

SECRETARIA DE INDUSTRIA, COMERCIO Y TRABAJO

DEPARTAMENTO DE EXPLORACIONES Y ESTUDIOS GEOLOGICOS

JEFE DEL DEPARTAMENTO Y DIRECTOR DEL INSTITUTO GEOLOGICO, ING. JUAN D. VILLARELLO

---

---

ANALES

DEL

INSTITUTO GEOLOGICO DE MEXICO

---

TOMO II. NUMERO 5

---



IMPRESA AZTECA

MEXICO - 1926

SECRETARIA DE INDUSTRIA, COMERCIO Y TRABAJO

ESTADISTICA

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINEROLOGICO DE MEXICO

ANALES

DEL

INSTITUTO GEOLOGICO DE MEXICO

TOMO II, NUMERO B



IMPRESA ATENEA

MEXICO, 1928

# BOSQUEJO GEOLOGICO DE UNA PARTE DEL ESTADO DE COLIMA

POR GONZALO VIVAR

## INTRODUCCION

Durante los meses de mayo y junio del año de 1921 se desarrollaron en el Estado de Colima los trabajos a que se refiere el presente informe. El suscrito fué comisionado para hacer, en unión del Ing. Alberto Langarica, un reconocimiento geológico encaminado al estudio de los lugares de ese Estado, señalados en la comunicación respectiva, de los cuales se tenían noticias de que presentaban manifestaciones de petróleo. La expedición, por lo tanto, no tuvo por objeto el estudio de la geología de todo el Estado, sino que fué dedicada exclusivamente al estudio de las probabilidades de existencia de petróleo en su territorio. Los lugares señalados en aquellas noticias fueron tomados como puntos de partida; a eso se debió que las excursiones se desarrollaran en su mayor parte en la zona del Estado que se extiende al S. de la Capital, entre los ríos Armería y Coahuayana. Fuera de esa región, solamente se recorrió un tramo de la Barranca de San Palmar, ascendiendo a los cerros que la bordean en ese tramo; la cuenca del río de Periquillo y la faja costera que se extiende desde el río Armería hasta la bahía de Santiago, comprendiendo la llanura de Armería, la laguna de Cuyutlán y los accidentes fisiográficos que la limitan, el puerto de Manzanillo, la hacienda de San Carlos y la de Santiago con el valle del arroyo de Punta del Agua de Camotlán.

Durante las diferentes excursiones llevadas a cabo con el objeto indicado, se tomó nota con la mayor aproximación posible de las diversas formaciones encontradas, y con estos datos y sólo con el carácter de una modesta contribución a la geología del Estado de Colima, se ha formado este incompleto bosquejo geológico, acompañado del croquis correspondiente, de una parte de ese Estado.

Debo mencionar aquí, y agradecer, la eficaz colaboración del Sr. Ing. Alberto Langarica, tanto en el campo como en

el gabinete. Asimismo envió los debidos agradecimientos a las personas que nos prestaron su valiosa ayuda para el mejor desempeño de nuestro cometido, citando en primer término a los señores Gral. don Miguel Alvarez García y Elías Arias, Gobernador del Estado de Colima y senador por el mismo Estado, respectivamente, en aquella época, y a los señores don Luis Brizuela, don José Gómez Padilla, don Jesús Sánchez, don Miguel G. de Alva, Hnos. Rangel, y demás personas que obligaron nuestro reconocimiento.

## SITUACION GEOGRAFICA, LIMITES Y DIVISION TERRITORIAL.

El Estado de Colima se halla comprendido entre los 4°-24' y 5°-16', longitud W. de la ciudad de México, y los paralelos 18°-50' y 19°-26', según datos del plano formado por el señor Ing. Arturo Le Harivel el año de 1900, plano que nos ha parecido el más aceptable entre los trabajos que hemos tenido a la vista, por haber comprobado en el campo gran número de sus datos.

Colima forma parte de los Estados occidentales de la República bañados por las aguas del Oceano Pacífico. Su forma, expresada de un modo general, afecta la figura de un triángulo, cuya base, orientada sensiblemente de N. a S., colinda con los estados de Jalisco y Michoacán, constituyendo el río de Tuxpan o Coahuayana la mayor parte del lindero, y siendo los extremos de esa base al N., el volcán de Colima, y al S., la Boca de Apiza, así llamada la desembocadura del río Coahuayana. Los otros dos lados del triángulo están constituidos: uno, por una línea irregular formada en parte por el río Chacala y orientada en general de NE. a SW., que parte del Volcán de Colima y termina en la Punta de Navidad, línea que separa a este Estado del de Jalisco; el otro por la línea de la costa que baña

el Pacífico desde la Punta de Navidad hasta la Boca de Apiza, con una dirección general de NW. a SE.

El Estado de Colima se halla dividido en nueve municipalidades, que son: Colima, Villa de Alvarez, Comala, Cuauhtemoc, Ixtlahuacán, Tecomán, Manzanillo, Minatitlán y Coquimatlán, distribuidas aproximadamente como sigue: al N. Minatitlán, Comala y Cuauhtemoc; al E. Colima; al S. Ixtlahuacán y Tecomán; al W. Manzanillo y en el centro Villa de Alvarez y Coquimatlán.

#### VIAS DE COMUNICACION

**FERROCARRILES.** — Se llega a la capital del Estado de Colima por el Ferrocarril Central, en su ramal de Guadalajara a Manzanillo. Hay otro ferrocarril, en la actualidad abandonado, propiedad de la Colima Lumber Co., que parte de la ciudad de Colima y llega la parte construída a la cima del Cerro Grande, situado al NW. de esa capital. Este ferrocarril fué proyectado exclusivamente para la explotación de maderas. Existe un proyecto de vía férrea para unir con el puerto de Manzanillo las minas de fierro del Mamey (hoy Minatitlán), vía que se piensa también prolongar en el Estado de Jalisco, para unirla con los sistemas ya establecidos o con el ferrocarril proyectado de Guadalajara al puerto de Chamela. La capital está unida con la Villa de Alvarez, cabecera de la Municipalidad del mismo nombre, por medio de una vía de tracción animal que tiene una extensión aproximada de cuatro kilómetros.

**CARRETERAS.** — Hay varios caminos que unen la capital del Estado con poblaciones situadas en el Valle de Colima, por los que pueden transitar fácilmente automóviles, como son los caminos que parten de Colima para Comala, para Chapa, Cuauhtemoc, Cardona, Los Ortices y Coquimatlán. El antiguo camino carretero de Colima a Manzanillo está actualmente abandonado y su reposición no parece ser costosa pues tiene tramos planos de fácil arreglo y no salva grandes pendientes, necesitándose como única obra importante un puente sobre el río Armería. Fáciles de arreglar parecen también los

caminos que parten de Colima para poblaciones o haciendas situadas en el valle del mismo nombre, lo mismo que la prolongación de ellos hacia el S. Hay otros caminos para automóviles, como el de Cuyutlán a Manzanillo, el de Manzanillo a Santiago y el de la Estación de Tecomán al pueblo del mismo nombre. Este se podría prolongar hasta Chiquihuilán, frente a la población michoacana de Coahuayana. Según últimas noticias se ha podido comunicar por automóvil la capital del Estado con la población de Tonila, Jal.

**CAMINOS DE HERRADURA.** — Casi todas las poblaciones del Estado, haciendas y rancherías, están comunicadas entre sí por caminos de herradura que en general pueden considerarse como fácilmente transitables.

**PUERTOS.** — Para el tráfico marítimo cuenta el Estado con el puerto de Manzanillo que ha sido acondicionado para este objeto mediante costosas obras. Este puerto forma parte de la bahía de Salagua en la cual podrían acondicionarse también otros lugares para embarcaderos, entre los cuales mencionaremos Santiago, Juluapan y El Carrizal.

#### FISIOGRAFIA

Para la mejor comprensión de los elementos de relieve que se enumeran en este capítulo y de las relaciones que guardan entre sí, hemos formado el croquis que se acompaña en el que se han dibujado con tinta siena las líneas divisorias de las aguas, o "parte-aguas" y con tinta azul los ríos. Este procedimiento de representación gráfica explica con facilidad el curso de las montañas, de los ríos y principalmente las cuencas de alimentación de estos últimos. Muy posible es, casi seguro, que en ese croquis haya varios errores debido como antes se ha dicho, a que no se dispone de un plano exacto y completo de la región estudiada.

**MONTAÑAS.** — Los elementos de relieve más notables del Estado son los siguientes: el Volcán de Colima, el Cerro Grande y los cerros del Mamey, situados al N. del Estado; las Sierras de Picila y Las Tinajas (1) al W. del mis-

(1).—No conocí el nombre de esta sierrita, que se extiende bordeando al río Coahuayana, desde la confluencia de éste con el arroyo Zarco hasta el punto en que se unen el mismo Coahuayana y el río Salado, se ha elegido el nombre de la ranchería más importante inmediata a esa sierra.

