasa por arriba algunas veces á una brecha de caliza fosilífera, que por los fósiles parece contemporánea con la caliza que se encuentra encima de estas capas brechosas.

En varios puntos, como en la barranca cerca de la Hacienda de Teruel, en la barranca cerca de la Hacienda de la Y, llamada Guchillan en el cañón del Atoyac río abajo de la Hacienda Yogana y en la Trompeta (II) abajo de Juchatengo, sufrió esta caliza un metamorfismo, que sin embargo que en algunos puntos se puede decir, que es un metamorfismo por rocas eruptivas, en otros más bien parece ser un metamorfismo dinámico.

El efecto, es decir, los minerales del metamorfismo son los mismos en los dos casos, como también en las calizas metamórficas antiguas, más arriba descritas.

Como depósitos más recientes hay (como en el cañón de Tecomavaca) en los Valles de Ejutla, de San Vicente y de Sola, y en la barranca del Atoyac entre el Rancho del Potrerillo y Juchatengo, un conglomerado rojo de pedazos de gneis (que predomina) con pedazos de caliza fosilífera, todos redondeados por el transporte por agua corriente, ligados por una pasta colorada endurecida de origen eruptivo.

Encima de este conglomerado hay en el Valle de San Vicente y de Sola margas amarillas, coloradas y verdes, sin fósiles, pero llenas, en varias partes, de concreciones. Es dudoso si las margas apizarradas, que se encuentran en la falda SE del Cerro Fortín, son los equivalentes de las margas de San Vicente y de Sola, su aspecto es el mismo.

Tanto el conglomerado como las margas parecen ser depósitos lacustres.

Aluviones, como areniscas y acarreo (raras veces como en San Andrés Lachilá con una pequeña cantidad de materia carbonosa) hay á lo largo del río en todas partes, de espesor más grande en el Valle de Zimatlán hasta Yogana, en Juchatengo y en la zona costera.

En estos conglomerados se encuentran restos de vertebrados como en el Valle de Ejutla.

PRODUCTOS MINERALES

Conocidas son las importantes canteras de Tecali en el Valle de Etna y las ricas minas de Ocotlán y Ejutla. Fuera de éstas hay que mencionar intercalaciones de grafito en el gneis, por ejemplo, una intercalación bastante rica en grafito, en la barranca del Atoyac, río arriba de Juchatengo, en un lugar llamado Cuchilla del Guayabo; pero este punto es accesible solamente á pie, está lejos de toda comunicación y dista bastante de distritos poblados.

Hay minas de cobre y plata de poca importancia en el Valle de Sola, río abajo de la población, en Plan de Minas (abandonado), en el camino de Juchatengo á Juquila. De más importancia son las antiguas minas de Santiago Minas, pero dista este Distrito minero bas-

tante del Atoyac y de las poblaciones cercanas como Sola, Juchatengo, Juquila é Ixtapan (de cada una de estas poblaciones más ó menos una jornada).

TECTÓNICA

Sobre la tectónica de las sierras entre Oaxaca y el mar, no podemos decir más que unas pocas palabras, porque para aclarar la estructura geológica de una comarca tan grande, tan complicada y no levantada topográficamente, se necesitaría mucho más tiempo y estudios más detallados.

Las sierras gneisicas son cordilleras de plegamiento. Al lado oriental de una línea, que nos imaginamos de Zimatlán á Tututepec, en general hay una dirección de las capas gneisicas más ó menos E-W. Al Poniente de esta línea parece inclinarse la dirección más al SE-NW y en algunas partes como en la Sierra de Juquila, en el fondo de la barranca del Río Verde, donde se une á este río el Río de Peñoles, hay una dirección SN.

Otros movimientos tectónicos después del plegamiento del gneis, sufrieron las pizarras y filades antiguas de Juchatengo.

Poco plegadas, pero fracturadas y dislocadas son las calizas fosilíferas. Dislocaciones ligeras sufrieron también los conglomerados y probablemente también las margas.

Que las fuerzas tectónicas todavía se manifiestan en temblores, es bastante conocido de Oaxaca.