# ESTADO DE COLIMA

ESQUEMA DE LOS PRINCIPALES ELEMENTOS

FISIOGRÁFICOS DEL ESTADO

ESCALA 1:100,000



Explicación

Explicación



Cabezas de Montañas

610

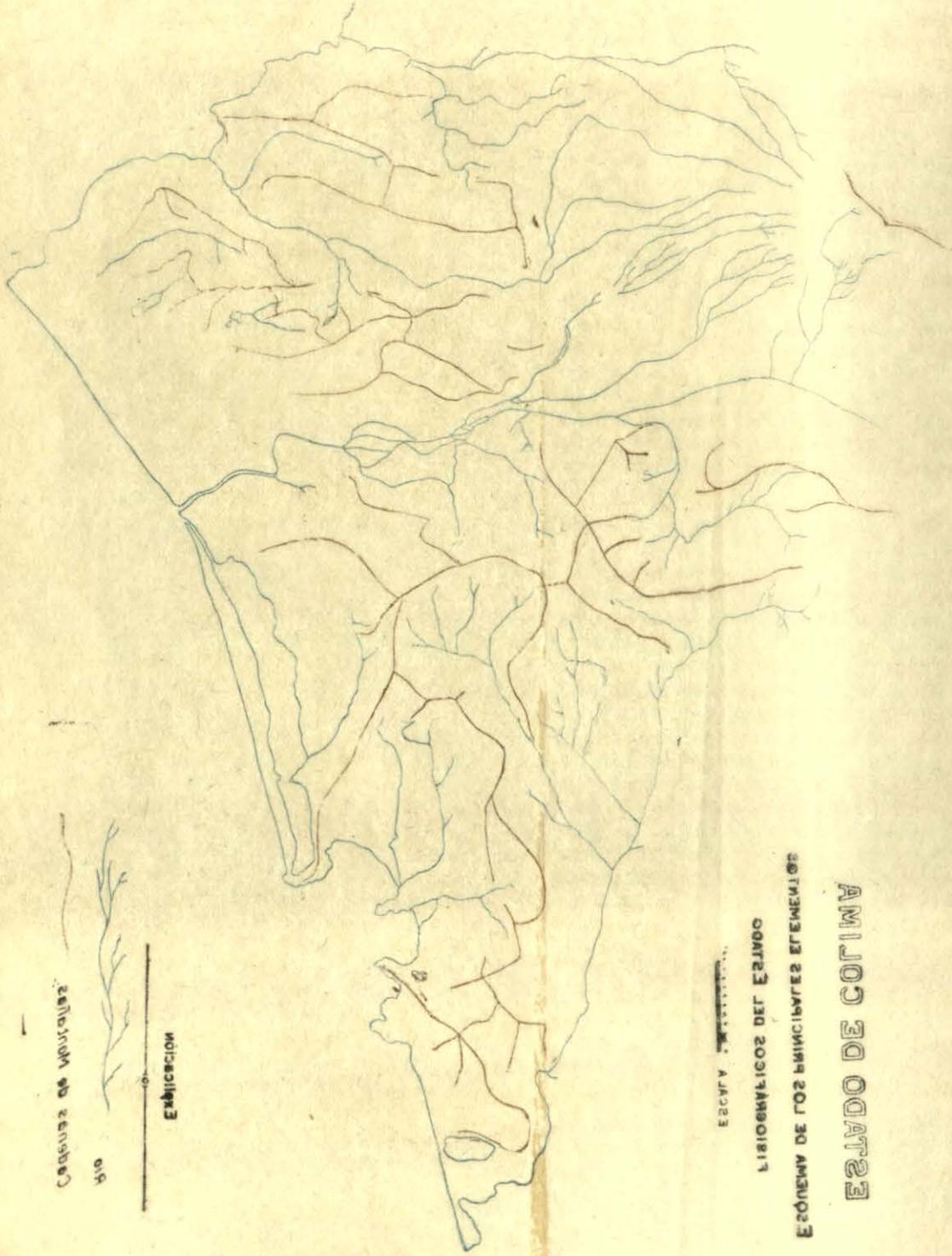
Exhibición

ESCALA

LITOGRAFICOS DEL ESTADO

ESQUEMA DE LOS PRINCIPALES ELEMENTOS

ESTADO DE COGIMA





**ESTADO DE COLIMA**

CROQUIS GEOLOGICO DE UNA PARTE DEL ESTADO

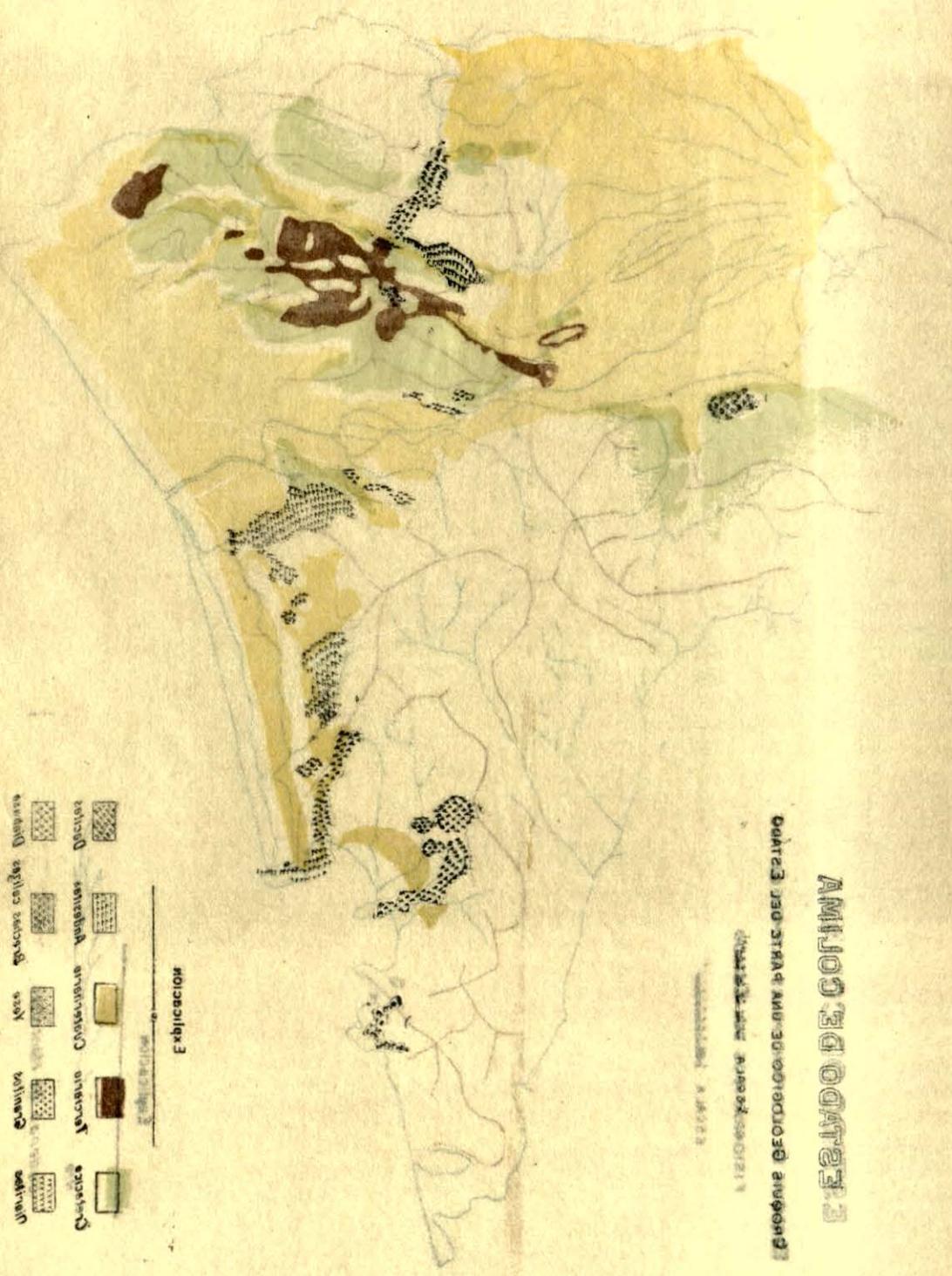
ESCALA 1:100,000

**Explicacion**

-  Cretaceous
-  Tertiary
-  Quaternary
-  Andean
-  Dacitic
-  Quarries
-  Granites
-  Yeso
-  Breccias calizas
-  Diabases

- |        |        |        |                 |        |
|--------|--------|--------|-----------------|--------|
| Умбрия | Сланцы | Квас   | Песчаные сланцы | Долмит |
|        |        |        |                 |        |
| Сланцы | Умбрия | Сланцы | Умбрия          | Сланцы |
|        |        |        |                 |        |
| Умбрия | Сланцы | Умбрия | Сланцы          | Умбрия |
|        |        |        |                 |        |

Экспозиция



ОБЪЕКТЫ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ЗАПОВЕДНИКА  
 Амурский заповедник  
 ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ПОСРЕДСТВО  
 В. П. КОЗЛОВ





mo, los cerros de El Alcomún, hacia el centro; las sierras del Tepejilote, del Tigre, de Santa Rita y cerros de Juluapan, al SW. Estos elementos, así como otros menos importantes, que existen en el Estado, pertenecen al sistema montañoso conocido con el nombre de Sierra Madre Occidental.

El Volcán de Colima constituye una eminencia de 3,850 (1) metros que se levanta al N. del Valle de Colima y forma parte del foco eruptivo Nevado-Colima. El Cerro Grande puede considerarse como una estribación o contrafuerte dirigido hacia el S. de una serranía que se extiende por el Estado de Jalisco y a cuyo flanco oriental corre el río de Armería que la separa del sistema en el cual descuellan el Nevado y el Volcán de Colima; su flanco occidental y su extremo S. (ya en territorio de Colima) están separados de los cerros del Mamey por la barranca de San Palmar, en la que corre el río de Juluapan. Los cerros del Mamey tienen sus crestas culminantes cerca de los límites con el Estado de Jalisco y se continúan hacia el interior del Estado de Colima por elevaciones cuya altura decrece gradualmente hasta morir frente al río de Armería, al W. de la capital del Estado.

La sierra de Picila se extiende desde el punto en que el río Salado hace su gran inflexión al S., hasta la confluencia del arroyo de Santa Rosa con el mismo río Salado. Hacia el E. de esta sierra corre la que hemos llamado de Las Tinajas.

Al grupo de montañas que se extiende desde Rincón del Barrio hasta Caleras, por la margen izquierda del río Armería, lo hemos llamado del Alcomún por ser éste el nombre de la eminencia más notable de ese grupo. Este pequeño sistema se une hacia el E. con la cadena que partiendo de Los Ortices, se extiende con dirección SE. y termina en la margen derecha del río Coahuayana, en la que descuellan los cerros de Ixtlahuacán, Tecolapa, San Gabriel o La Taberna, Cerro Reventón y otros.

Hacia la parte media de la costa N. de la laguna de Cuyutlán se levanta el macizo montañoso del Espinazo del Dia-

blo, que puede ser considerado como núcleo del cual parten, hacia el N., la sierra en la que descuellan los cerros de Piedra Gorda, del Chino, de San Jerónimo, etc., hasta el Puerto del Algodonal; hacia el SE., otra cadena en la cual son elementos dominantes los cerros del Escorpión y del Rincón del Cascalote, que termina con el cerro de Santa Rita en el extremo S. de la laguna de Cuyutlán; hacia el SW., la serranía del Tigre, que va a morir con abruptos acantilados en los cerros del Vigía Grande y Vigía Chico del puerto de Manzanillo; y entre esta cadena y la anterior parte una serie de eminencias también con dirección aproximada al SW. que termina con los cerros de San Buenaventura frente a la laguna de Cuyutlán.

La sierra de Santa Rita, los cerros del Centinela, Piloncillo, Juluapan y del Toro, con otros de menor importancia, constituyen un pequeño sistema que se extiende a todo lo largo de la parte más occidental del Estado.

Como ya se ha dicho, los diversos sistemas de montañas que se encuentran comprendidos dentro del Estado de Colima, son elementos pertenecientes a la Sierra Madre Occidental. Algunos de ellos están orientados según la dirección general NW.-SE., de los componentes de aquella gran cordillera y determinan entre ellos valles o cañadas que tienen más o menos, la misma orientación. Hay algunos otros elementos orientados de modo diferente a los anteriores, y son, principalmente aquellos que van a morir al mar formando grandes acantilados. Como ejemplo de los primeros y de las cañadas que limitan, se citan: el arroyo de Santa Rosa, limitado por la sierra de Las Tinajas al E. y la de Picila al W.; el río Salado, que limitan por el E. la sierra de Picila y por el W. la cadena que comenzando en Los Ortices pasa por Ixtlahuacán y termina en los cerros de Tepostitán; el arroyo de Periquillo, cuya cañada presenta alguna amplitud y pudiera llamársele pequeño valle; el arroyo de Las Truchas, el río del Cacao y el de San José, tributarios del río de Chacala, que tiene su curso limitado por elevaciones que si-

(1).—Esta cifra es el dato más reciente que se tiene sobre la altura del Volcán y fué tomado en mayo de este año con un barómetro de Negretti y Zambra por el señor Guillermo F. Escobosa, uno de los propietarios de la hacienda de Quesería situada en la falda del mismo volcán.

guen una dirección general de NW. a SE. Como ejemplo de los elementos que no participan de esa orientación media general, se señalan las sierras que forman la cuenca hidrográfica de las corrientes que desaguan en Cuyutlán, y la cadena o serie de montañas que se extienden desde la sierra del Tigra hacia el W., y que limitan las cuencas de las pequeñas corrientes que desembocan en la bahía de Salagua.

VALLES.—Fuera de los valles o cañadas a que se ha hecho referencia y que en realidad son fajas estrechas y alargadas, en el territorio del Estado sólo hay un valle extenso: el de Colima, que recibe este nombre porque en una parte de él se asienta la capital del Estado, y una extensa planicie, constituida por las llanuras de Tecomán. El primero está limitado hacia el N. por las faldas del volcán de Colima, al E. por el río Tuxpan, al W. por el río Armería, y hacia el S., su límite está constituido por una línea muy irregular que partiendo de Coquimatlán hacia el E. puede considerarse que pasa por los siguientes puntos: Rincón del Barrio, Los Amoles, Acatitán, Picila, siendo la sierra de este nombre y la de Las Tinajas las que determinan el límite extremo meridional del Valle. Las llanuras de Tecomán están comprendidas entre los ríos de Coahuayana y Armería y limitadas al N., por las faldas, algunas de ellas abruptas, de los contrafuertes finales de las montañas comprendidas entre esos mismos ríos, y al S. por el Océano Pacífico. Podemos agregar como perteneciente a esta llanura, la porción de terrenos planos comprendida entre el río Armería y el principio de la laguna de Cuyutlán, y otra porción de planicie costera situada al E. del río Coahuayana, ya en terrenos del Estado de Michoacán a la cual no se hará otra referencia en este informe.

RIOS.—Tres son las corrientes principales que atraviesan el territorio del Estado de Colima y las tres desembocan en el Océano Pacífico: al E., el río de Tuxpan que cerca de su desembocadura se llama de Coahuayama; en el centro, el río de Armería, y al W. el río de Chacala. Los tres recogen las aguas de la mayor parte del territorio del Estado, pues son pocas y de muy poca importancia las otras corrientes que di-

rectamente desaguan en el Pacífico y las que lo hacen en la laguna de Cuyutlán, aparte de otras, también pequeñas que se pierden en las arenas y aquellas que quedan contenidas en cuencas cerradas muy reducidas. El río de Coahuayama recoge directamente, por medio de pequeños arroyos, las aguas de la zona más oriental del Estado, y por medio del río Salado, que se le reúne en un lugar llamado Tepostitán, las aguas de una parte del Valle de Colima y las que este río a su vez recoge en su curso hacia el S. provenientes de las faldas de la sierra de Picila y de la cadena que se extiende desde el lugar conocido con el nombre de Los Ortices, pasando por Ixtlahuacán, hasta los cerros de Tepostitán. El río de Armería que antes de entrar a Colima tiene el nombre de río de Tuscacuesco, recoge las aguas de la parte N. y media del Estado y desemboca en el Océano Pacífico hacia el extremo SE. de la laguna de Cuyutlán, por la Boca de Pascuales. El río de Chacala, la última de las tres corrientes principales señaladas, llamado también río de Maravasco y río de Sihuatlán, recoge las aguas del extremo NW. de Colima y su curso en el Estado está comprendido desde el Municipio de Minatitlán hasta la Barra de Navidad, lugar de su desembocadura.

La mayor parte de los afluentes que reciben esos ríos en el Estado de Colima son de carácter torrencial, del cual hacen participar, más o menos, a los mismos ríos principales; de éstos puede decirse que siempre llevan agua en sus cauces, aunque muy poca en la temporada de secas y en cambio, en la temporada de lluvias, aumenta su caudal de un modo desproporcionado, lo que los vuelve tumultuosos y arrolladores y hace sus vados muy difíciles. El cauce de los afluentes siempre está seco, salvo en la temporada de lluvias, que comienza generalmente en el mes de junio y termina en el de septiembre, en unas regiones del Estado; en otras, comienza en julio y termina en octubre; en esa época y dada la gran pendiente de los arroyos se verifica un intenso trabajo de erosión.

Entre los arroyos que se pierden en las arenas, algunos descargan directamente en la llanura costera, como pasa en la región de Tecomán, y otros, atra-

viesan cuencas cubiertas por detritus que provienen de las rocas circunvecinas, perdiéndose en dichos detritus y apareciendo más adelante, como sucede en el arroyo de Periquillo y en el de Punta del Agua de Camotlán. En cuanto a las corrientes que quedan contenidas en cuencas cerradas y reducidas, su caudal proviene de las lluvias y entre ellas deben mencionarse las que se reúnen en las lagunas de Amela y Alcuahue, la pequeñísima de Rincón del Barrio, así como las que se precipitan en la alta depresión del Alcomún. Mencionaremos por último, el arroyo Arenoso o del Colomo y el estero de Santa Rita, que vierten sus aguas en la laguna de Cuyutlán, el primero frente a la hacienda del Colomo y el segundo en el extremo SE. de la laguna.

**LAGUNAS.**—La principal laguna del Estado es la del Alcuahue que está situada al E. de Tecomán y en el municipio de Ixtlahuacán. Las aguas que la alimentan provienen de las faldas orientales del cerro de Tecolapa y las occidentales del cerro de San Gabriel o La Taberna. Su vaso es pequeño, su cuenca cerrada, sin desagüe natural, y por consiguiente la cantidad de agua que almacena disminuye notablemente en la larga temporada de secas, por efecto de la evaporación, la que también es causa de una concentración paulatina y depósito de sales en pequeña cantidad. Lo mismo puede decirse de la laguna de Amela situada a poca distancia al S. de la anterior y bordeada por los últimos elementos de relieve del terreno hacia esa parte del Estado, pues que inmediatamente de ese cordón de pequeños cerros, sigue la llanura costera, aquí llamada de Tecomán.

Algunos informes aseguran la existencia de un vaso interior hacia el Norte de la capital del Estado, vaso que se dice es un antiguo cráter y tiene una profundidad superior a 50 metros. En el municipio de Minatitlán existe un pequeño depósito cerrado, llamado Ojo de Mar. Quedan por referir únicamente las albuferas, a las que se da el nombre de lagunas, y que son las de Cuyutlán, San Pedro y Potrero Grande. La primera se extiende desde Manzanillo hasta muy cerca de la Boca de Pascuales y es la más extensa. Durante la época de nuestra visita (junio de 1921) estaba seca casi en su totalidad. La de San Pe-

dro está situada hacia el NW. y cerca del puerto de Manzanillo, entre el puerto y el arranque de la peninsulita de La Audiencia. La de Potrero Grande está situada en el extremo W. del Estado, en la llanura comprendida entre los cerros de Los Achotes y el río de Chacala.

Estas albuferas están perdiendo o han perdido su comunicación directa con el mar, en virtud de que el cordón litoral se cierra y seguramente que con el tiempo quedarán convertidas en verdaderas lagunas y éstas, a su vez, desaparecerán paulatinamente, según se explica más adelante.

**MANANTIALES.**—Los manantiales que hubo oportunidad de conocer durante las diversas excursiones, fueron los siguientes: el llamado del Agua Fría, situado en la margen izquierda del río de Juluapan (barranca de San Palmar), un poco arriba del rancho del Pochote: produce un regular caudal utilizado para irrigar terrenos y sus aguas van a dar al río de Armería; el grupo de manantiales conocido con el nombre de "El Agua Caliente", situado en terrenos del Sr. don Luis Brizuela, en las márgenes del río Salado y cuyas aguas, fuertemente cargadas de sal, han dado nombre al río en el cual se vierten; el "Ojo de Agua" que brota con abundante caudal en la barranca por donde corre el río Coahuayana, entre los Pasos de Tacinaxtla y Trapichillo; el grupo de manantiales que aparece al pie del cerro calizo situado entre el Puente Negro y el cerro de Los Libros, lugar conocido con el nombre de Los Amiales y perteneciente al municipio de Coquimatlán; dos manantiales de agua muy pura que brotan en terrenos de la hacienda de Santiago, uno, a unos cuantos metros al N. de la finca, y el otro, en la margen de un pequeño arroyo al W. de la rancharía de La Punta del Agua de Camotlán, manantial al que llaman allí también del Agua Caliente, aunque sus aguas no son termales; y finalmente, varios vertederos que aparecen en fincas o huertas, situadas dentro del perímetro de la ciudad de Colima y cuyas aguas se emplean para el consumo de la población, para baños y para el regadío de las mismas fincas.

Pasamos a exponer las causas probables del funcionamiento de los manantiales que han sido mencionados, y que

fueron objeto de una rápida visita. Los estudios hidrológicos en el Estado, estaban a cargo del señor Ing. Vicente Gálvez, miembro también del Instituto Geológico, quien ha hecho una especialidad de su encargo y quien dará, seguramente, mejores luces sobre este punto.

El manantial conocido con el nombre del Agua Fría brota en la margen izquierda de la barranca de San Palmar, por grietas en las calizas y sus aguas parecen provenir de una cañada alta comprendida entre el Cerro Grande, que es el nombre que corresponde a la eminencia principal de la que forma parte el cerro del Grupiche, y las eminencias del mismo sistema que corresponden a la finca de Platanarillo. Esa cañada está contenida entre elevaciones de constitución caliza; las aguas que caen en sus flancos, desaparecen entre grietas y diaclasas de las calizas y vienen a aparecer, después de un curso más o menos tortuoso, en el lugar que se conoce con el nombre de El Agua Fría, manantial que debe ser considerado, como consecuencia de las explicaciones anteriores, como una "resurgencia", quedando todavía más definido este carácter por las intermitencias de su gasto, con las que están familiarizados los habitantes de aquellas inmediaciones, quienes dan cuenta de que de tiempo en tiempo ocurren verdaderas avenidas intempestivas. Como el reconocimiento de la barranca de San Palmar no se prolongó hacia arriba del manantial no fué posible investigar si las aguas que bajan por ella desaparecen en algún punto de su curso y vienen a aparecer en el manantial o si el origen de éste es exclusivamente el que se ha indicado.

**Manantiales que brotan dentro de los límites de la ciudad de Colima.**—Esta población se halla situada en gran parte sobre elementos de la brecha volcánica que rellena el valle, la cual aparece en algunos sitios, por ejemplo, al E. de la ciudad, por los terrenos del Hospital en construcción y en el lugar donde está la "Piedra Lisa", y constituye en algunos lugares una capa impermeable cubierta por el cascajal proveniente en parte de su desintegración y en parte del acarreo de los arroyos; en otros lugares sólo la cubre la capa de tierra vegetal constituida por arenas principalmente, cenizas y algo de arcilla. La

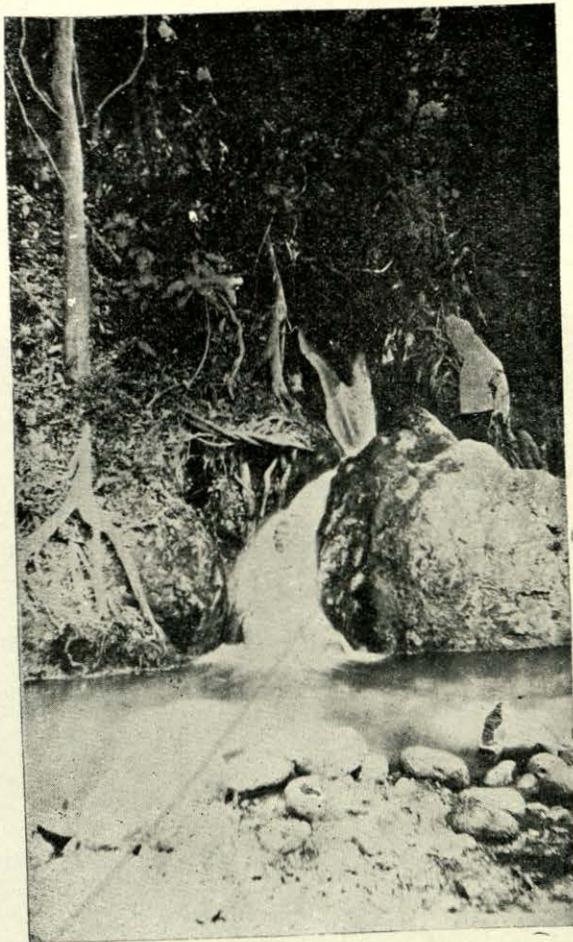
arcilla probablemente tiene su origen en la fácil descomposición de las cenizas y arenas y también en la desintegración de la brecha volcánica, pues los elementos de ésta muchas veces se encuentran cementados por material arcilloso. Ahora bien, las aguas del valle escurren hacia el S., esto es, hacia los terrenos donde está edificada la ciudad; la capa superficial de esos terrenos, de gran porosidad, les permite un paso franco; llegan a la brecha volcánica, muy cercana, consolidada fuertemente y por eso, impermeable, y corren sobre ella y entre los intersticios del acarreo que la cubre, siguiendo un curso bien irregular, dada la gran irregularidad de la superficie de esa brecha grandemente accidentada por los bloques que la forman y la heterogénea disposición del acarreo; las aguas, por lo tanto, corren por gran número de canalículos formados entre esos bloques y revestidos tal vez por una capa arcillosa, también impermeable, que les impide cambiar constantemente de dirección, lo que hace que si en un punto cualquiera del curso de esos canales se hace una excavación, que no será profunda, es fácil encontrar esas aguas y hacerlas brotar. Según la explicación anterior se puede inferir que los veneros no serán de gran gasto, aunque en compensación puedan "hacerse" varios manantiales de estos y obtener cierto caudal que baste siquiera para el regadío de huertas.

Se hizo una visita especial al punto del río Salado conocido con el nombre de Agua Caliente, con motivo de algunos informes recibidos acerca de unas manifestaciones de petróleo que allí aparecían, y lo que se encontró fué lo siguiente: en las márgenes del río, principalmente en la izquierda, aparecen unos manantiales de aguas minerales que al evaporarse dejan depósitos de sal (cloruro de sodio), limonita y carbonato de cal, el primero bajo forma de eflorescencias, el segundo en capas y manchas en las piedras del lecho y el tercero bajo la forma de travertino. El lecho del río está constituido por brecha volcánica y las paredes por conglomerado fino y areniscas de río, que descansan sobre la brecha. Los manantiales brotan al nivel del lecho del río, sobre la brecha y entre las areniscas y conglomerados por grietas que las atraviesan. Los de la margen derecha

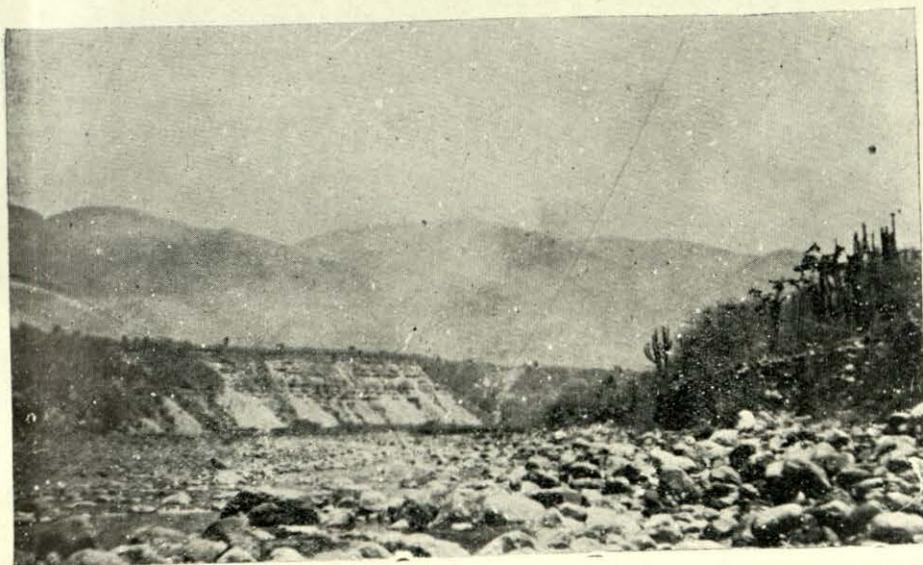


No. 1.—Manantiales en el río Salado, Edo. de Colima.





No. 2.—Manantiales en el río Salado, Edo. de Colima.



No. 3.—Terrazas en el río Armería, Edo. de Colima.



producen muy poca cantidad de agua y parecen estar en decadencia; los de la izquierda producen bastante cantidad.

El origen de estos manantiales está en las infiltraciones de las aguas que caen o se reúnen en los terrenos planos y altos situados al E. y S. del lugar, las cuales para llegar al río Salado, tienen que atravesar un macizo calcáreo constituido por una serie de cerritos que comienza con el cerro del Aguacate que es el más cercano a estos lugares.

En la falda septentrional de este cerro existe una depresión en forma de caldera o embudo, en la que desagua una pequeña barranca que corre de W. a E. bordeando esa falda; las aguas de esta barranca y las que bajan por la falda de ese cerro desaparecen por grietas numerosas que en todos sentidos atraviesan a las calizas en esa depresión y en las que se ven algunos restos de mamposerías que parecen indicar que alguna vez se intentó obstruir esas grietas para captar el agua. Al E. de esta depresión se extiende una llanura, en general unos 20 metros más alta que la depresión, y en esa llanura se encuentra una ciénega cuyas aguas desaparecen poco a poco por filtración en el subsuelo y con toda probabilidad se unen a las que se precipitan por el embudo antes referido y constituyen también la alimentación de aquellos manantiales.

Se ha dicho que las aguas, a su salida y al evaporarse, depositan carbonato de cal, limonita y cloruro de sodio. El primer compuesto lo obtienen a su paso por las calizas, por disolución de éstas y mediante proceso conocido y lo depositan en la boca del manantial en forma de travertino muy típico en el cual se encuentran impresiones de plantas muy bien conservadas; la limonita proviene seguramente del material ferruginoso de la brecha volcánica alterada en contacto prolongado con las aguas de la ciénega, en la cual es fácil ver, cuando está seca, masas de óxidos de hierro, aparte de que las aguas recorren también algún trecho sobre brecha maciza; en cuanto al cloruro de sodio, su presencia requiere algún estudio, pues la proporción de sal en las aguas es superior a la cantidad de la misma que puede suponerse contenida

en las calizas de origen marino que son atravesadas por esas aguas en su curso subterráneo.

La temperatura del agua no amerita el nombre que se da a estos manantiales.

El "Ojo de Agua" que aparece en la margen izquierda del río Coahuayana, entre los pasos de Tacinaxtla y Trapichillo, debe su origen a las aguas del mismo río que se infiltran en las arenas y gravas del cauce arriba del lugar donde viene a brotar. Es de hacer notar que el cauce de este río encajonado entre altas paredes, es bien ancho y su fondo presenta amplias riberas, en una de las cuales, la izquierda, se origina ese manantial.

Al pié del cerro de Los Amiales brotan los manantiales de este nombre y cuyo funcionamiento parece ser una resurgencia de las aguas que atraviesan por grietas y fracturas el gran macizo calizo del Alcomún, aunque pudieran tener también como fuente de alimentación esos manantiales el agua que se infiltra en las arenas del lecho y corren subterráneamente por el amplio cauce que presenta aquí el río Armería, agua que al encontrarse en su camino las faldas de la montaña caliza que se interponen y actúan como dique o barrera, asciende por esas faldas hasta aparecer de nuevo en el lecho o ancha vega que presenta allí dicho río, a un nivel siempre inferior al del punto en que se infiltraron.

## GEOLOGIA

Comenzaremos este bosquejo haciendo una descripción de las formaciones geológicas encontradas en las diversas excursiones que se llevaron a cabo.

Señalaremos desde luego, la capa de cenizas volcánicas, arenas y depósitos fluviales que cubren algunos lugares del Valle de Colima. En el suave descenso de este valle hacia el W., hasta llegar al río Armería, se observan, primero, arenas y cenizas volcánicas que constituyen los terrenos cultivables en esa parte del mismo valle, terrenos que por su gran porosidad presentan grandes dificultades para su irrigación pues consumen gran cantidad de agua por unidad de superficie; entre esas cenizas y arenas se hallan diseminados bloques en su mayoría andesíticos, de tamaño

diversos, entre los cuales no es raro encontrar algunos hasta de 5 metros en su mayor dimensión, los cuales presentan en lo general aristas agudas como demostración de que no son productos de acarreo sino el resultado de proyecciones ocurridas en las diversas erupciones del volcán de Colima. En seguida, y siempre en dirección al río de Armería, aparecen en gran cantidad bloques rodados, de tamaños muy diversos, que han sido transportados por las corrientes de agua. Esta acumulación se hace más notable en el lecho del río de Comala, río que presenta señales de haber divagado en la parte de su curso inmediato a su desembocadura en el río de Armería, espacio en el cual el suelo está cubierto exclusivamente de ese material. El río de Armería presenta un ancho cauce pero la corriente ocupa en él sólo un espacio muy reducido, excepto en la temporada de lluvias durante la cual trae un gran caudal. En esta época el paso del río sólo es posible en embarcación. En ambas márgenes se ven algunas terrazas como testigos de la vida anterior del mismo río. En la margen derecha, en un corte como de 50 metros de altura, es fácil ver esas terrazas alternando con arenas y cenizas volcánicas. Este corte forma parte de un girón del Valle de Colima comprendido entre las faldas del cerro del Grupiche, la barranca de San Palmar y el río de Armería, siendo este río el que con su trabajo de erosión separó este girón del resto del valle. Sobre ese mismo girón está situado el poblado de Juluapan. Restos de los depósitos recientes del valle se encuentran en el flanco de la montaña que limita por la derecha a la barranca de San Palmar y que se extienden en forma de cornisa hasta la rancharía del Pochote. Una porción de esa cornisa, la comprendida entre el arroyo del Toro y la entrada de la barranca, está constituida por capas delgadas de "tizate" de un color gris claro que ocupan una posición casi horizontal y que en conjunto tendrán un espesor de diez metros. Esta porción descansa directamente sobre pizarras calizas a tal grado trastornadas, que presentan un complicado plegamiento y despedazamiento que imposibilita tomar rumbos y echados de las capas. Estas pizarras descansan a su vez sobre margas y pizarras arcillosas

igualmente trastornadas. En las pizarras calizas ha sido abierta una pequeña cata en busca de petróleo guiados tal vez los que la hicieron, por el olor fuertemente bituminoso que ofrecen las mismas, sobre todo cuando se las golpea. Las muestras de estas pizarras que se tomaron para ser analizadas presentaban la particularidad de que, a pesar del tamaño de cada fragmento que constituía lo que se llama "una muestra de mano", dejaban ver innumerables y complicados pliegues y pequeñas fracturas formando fallas en miniatura. Analizada una de estas muestras en el laboratorio químico de este Instituto Geológico, se encontró que contenía 0.0625 por ciento de hidrocarburos que no se pudieron identificar por encontrarse en tan pequeña proporción. Continuando hacia el W. de este mismo flanco de la barranca, se encuentran calizas compactas grises, fértidas, fosilíferas, con restos de ostreas nerineas e hippurites.

En la montaña a cuya falda está situada la finca del Pochote y como a 100 metros sobre el nivel de la finca, aparecen algunos restos o labios de toba caliza (caliche), que están a punto de desaparecer, llevados por la erosión.

Partiendo de la meseta de Juluapan y ascendiendo por el cerro Grupiche (margen izquierda de la barranca) se encuentran calizas compactas de aspecto idéntico a las que se acaban de describir. Siguiendo sobre ese cerro el corte del ferrocarril hoy abandonado de la Colima Lumber Co. aparece, después de esa caliza, un banco potente de areniscas margosas rojizas, con aspecto de tobas. Siguiendo el corte, aparecen de nuevo las calizas; y continuando por la primera curva de la vía, se encuentra una brecha de cemento calizo compuesta de fragmentos de caliza y andesita. Continuando la ascensión por el mismo corte hasta llegar al punto conocido con el nombre de Corte Alto, aparece un banco potente de un conglomerado en el que hay grandes fragmentos de caliza entre los cuales aparece la brecha mencionada antes; ésta fuertemente cementada, no así el conglomerado, que está algo suelto, lo que causa derrumbes.

Hacia la parte N. del valle de Colima el terreno está cubierto en gran parte de arenas, con las que se mezcla en algunos lugares algo de arcilla y en

otros muchos aparecen grandes espacios ocupados por brecha volcánica. Las cenizas han desaparecido casi totalmente debido a que el valle tiene un declive general hacia el S. y las corrientes las han arrastrado con facilidad.

La región oriental del valle presenta, después de la capa superficial ya francamente arcillosa aunque con la misma abundancia de pedruscos sueltos, una formación potente de brecha volcánica, fácilmente visible en los cortes del río de San Jerónimo (Salado) y la barranca de Los Gallos que atraviesa el F. C. de Colima a Guadalajara.

El valle desciende hacia el SE. hasta el río Salado, que lo limita en parte, apareciendo cubierto de arenas hasta llegar al arroyo de la Estancia, desde cuyo punto en adelante la capa superficial se vuelve arcillosa. En los cortes de los arroyos se puede ver abajo de esa capa otras de conglomerados finos y areniscas de río que ocupan cierta extensión, pues se les encuentra hasta el corte del río Salado. En otros lugares, bajo la capa superficial aparece inmediatamente la brecha volcánica, que presenta un color general rojizo, desde un tinte muy claro hasta uno muy obscuro y una consistencia variable, pues sus elementos se presentan unas veces unidos en una masa compacta y otras se les ve casi sueltos.

La brecha volcánica se extiende hacia el E. hasta el río Coahuayana, y hacia el SE. aparece todavía en el lecho del arroyo abajo del rancho de Colomotitán, perteneciente a Los Tepames. En los cortes del Coahuayana esta brecha aparece como una formación potente de un espesor manifiesto hasta de 200 metros en la margen derecha, y en la opuesta quedan aún restos de la misma adheridos a las brechas calizas que cubren las calizas macizas del cerro del Fresnal o Los Naranjos. En la elevada pared de la margen derecha la brecha presenta grandes escalones ocupados por terrazas que el río ha depositado allí en las diferentes fases de su vida, durante la cual sufrió cambios en el nivel de su erosión.

La parte austral del valle comprendida entre los ríos Salado y Armería está cubierta de una gruesa capa de acarreo, o aluvión, que en el rancho de Los Amoles, último rincón del valle

hacia este rumbo, tiene un espesor superior a 40 metros, pues un pozo abierto hasta esa profundidad no acabó de cortar esa formación, constituida aquí por arenas entre las que se encuentran cantos rodados de un material andesítico.

La brecha volcánica de que se ha tratado y que según se asentó aparece todavía en el arroyo que pasa cerca de Colomotitán, forma sin duda el subsuelo de la llanura que en suave declive desciende hacia el S. de los Tepames, pasando por Colomotitán, terminando esa brecha al pié de la sierra de Picila. La llanura de Tepames está cubierta por acarreo reciente.

El camino de Los Tepames a Ixtlahuacán corta transversalmente la sierra de Picila entrando a ésta por la barranca de la Higuera. Desde el principio del ascenso hasta el rancho que da nombre a la barranca y que se encuentra en la confluencia del arroyo del Pochote con la misma barranca, se atraviesa una caliza fosilífera, compacta, dispuesta en bancos gruesos que tienen una dirección general N.-S. y un echado hacia el E.

En el rancho de la Higuera desaparecen las calizas y se presenta, casi en dirección normal a la barranca, una masa dacítica que tiene todo el aspecto de un dique orientado de N. a S. con echado fuerte al E. hasta ser casi vertical. Poco adelante de este lugar y conforme se asciende desemboca en la barranca de que hablamos, una pequeña cañada en la que hay grandes trozos de una andesita de labrador con los cristales de este feldespato muy desarrollados, trozos que todavía no están convertidos en cantos rodados sino que sus aristas muestran poco desgaste, lo que denota que proceden de un lugar que no está muy lejano. Conforme se sigue ascendiendo por roca de igual clase a la que dijimos que tiene aspecto de dique, comienzan a aparecer bloques rodados de diorita, roca que más adelante se presenta en masas considerables en contacto con la dacita. Esta última roca ocupa la parte elevada de la sierra en el lugar en que ésta es cortada por el camino, o sea en el punto llamado El Amarradero. Antes de que desaparezca esta roca, en el lugar conocido por La Tabquera, que está precisamente al ini-

ciarse el descenso al otro flanco, su masa se ve atravesada por un dique de constitución también dacítica, que tiene una dirección general de E. a W., y que contiene enclaves de otra roca de color oscuro, casi negro, con la apariencia de una diabasa. Esta última roca aparece en seguida y ocupa gran parte del flanco occidental de la sierra en su corte por el camino; su textura es de grano muy fino, toda la masa está fracturada y las grietas han facilitado el ataque y la alteración que están muy avanzadas y dificultan obtener un buen ejemplar. En algunos lugares altos de este flanco se ven pequeños casquetes calizos como restos del Cretácico que han resistido a la erosión. Más abajo se presenta un granito muy alterado pero en el cual se pueden identificar perfectamente sus elementos, entre los cuales la mica se presenta en láminas gruesas de muy regular contorno exagonal. Después de este granito y un poco abajo del rancho de Canoitas, el suelo está cubierto con los productos de la desintegración de un granito o diorita cuarcífera de grano mediano, que pronto desaparece y se presenta nuevamente el granito de elementos grandes que se pierde luego en la vega del río Salado en donde se encuentra la ranchería de Caután. Esta vega toda está cubierta con los productos de acarreo del río y de tierra vegetal.

El río Salado se recorrió desde el pie del cerro de la Fábrica hasta frente a la ranchería de Chamila. El cerro de la Fábrica se encuentra al S. de Los Ortices, en la margen derecha del Salado y recibe ese nombre con motivo de la explotación que se ha hecho de los nitratos contenidos en unas tierras que se extraen del interior de la gruta situada en ese cerro, nitratos que se han originado por la acumulación y nitrificación durante gran número de años del guano que miles de murciélagos han depositado.

La gruta ha sido cavada por las aguas precisamente en el contacto entre una roca andesítica sumamente alterada y un casquete calizo que corona al cerro. Las capas de la caliza en el cielo de la gruta se ven perfectamente verticales y se puede distinguir en ellas fajas ne-

gruzcas abundantes en fósiles y orientadas de N. a S. La andesita que forma la base de este cerro aparece también enfrente, esto es, en la margen izquierda del río, que sigue encajonado en esta roca hasta un poco antes del rancho de Paso de Enmedio, siendo de notar que en la margen derecha todas las eminencias de andesitas se ven coronadas por casquetes de calizas. En el rancho de Paso de Enmedio la margen derecha está constituida ya exclusivamente por caliza fosilífera que se continúa hacia el S., en tanto que las andesitas de la margen contraria forman una masa de altura considerable que se enlaza con la sierra que se extiende por el E. Siguiendo río abajo y después de pasar por el rancho de Las Trancas, una masa intrusiva hace su aparición bajo las capas de pizarra caliza que constituyen la formación que ahora tenemos en la margen derecha en un punto llamado El Libro. Las pizarras tienen aquí un espesor medio de 5 a 8 centímetros y alternan con otras pizarras muy delgadas, de muy poca consistencia, que parecen arenosas y arcillosas y que están impregnadas de sal. (Probablemente esta sal es el resultado de la evaporación de las aguas del río Salado que ya la traen en solución). Las capas de caliza situadas al N. de la intrusión están plegadas y las que están al S., en su inmediato contacto, están muy clavadas; un poco más al S., tienen una dirección media de N.-S., y un echado ligero al W. Los planos de separación entre la caliza y la roca eruptiva tienen una dirección de 40° NE. y un echado de 69° al W. La roca eruptiva es de color blanco en la superficie expuesta; en el interior, presenta pajillas de mica, abundantes, en un estado avanzado de alteración; es muy dura, tiene mucho cuarzo o sílice (no se ven cristales de  $\text{SiO}_2$ ) y unos cristales pequeños de un color blanco ligeramente verdoso que son probablemente feldespatos (1).

Continuando hacia el S., frente a Caután aparecen de nuevo en la margen derecha las calizas compactas y fosilíferas, en muy corta extensión, pues pronto las cubre una formación compuesta de pizarras margosas arcillosas, rojizas, que tienen intercalada una capa

(1).—Esta roca fué clasificada microscópicamente como una Latita Porfírtica y los detalles de esta clasificación aparecen en páginas posteriores de este informe.

de brechas calizas de un espesor como de 6 metros; estas pizarras, poco inclinadas, pues que su echado es de unos 30° al E., continúan hacia el S. por la misma margen, y hacia el Poniente.

La margen izquierda sigue bordeando las faldas de la sierra de Picila en la que continúan por cierto trecho las formaciones que se describieron al hablar del corte a través de esa sierra, las cuales desaparecen dejando lugar a la importante manifestación caliza del cerro de Chamila que representa el extremo meridional de dicha sierra. En la margen derecha de este río, desde Chamila hasta su desembocadura en el Coahuayana, se encuentra el macizo de caliza que forma los cerros de Tepostitán, los cuales se extienden hacia el S. hasta morir frente a Chiquihuilán, y a ellos pertenecen el cerro Reventón y la Loma de La Zacatera, también de constitución caliza; estando cubierto el extremo de ese pequeño sistema, o sea, la parte que queda frente a Chiquihuilán, por una capa de pizarras margosas arcillosas, rojizas.

Las pizarras que se encuentran en la margen derecha del río Salado, frente a Caután, cubriendo a la formación caliza, se extienden, según se dijo, hacia el W. y sobre ellas se encuentra la población de Ixtlahuacán, cabecera de la municipalidad del mismo nombre.

Según se desprende de la descripción hecha de la margen derecha del río Salado, la constitución de las faldas de la sierra que bordea el río, es, a partir del Paso de Enmedio, exclusivamente caliza, si se exceptúa la zona ocupada por margas arcillosas que aparecen en las inmediaciones de Ixtlahuacán y sigue hacia el S. en corta extensión. Esta formación caliza constituye el macizo montañoso que se extiende desde el río Armería hasta el Coahuayana, limitada al E. por el Salado y que muere al W. y S. en las llanuras de Tecomán. El macizo es de una configuración muy complicada como resultado de una intensa tectónica que modificó grandemente la posición de las capas de la caliza. Se puede decir, sin embargo, que a pesar de ser muy variadas las direcciones de esas capas, la dirección dominante es de N. a S. y el echado, también general, es hacia el E., muy clavado, casi vertical, con muy raras excepciones. La caliza se presenta bajo

dos formas principales: maciza formando bloques de gran espesor en los que no es siempre posible distinguir las zonas de estratificación que separan los bancos, o en capas delgadas, esto es, pizarras; en el primer caso es compacta, de un color gris, desde gris claro hasta gris oscuro, fosilífera y muchas veces fétida; en el segundo caso, las pizarras son desde muy delgadas hasta de un espesor máximo de 18 a 20 cms., de grano menos fino que el de las calizas compactas, de un color general oscuro, con las superficies de separación de color gris amarillento; probablemente contienen algo de arcilla, y en ellas sólo en el cerro de Los Libros se encontraron fósiles. También la caliza se presenta formando brecha compacta, como la que se describió en la barranca de San Palmar; y en ella se han encontrado restos de ostras.

Es de hacer notar que esta brecha presenta siempre un color general rojizo.

Las pizarras calizas se presentan formando un cuerpo importante en el cerro de Los Libros, en las faldas SE. o base del sistema montañoso que se extiende desde el Rincón del Barrio hasta Caleras, y en las faldas de la parte N. del cerro de Tecolapa; formando un cuerpo de menor importancia aparecen en la margen derecha del río Salado, en el lugar conocido con el nombre de El Libro, y además se presenta una masa pequeña en el lugar llamado Los Chicos en el camino de Ixtlahuacán a Tecolapa. La Brecha caliza se encuentra formando bancos de regular espesor en el Cerro Grande; en el cerro del Rincón, fácilmente apreciables en el corte del F. C.; en el lugar de la margen derecha del río Salado que ya se dijo antes; en el cerro de Tamala y en la falda E. del cerro de Tecolapa. El resto de las formaciones de que se ha venido hablando está constituido por la caliza compacta descrita al principio. En un solo lugar y éste es la falda del pequeño contrafuerte calizo atravesado por el túnel del ferrocarril en Caleras, se presenta un depósito de cierta consideración constituido por margas de color gris azulado, cuya masa se está alterando y aparece cruzada por grietas que la dividen en grandes bloques paralelepípedicos.

La masa más importante de las pizarras arcillosas que se han mencionado, ocupa cuencas contenidas entre arrecifes calizos en una zona que se puede localizar partiendo de Ixtlahuacán, hacia el S., hasta el cerro de la Taberna o San Gabriel por una parte, y por otra, hasta cerca de la laguna del Alcuza-hue; hacia el NW., hasta cerca de Los Amoles, y por el W. hasta cerca de Tecolapa. Algunos restos de esta formación aparecen como girones en las faldas de los cerritos de Los Mezcales al S. de Colima; en las faldas septentrionales y parte de las orientales del cerro del Rincón; en la falda S. del cerro del Camichín, y entre Callejones y Chiquihuilán en las faldas de los cerros con que termina hacia el S. la Sierrita que comienza en los cerros de Tepositán.

Las pizarras ocupan en lo general, como ya se dijo, el fondo de cuencas o valles contenidos entre calizas, otras veces han quedado como girones o labios adheridos a las faldas de las serranías cuyos flancos presentan un declive poco pronunciado, y como excepción, ocupan la parte alta en el cerro de Tamala, constituido, según se dijo, por un macizo de brecha caliza. El color dominante de las pizarras es rojizo de diversos tintes y también las hay en muy corta proporción de colores amarillo, azulado y verde. Son de poca consistencia, fácilmente disgregables, de grano fino, de constitución general arcillosa a la que se mezcla muchas veces algo de carbonato de cal hasta convertirlas en verdaderas margas; en otras ocasiones, también se les mezcla algo de arena, hasta llegar a darles la apariencia de areniscas, siendo éstas las que parecen constituir la base sobre la cual descansan aquellas.

En los diversos lugares en que se estudiaron estas formaciones se buscaron con insistencia fósiles, sin haber logrado encontrar el menor vestigio de ellos que ayudara a la determinación de la edad relativa de esas capas.

En relación y al parecer concordantemente, con las pizarras calizas delgadas de que se habló en otro lugar, aparecen en algunos sitios capas gruesas de yeso con intercalaciones delgadas de pizarras también calizas, formando el conjunto masas considerables de es-

tructura bandeada que denota por sus innumerables pliegues que esas masas estuvieron sujetas a fuertes presiones. Precisamente por este trastorno tan intenso no es posible tomar datos de echado y dirección de sus capas. La zona principal que ocupan estos yesos consiste en una serie de pequeñas colinas que se extiende desde un punto llamado Tula o Chancocho, situado al NW. de Tamala, hasta el Agua Salada, lugar situado entre Los Amoles y Tecolapa, en terrenos de esta finca, sobre el camino carretero de Colima a Manzanillo. Entre el "Puente Negro" y el cerro de Los Libros, o sea, en la falda del cerro de Los Amiales, se presenta el yeso formando un alto paredón en el corte del ferrocarril, por el kilómetro 537. Se tienen noticias de que en terrenos de la hacienda del Chical, hacia el N. de la Finca y en las vertientes meridionales de la sierra que limita al S. la barranca de San Palmar, aparece también una masa considerable de yeso.

El yeso de Chancocho es de aspecto sacaroide y se presenta en capas gruesas de un color blanco con manchas negras, o en forma de pizarras delgadas, en este caso, en las cercanías de las pizarras calizas intercaladas. Es precisamente este lugar uno de los sitios que habían sido señalados como propicios para la existencia del petróleo por las manifestaciones que presenta y que consisten en un olor pronunciado que despiden las pizarras al ser golpeadas y en ciertas impregnaciones negras de las mismas pizarras, lo que motivó, según informes, que se practicará una excavación en el lecho del arroyo que corre al pié de la colina de yeso, excavación que pronto fué asolvada por el acarreo del mismo arroyo. Ciertamente, las pizarras despiden un fuerte olor al parecer de hidrocarburos, pero habiendo sido analizadas en el laboratorio químico del Instituto Geológico dieron resultado negativo. El yeso de la cuesta del Agua Salada es de un color blanco más puro que el de Tula y parece ser de buena calidad para usos industriales, es sacaroide y sus capas tienen también intercalaciones de pizarras calizas muy fétidas. El yeso de Los Amiales se presenta en grandes láminas con algunas intercalaciones de

toba caliza; su grano es más fino que el de los otros yacimientos y el material bastante compacto; probablemente está mezclado con algo de anhidrita.

En el extremo del cerro del Rincón donde está tendido el "Puente Negro" del F. C. sobre el río de Colima, aparece en gruesos bancos un conglomerado rojizo compuesto de cantos rodados pequeños de andesita y caliza, entremezclados con algo de arena y unidos por un cemento arcilloso y calizo. El conglomerado descansa concordantemente sobre la brecha caliza de que se habló en el lugar correspondiente y presenta la particularidad de que en los bancos más cercanos a la brecha dominan los cantos rodados de mayor tamaño y conforme se alejan de la brecha los elementos dominantes son cada vez más finos. Entre las brechas y los conglomerados, principalmente entre estos últimos, se intercalan capas y bancos de una arenisca rojiza, más o menos margosa, que es la que viene a cubrir, finalmente, al conglomerado. Las brechas, el conglomerado y las areniscas, ocupan en este lugar un espesor que se puede hacer llegar a 200 metros.

En el cerro de los Amiales existe una gruta llamada La Mina, de donde se extrae una tierra impregnada de nitratos, de la cual se obtiene, elaborándola, salitre, o sea, nitrato de potasio. El proceso de elaboración consiste en lixiviar una mezcla de esas tierras con ceniza rica en carbonato de potasio, (que proviene de la incineración de pasto "quelite" o madera de "cuajilote") y en evaporar las aguas resultantes, las que dejan como residuo nitrato de potasio cristalizado. La adición de la ceniza produce un gran rendimiento de salitre en virtud de que las tierras contienen una alta proporción de nitrato de calcio que es transformado en nitrato de potasio con formación de carbonato de calcio. El origen de estos nitratos está en el guano de murciélago acumulado en esa gruta de constitución netamente caliza.

En las cercanías de la estación del Rosario, aparecen masas intrusivas de rocas de color verde y gris que cortan las calizas y que han sido consideradas

unas, como diorita en estado de alteración y otras, como dolerita andesítica (1) y también como gabros y odinitas (?) (2). En la bajada de la cuesta de Jala hacia el Rosario, en un cerrito que atraviesa el camino, se ve bajo las calizas una roca de grano medio, de un color pardo, en avanzado estado de alteración y de una apariencia diorítica.

Como se dijo antes, todo el macizo montañoso de que nos hemos ocupado termina hacia el S. en las llanuras de Tecomán. Los contrafuertes del macizo mueren algunos suavemente y otros por el contrario, y son los más, terminan en formas acantiladas. Ejemplo de estas últimas presenta el Cerro Bola situado a la orilla y al S. de la laguna del Alcazahue.

Las llanuras de Tecomán están limitadas, al N. por el sistema de montañas que se acaba de describir, al S. por el Océano Pacífico, al E. por el río Coahuayana, y al W. por la línea que marca el nacimiento de la montaña desde Periquillo hasta el principio de la laguna de Cuyutlán, comprendiendo también ésta área, los llanos de Armería. Los materiales que cubren esta planicie son exclusivamente de acarreo, arenas casi en su totalidad que han sido acumuladas allí no solamente por depósito directo de los ríos Coahuayana y Armería, principalmente del segundo, sino que ha intervenido también el conocido proceso según el cual se forma el cordón litoral, (proceso actualmente en actividad hacia el W. de esa llanura, o sea en la laguna de Cuyutlán), y en este trabajo seguramente que corresponde el principal aporte al río de Coahuayana, ayudado por la corriente marina mexicana cuya influencia ya fué estudiada por los señores Ing. T. Paredes y A. García (3).

En pozos abiertos en la población de Tecomán se ha encontrado gran cantidad de conchas marinas (subfósiles) que indican que esos terrenos estuvieron alguna vez bajo el mar. Esta retirada del mar o levantamiento de la costa, comprobada por otras varias observaciones, seguramente ha contribuí-

(1)—Itinerario de Guadalajara - Manzanillo. J. G. Aguilera y Ordóñez. Bosquejo Geológico de México.—Boletín IV, V y VI del Instituto Geológico de México. Pág. 58.

(2)—Parergones del Instituto Geológico de México.—Tomo V, Número 9. Pág. 362.

(3)—Boletín Minero, Tomo VIII, págs. 585 y 586.—1919.

do al ensanchamiento hacia el mar de estas llanuras.

En las cercanías de la estación de La Báscula y en el Paso del Río, puntos situados en el extremo NW. de la llanura que se acaba de describir, se levantan los últimos arrecifes calizos hacia esta parte del Estado de Colima. Estas manifestaciones consisten en pequeños cerros formados por una caliza gris, compacta, fosilífera, que se explota por cal en el cerrito más inmediato a La Báscula; al W. de este cerrito se extiende una capa gruesa de toba caliza que termina en las faldas del cerro a cuyo pie está el vado del río Armería. Este último cerro presenta en su base bancos de caliza que alcanzan un espesor hasta de un metro y que se elevan a una altura aproximada de 15 metros sobre el lecho del río, altura a la cual aparece una intrusión de una roca de apariencia diorítica que ha metamorfozido a la caliza en la zona que está en su contacto inmediato, causándole un principio de marmorización, algunas impregnaciones de pirita y una fuerte silicificación. En el lecho del río y extendiéndose hacia la margen derecha se encuentra una formación caliza que tiene el aspecto de una brecha por la gran cantidad de fósiles que la constituyen, entre los cuales predominan rudistas de gran tamaño (alcanzan hasta 70 cms. de longitud) y dispuestas con tal abundancia en una capa casi horizontal, que, vistas a cierta distancia, semejan un hacinamiento de cuernos. Esta formación está en contacto allí mismo con un dique de un espesor aproximado de 2.50 a 3 metros de una roca de aspecto diorítico que presenta algunos granos aislados de pirita y que ha causado una marmorización poco profunda, como señales únicas de metamorfismo. Inmediatamente sobre estas calizas de hippurites y radiolites vienen unas pizarras negras, impregnadas de materia carbonosa y con delgadas capitas de carbón; el espesor de esas pizarras es pequeño e irregular y se presentan algunas veces con intercalaciones de caliza. Sobre ellas descansa un bloque de pizarras arcillosas margosas que se eleva en la margen dicha en forma de una alta pared que tiene una altura aproximada de 50 metros. Las pizarras de esta formación tienen una posición casi horizontal, se extienden hasta el corte del F. C.

en la estación de Periquillo; por el S., y por el W. hasta más allá de la casa de la hacienda de Periquillo, y se ven interrumpidas en un lugar del camino que une la estación y la hacienda mencionadas, por la presencia de un núcleo pequeño de caliza compacta al que rodean en parte estas mismas arcillas margosas.

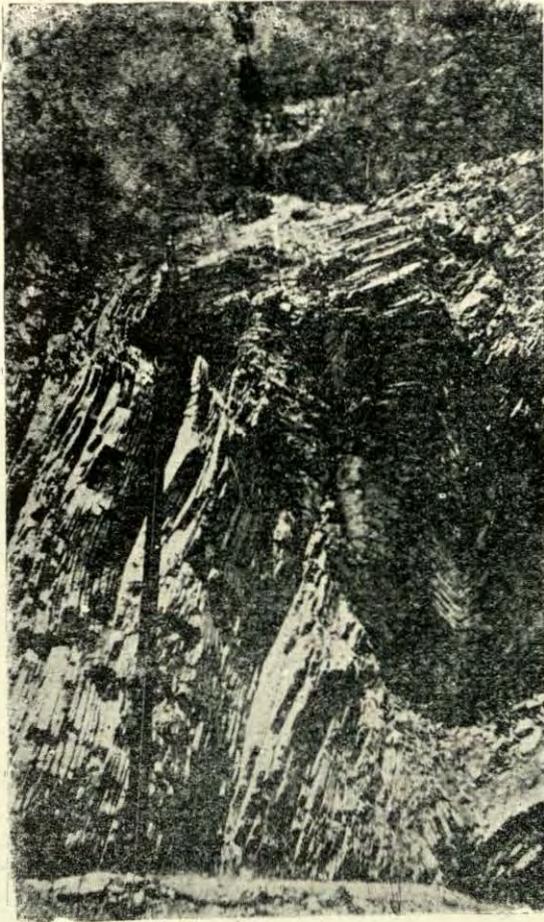
El valle de Periquillo se extiende desde el río Armería, entre los puntos de la Peñita y Periquillo, en la forma de una faja estrecha y alargada que se dirige hacia el NW.; su relleno está constituido por material de acarreo que proviene de las montañas que lo circundan y consiste principalmente de arenas y cantos rodados que ocupan un espesor de alguna consideración, pues el pozo abierto en el lugar llamado Garitas tiene una profundidad de unos 40 metros y su fondo no ha pasado de ese acarreo. En la parte oriental, las arenas presentan gran cantidad de laminitas de mica y son muy cuarzosas, lo que indica que proceden de rocas graníticas. En efecto, recorriendo las faldas de las montañas que limitan el valle, aparecen los granitos en un estado de alteración muy avanzado en una zona extensa y trastornada, como se ve en las cercanías del pozo de Garitas. Por la parte occidental del valle las montañas son de constitución andesítica, ya sea de andesita maciza, que es la que constituye la mayor parte de la serranía, ya sea de brecha andesítica que aparece en uno que otro lugar. Las andesitas son de diferentes tipos; presentan variaciones en su color y en su textura, unas son rojizas de tinte claro y otras de color oscuro, siendo éstas las de mayor consistencia y las que algunas veces presentan una estructura brechoide. La andesita compacta, de color oscuro, se ve en el lugar llamado El Salto en contacto con una potente masa diorítica. En el lecho de la barranca del Salto hay bloques rodados de aspecto rhyolítico que deben venir seguramente de la parte alta de la sierra. Los granitos que se mencionaron antes se ven atravesados algunas veces por las dioritas.

La sierra que limita al W. a la llanura de Armería (elemento de la llanura de Tecomán) es la continuación hacia el S. del sistema de montañas que bordean la parte occidental del valle de Periquillo y que se acaba de describir.

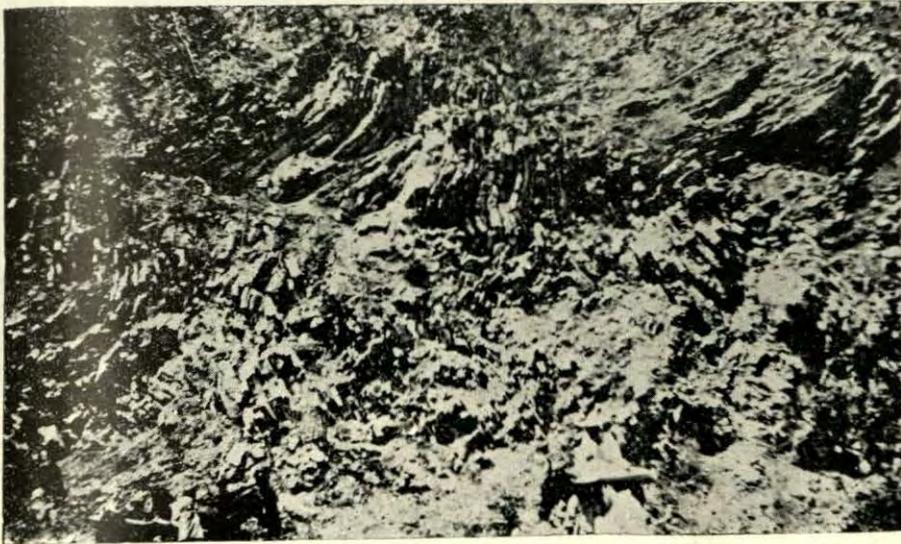


No. 4.—Terrazas del río Tuxpan tomadas desde la estación Calera, Edo. de Jalisco.





No. 5.—Pliegues en el cerro de Los Libros, Edo. de Colima.



No. 6.—Pliegues y fracturas frente a Los Amiales, Edo. de Colima.



De material andesítico, semejante al que se ha estado describiendo, está constituida la serie de montañas que bordea por el N. a la laguna de Cuyutlán, desde el arroyo Arenoso hasta la sierrita de Santa Rita. Estas montañas se ven interrumpidas hacia la parte media de los límites expresados por la llanura de Cualata constituida por terreno reciente de acarreo. Desde el Arroyo Arenoso hacia el W., hasta el corte del ferrocarril en el puerto de Manzanillo, la sierra que bordea a la misma laguna está constituida por dioritas, siendo también de este material el cerrito de Tepalcates y el que está enfrente de él, en el punto en que se forma un estrangulamiento en dicha laguna. El espolón rocalloso que sirvió de amarre al cordón litoral de la albufera que más tarde se convirtió en la laguna de Cuyutlán, está constituido por una roca andesítica, metamorfizada en grande escala y con grandes zonas de silicificación, lo que la hace presentar el aspecto ya sea de una traquita, ya de una dacita, ya de una riolita. Esta roca ha sido clasificada como una riolita (1) y como una andesita (2) y está separada de la diorita por una zona en la cual se ven fajas de epidota alternando con la roca y también delgadas vetillas y nódulos de hematita especular. Esta zona metamórfica se aprecia fácilmente en el corte del ferrocarril en el puerto de Manzanillo y en el rebaje del cerro frente al Baño de las Flores. La misma roca altamente silicificada constituye el peñón aislado donde está erigido el polvorín del referido puerto. El pequeño sistema montañoso que termina frente a Manzanillo en la procuriente o peninsulita de La Audiencia, es de constitución general diorítica, según puede verse recorriendo el camino que va de la hacienda de Santiago a Camotlán, hasta Punta del Agua, que fué el lugar terminal de la expedición. A la derecha de este camino, en la margen izquierda del arroyo de Punta del Agua, se ven masas graníticas muy alteradas pero en las cuales aún se pueden distinguir los elementos constituyentes bien desarrollados. Estas masas graníticas se ven atravesadas en dife-

rentes lugares por las dioritas que destacan claramente por su textura compacta sobre la masa gris y desmoronadiza de los granitos. El material de que está cubierto el lecho del arroyo de Punta del Agua y de algunas pequeñas planicies que pertenecen a su cuenca, está constituido por arenas de grano grueso muy abundantes en pajas de mica.

La zona costera comprendida entre la Punta de La Audiencia y Manzanillo está cubierta por sedimentos modernos que consisten principalmente en arenas rechazadas por el mar, a las que se han agregando los sedimentos que siguen siendo transportados por las corrientes que allí desembocan, de las cuales corrientes la principal es el arroyo o río de Salagua. Las arenas marinas formaron en un principio la barrera de una albufera que se convirtió más tarde en la laguna de San Pedro, en la actualidad casi desaparecida con motivo de la acumulación en el vaso, ya cerrado, de sedimentos que aportan continuamente las corrientes que vienen de la montaña. Este mismo fenómeno de formación y desaparición de la laguna se está desarrollando en la actualidad en la laguna de Cuyutlán, cuyo vaso es cada vez más estrecho. Debe agregarse que el levantamiento general, paulatino, de la costa del Pacífico, comprobado por muchas observaciones, seguramente contribuye en el proceso de desaparición de esas lagunas.

El croquis geológico que acompaña a este informe ha sido hecho sobre el mapa del Estado de Colima formado por el señor Ing. Arturo Le Harivel, mapa que, si bien es cierto que es el más completo y detallado que existe de aquella región, contiene, sin embargo, numerosas inexactitudes, particularmente en lo relativo a configuración, de las cuales tiene por fuerza que participar el croquis geológico, además de las que provienen del estudio que se hizo incompleto en este sentido, pues el fin que se perseguía era otro, ya explicado en páginas anteriores.

En el croquis se han representado las diferentes formaciones que se encontraron y que han sido ya descritas. De un

(1).—Bosquejo Geológico de México.—Boletín IV, V y VI del Instituto Geológico de México, pág. 57.

(2).—Parergones del Instituto Geológico de México, Tomo V, Núm. 9, Pág. 362.

modo general, se puede decir que si esas formaciones son exactas en cuanto a su representación en el lugar en que se encuentran marcadas, no lo son en cuanto a su limitación, que es sólo aproximada por las razones expuestas en el párrafo anterior. Además, las rocas de origen eruptivo han sido clasificadas macroscópicamente con excepción de una diabasa que fué clasificada al microscopio por el señor Ing. Rafael Orozco. Petrógrafo de este Instituto. (1)

El granito es seguramente la roca más antigua de las encontradas, pues aunque se nos mostró un ejemplar de gneiss que se nos dijo provenía de la sierra al N. de Cualata, no hubo oportunidad de recorrer esa sierra y ver dicha roca en su lugar. En la falda W. de la sierra de Picila, en el valle de Periquillo y en los terrenos de la hacienda de Santiago, el granito se presenta en un estado de alteración muy avanzado, al grado de que no es posible obtener una muestra de mano porque el material, al golpe, se disgrega y queda reducido a pequeños fragmentos, casi arenas. Esto, en parte, nos da idea de la antigüedad de esta roca, antigüedad que se comprueba por su situación en la sierra de Picila en donde constituye la base sobre la cual descansa el macizo de rocas que describimos al hablar del corte a través de esa sierra. En el valle de Periquillo y en la hacienda de Santiago el granito está descubierto, formando pequeñas colinas, sin que lo cubra ninguna roca y su masa presenta en varios lugares intrusiones dioríticas en forma de diques que siguen muy diversas direcciones.

La diorita ocupa una extensión mayor que los granitos y se presenta tanto en masas considerables como en intrusiones. En grandes masas se encuentra en la parte SW. del Estado, como en la punta de la Audiencia, y formando verdaderas serranías, como la del Colomo; en forma de intrusión se presenta en otros lugares, como en la sierra de Picila en donde está en contacto con dacitas; constituyendo diques, en El Libro (frente a Caután, margen izquierda del río Salado) (2), en el cerro de la Mina, frente a Tamala, cortando calizas; en el Salto (Periquillo) (3) en contacto con andesitas compactas de color oscuro; en Cuyutlán (4) en contacto con andesitas rojizas; aparte de los lugares ya mencionados en donde corta a los granitos. Su estructura no es la misma en todos los lugares; se presenta a veces la roca fresca, con sus elementos discernibles a la simple vista, como en el Colomo, en la Punta de La Audiencia, en el arroyo de Punta del Agua de Camotlán etc.; otras veces sus elementos han sido alterados y este caso es frecuente; en ocasiones la alteración es de tal modo profunda que da a las dioritas la apariencia de unas tobas; otras se disgregan como los granitos, dando lugar a confusión, como sucede en el lugar donde se asienta la finca de Santiago y en la bajada de Canoitas en la sierra de Picila. En otras ocasiones las dioritas son cuarcíferas lo que las convierte en tonalitas o grandioritas, o presentan tales modificaciones en sus elementos que es difícil determinar si se trata de verdaderas dioritas, como sucede con las rocas de la estación Rosario. Un caso se ob-

(1).—Ya escrito este capítulo, el mismo señor Ing. Orozco ha clasificado algunas otras rocas de las recogidas en Colima y, esa clasificación se expandirá más adelante en el lugar correspondiente.

(2).—Ejemplares de esta roca que no pudieron obtenerse frescos, fueron clasificados como sigue: "Latita Porfírica-Mac.—Roca alterada de color rosado, de aspecto porfírico, distinguiéndose fenocristales de elementos ferromagnesianos y de feldespatos, ambos bastante alterados.—Mic.—Tex. Porfírica. Masa: granular.—Cons. Fen: Probablemente Andesina un elemento ferromagnesiano enteramente alterado.—Masa: Ortoclasa, plagioclasa, cuarzo. Ac. Magnetita, apatita. Sec. Mica blanca, clorita hematita, kaolín, calcita".—R. Orozco.

(3).—"Microdiorita alterada.—Mac. Roca muy alterada, de color verdoso, de aspecto porfírico, fenocristales de feldespato y elementos ferromagnesianos, ambos muy alterados.—Mic.—Tex.—Porfírica-Masa: Microgranuda.—Cons. Fen. Oligoclasa Andesina. Un elemento ferromagnesiano enteramente alterado.—Masa: Ortoclasa, plagioclasa, cuarzo.—Ac. Magnetita, Ilmenita: Sec. Clorita, kaolín, Mica blanca, Hematita".—R. Orozco.

(4).—"Microdiorita.—Mac. Roca granuda, de color claro, con cristales aparentes de elementos ferromagnesianos y feldespatos.—Mic. Tex. Porfírica.—Masa: Microgranuda.—Cons. Andesina oligoclasa hornblenda.—Masa: Ortoclasa, plagioclasa, cuarzo. Ac. Magnetita, Ilmenita, Sec. Leucoxena, clorita, epidota, mica blanca, hematita, calcita, Ilmotita, kaolín".—R. Orozco.

servó en el que parece haber una intrusión de diorita en diorita y esto sucede en la hacienda de Santiago a unos 300 metros de la finca, en un peñón de la costa que forma parte del pequeño macizo de La Audiencia. El dique aparece allí como una veta de color verdoso impregnada de minerales cupríferos cuya explotación se ha reconocido ya como improductiva. La roca encajonante, una diorita consistente, de grano grueso, ha dado como producto de su disgregación ante el embate del mar una cantidad considerable de magnetita que forma una capa negra y brillante, como de un centímetro de espesor, que cubre la arena de la playa en el rincón S. de la Ensenada de Santiago.

× La diabasa fué encontrada en un sólo lugar aunque ocupando cierta extensión: en la falda occidental de la sierra de Picila, sobre el camino de los Tepames a Ixtlahuacán. Se presenta inmediatamente que se inicia el descenso de la sierra hacia el W., un poco adelante de la finca de La Tabaquera. Esta roca ha sido clasificada como sigue: "Diabasa.—Mac. Roca color gris muy oscuro, casi negro, atravesada su masa afanítica en varias direcciones por vetillas de calcita. Con la lente se pueden distinguir algunos puntos brillantes que pueden ser de pirita.—Mic. Text. Ofítica.—Cons. Cristales de andesita, material intersticial probablemente de piroxena y magnetita alterada.—Sec. Clorita, Mica blanca, calcita en abundancia y óxido de fierro.—Ac. Magnetita y pirita (?).—R. Orozco."

La andesita presenta aspectos diferentes en los varios lugares en que se la encontró; al N. del rancho de Las Trancas, en ambas márgenes del río Salado, tiene un color gris más o menos oscuro y su estado de alteración, bastante avanzado, ha hecho que la masa de la roca se presente surcada en todas direcciones por grietas que la dividen en bloques de tamaños muy variados, desde muy grandes hasta muy pequeños; en El Salto (hacienda de Periqui-

llo) el color de esta roca es también gris oscuro, pero no está alterada y presenta una gran consistencia; desde este punto hacia el S., hasta el borde de la laguna de Cuyutlán, la andesita es menos consistente y su color es rojizo en general, caracteres de los cuales participan también las andesitas que con algunas soluciones de continuidad se extienden desde Sta. Rita hasta el Arroyo Arenoso siguiendo el mismo borde de la laguna. En otra parte de este informe han quedado ya descritas las andesitas del espolón rocalloso de Manzanillo y del Peñón de San Pedro. En la barranca de El Salto, mencionada antes, aparece en algunos lugares una brecha andesítica formada por fragmentos de la misma roca gris oscuro, ya descrita, bien consolidados y descansando sobre la andesita maciza. En el mismo valle de Periquillo, cerca de Caután, se ven unos montículos también de brecha andesítica, cuyos elementos no están en igual grado de consolidación que la brecha de que se acaba de hablar y su color es rojizo oscuro. La brecha volcánica del Valle de Colima no ha sido representada en el croquis por estar casi en su totalidad cubierta por depósitos recientes. Las rocas que aparecen en las cercanías de la estación Rosario, del ferrocarril de Colima a Manzanillo, han sido referidas unas veces, a las andesitas y otras a las dioritas, según se ha dicho antes; en el croquis se les ha dado el color correspondiente a las dioritas.

La dacita tiene como representante único en el croquis un lugar de corta extensión que ocupa la parte alta de la sierra de Picila y pertenece a la vertiente oriental de la misma sierra. (1)

La Caliza, sea compacta sea en pizarras, sea en brecha, ha sido representada por el color verde y el mismo color se ha hecho extensivo a las pizarras arcillosas que se describieron al hablar de Paso del Río, por considerar que la edad de ellas es la misma que la de las calizas, es decir, cretácica; igual cri-

(1).—La roca del dique con enclaves que atraviesa esta formación y del cual se habla en otro lugar, ha sido clasificada así: "Dacita porfirítica alterada. — Roca de aspecto porfirítico de color gris claro, con fenoestales de feldespato y elementos ferromagnesianos ambos alterados. Mic. Text. Porfirítica.—Masa: holocristalina, Microlítica Cons. Fen. Andesina, Cuarzo, Hornblenda alterada, Biotita alterada.—Masa: Plagioclasa, cuarzo, magnetita y algo de vidrio.—Ac. Magnetita.—Sec. Mica blanca, kaolín, magnetita, clorita, óxido de fierro".—R. Orozco.

terio se ha aplicado en el caso del depósito de margas en el túnel de Caleras.

Las pizarras-arcillosas, margas apizarradas, areniscas margosas y conglomerados se han representado del mismo color por constituir una sucesión de formaciones relacionadas entre sí y que posiblemente tienen la misma edad relativa según veremos después.

Las zonas ocupadas por la formación de capas de yeso intercaladas con capas calizas está representada por signos.

Finalmente, los depósitos recientes comprenden no sólo los depósitos de acarreo, sino también las arenas de la playa y las cenizas y arenas volcánicas, por esto es que ese color corresponde al Valle de Colima, a los lechos de los ríos a la llanura de Tecomán y a las lagunas de Cuytlán y San Pedro.

La formación predominante en la región que se recorrió, es la caliza, perteneciente al Cretácico. En los cortes profundos de los ríos Armería y Coahuayana se ve la caliza sirviendo de apoyo a las otras formaciones. Unas veces las fallas de los macizos calizos se ven cubiertas por una potente capa de brechas volcánicas, como sucede en las márgenes de aquellos ríos en algunas partes de su curso al bordear el Valle de Colima; otras veces, como en los Amiales (margen izquierda del río Armería), la caliza está cubierta por gruesas capas de brechas, conglomerados y areniscas; en otras ocasiones, como en Paso del Río, sirve de soporte a una masa de arcillas apizarradas o está cubierta por arcillas margosas en gruesos bancos como en la estación de Periquillo; y en toda la extensión comprendida entre esos ríos, se ve también a la caliza sirviendo de apoyo a las brechas, conglomerados, pizarras arcillosas y margosas, areniscas, etc., formaciones que aparecen limitadas por los macizos calizos o atravesadas por colinas o arrecifes, también calizos, que forman en un espacio relati-

vamente pequeño un terreno muy accidentado en el que las formaciones de que se ha venido hablando están circunscritas a pequeñas hondonadas.

Las calizas, según se ha dicho ya, pertenecen al Cretácico. De este período geológico, la serie que está más general y ampliamente representada es la media, o sea la época mesocretácica. Esta época está comprendida, según el señor Ing. don José G. Aguilera (1), desde el Albiano hasta el Cenomaniano inclusive. En la página 240 de la obra acabada de mencionar, dicha autoridad cita al Cenomaniano de Colima. La caliza dominante en ese Estado es compacta, fértida, en bancos gruesos, de un color general gris, con nódulos de sílice intercalados en su masa y es muy fosilífera. Entre sus fósiles han sido estudiados ya algunos, como son: Ammonites, Acteonellas, Spherulites, etc., por don Antonio del Castillo (2); Rogersia Spindopsis, Taxodium, Frenelopsis (plantas) y Macroscaphites (Ammonites), por el Dr. E. Angermann (3); Schloembachia Inflata, por el señor José G. Aguilera (4); pero en general se puede decir que no se ha hecho un estudio paleontológico de Colima.

Posible es que haya en el territorio estudiado formaciones que pertenezcan a las épocas Eocretácica y Neocretácica. Acerca de la primera, el señor del Castillo, en la obra mencionada, ya habla del Neocomiano. En cuanto a la época Eocretácica, el mismo señor del Castillo, habla en el estudio que se ha citado, del piso Turoniano, a cuyo dato agregamos la presunción de que exista también el Senoniano, piso en el cual son predominantes en Europa los Rudistas, de los cuales aparecen ejemplares abundantes y de gran tamaño en Paso del Río, en la margen derecha del río Armería, constituyendo un banco grueso en posición casi horizontal al que cubren concordantemente capas de margas y bancos de arcillas margosas, probablemente también pertenecientes

(1).—José G. Aguilera.—Aperçu sur la géologie du México pour servir d'explication a la Carte Géologique de l'Amérique du Nord.—Congress Géologique International. Compte Rendu de la X. session 1906, Pág. 235|242.

(2).—El Minero Mexicano.—Tomo VII, 1880|1881, pág. 81.—Böse (Dr. Emilio)—Nuevos datos para la estratigrafía del cretácico en México.—Parergones.—Inst. Geológico de México.—Parerg. Inst. Geol. México. 3. No. 5, 1910, págs. 267-8.

(3).—Parerg. Inst. Geol. México. Tomo II, pág. 33.

(4).—Parerg. Inst. Geol. México. Tomo II, pág. 33.

al Cretácico superior pero que no se identificaron porque no hubo oportunidad de buscar fósiles en ellas.

Las brechas calizas son de dos clases: en una de ellas, los fragmentos que las constituyen son exclusivamente calizos y la brecha se presenta cubierta algunas veces, como en Tamala, por pizarras arcillosas; en la otra, si bien dominan los fragmentos calizos, aparecen entremezclados fragmentos de rocas volcánicas, andesitas principalmente y tal vez riolitas, y la brecha en este caso está cubierta concordantemente como en el extremo del cerro del Rincón, por conglomerado de origen netamente Terciario. Como este detalle falta en la anterior, es de presumirse que la edad de la brecha sin andesitas de que se ha hablado primero, es cretácica.

Queda por referir al período Cretácico, los yesos que aparecen en grandes masas en los lugares que se han mencionado oportunamente. Se atribuyen a este período porque, como ya se dijo antes, las capas de yeso tienen intercaladas pizarras calizas, y en un lugar, en Los Amiales, se ve la transición entre la formación constituida exclusivamente de pizarras calizas (cerro de Los Libros) y la que forman el yeso y las pizarras alternando. Además, en ese mismo lugar se ve la formación caliza sumamente trastornada, y participando de estos trastornos la formación yesífera. Por último, en aquel mismo lugar, las brechas, conglomerados y areniscas (cerro del Rincón), en posición concordante entre sí, y en contacto con el yeso, no participan de los accidentes de éste, sino que presentan una ligera inclinación hacia el E. (20°).

Acerca del Terciario en el Estado, poco es lo que se puede decir, pues, a excepción del conglomerado con fragmentos de andesitas que se encontró en las cercanías de Puente Negro (extremo del cerro del Rincón), no hay datos seguros para asignar esa edad a las formaciones que en muchos lugares cubren a la caliza maciza y pizarras calizas de que se habló en el capítulo anterior. Las relaciones estratigráficas no se determinaron ni se encontraron fósiles, únicos que hubieran resuelto el problema. El "material rojo" de que se va a hablar bien pudiera pertenecer al Cretácico,

pero se duda de su edad, y sólo se describirá aquí esa formación.

En páginas anteriores se hizo referencia a las brechas, conglomerados, areniscas, pizarras arcillosas y margosas, etc. que aparecen en cortas extensiones rellenando pequeños valles contenidos entre los macizos calcáreos, o atravesados por estos mismos macizos que surgen como arrecifes, o quedan aún como restos o girones prendidos en las faldas de las montañas calizas. Estas formaciones descansan en lo general discordantemente sobre las calizas y los trastornos que presentan son menos intensos y complicados que los de éstas, pudiéndose decir, no obstante, que en ningún caso se encontraron esas formaciones en posición horizontal. Los echados de las brechas, conglomerados, areniscas, pizarras arcillosas y margosas, etc., varían entre 20° y 50° y sólo en dos lugares, que son: en el camino de Colima a Manzanillo, el tramo comprendido entre Los Amoles y la cuesta del Agua Salada, y en una barranca por la que pasa el camino de Ixtlahuacán al rancho de la Taberna, las pizarras arcillosas margosas presentan un echado de 80°. Por el contrario, los bancos de calizas que sirven de apoyo a esas formaciones se presentan siempre en una posición casi vertical, en todos los casos en que fué posible reconocer todavía señales de estratificación. Las direcciones tanto de las calizas como de las pizarras son en general de NNW. a SSE.

La serie estratigráfica **reconstruida**, sin anotar discordancias de estas formaciones, es la siguiente: sobre los bancos de caliza que han sido considerados como pertenecientes al Cretácico medio, vienen brechas calizas primero de un color claro que inmediatamente después pasa a rojizo; siguen bancos alternos de brechas y areniscas, los primeros, conforme se asciende en la serie, presentan entre sus constituyentes fragmentos de andesitas cada vez en mayor cantidad y posiblemente también algunos de riolitas, no siendo fácil la identificación de estas últimas por la pequeñez de los fragmentos, aunque más bien parecen andesitas compactas o algo silicificadas; las areniscas son de un color rojizo oscuro y más o menos margosas; las brechas se transforman a poco en conglomerados rojizos siem-

pre en alternación con capas de areniscas. La sucesión que se acaba de indicar es fácilmente visible en el corte del ferrocarril en el extremo del cerro del Rincón a cuyo pié pasa el río de Colima y se le puede asignar un espesor aproximado de 200 metros, de los cuales corresponden unos 100 a la serie comprendida desde las capas con andesitas. Sobre las areniscas anteriores, vienen areniscas también rojizas con menos arena y algo de arcilla en capas delgadas entre las que se intercalan frecuentemente bancos de la misma arenisca anterior que llegan a alcanzar un espesor hasta de 75 centímetros. La arenisca va perdiendo gradualmente arena, convirtiéndose de arenisca arcillosa en arcilla arenosa, hasta llegar a ser exclusivamente una arcilla apizarrada, más o menos margosa, que es la que ocupa la parte alta de la serie. Esta formación, desde las areniscas hasta las pizarras arcillosas, con el paso gradual de unas a las otras, estudiado en las inmediaciones de Ixtlahuacán, alcanza un espesor aproximado de 350 metros, que agregados a los 100 de la serie de la parte baja, hacen un total aproximado de 450 metros para toda la formación. Es de advertirse que no está representada la serie completa en todos los lugares, pues en algunos las areniscas descansan directamente sobre las calizas compactas, faltando las brechas calizas; en otros las pizarras arcillosas descansan sobre las brechas calizas y en la mayoría de las veces faltan los conglomerados.

El Cuaternario y Reciente están representados por brechas, tobas, arenas y cenizas volcánicas, acarreos de los ríos y arenas de mar. Las brechas volcánicas, y las arenas y cenizas del mismo origen, alternan entre sí y rellenan todo el Valle de Colima y esta alternancia demuestra los diferentes períodos de actividad del Volcán de Colima que probablemente desde el Pleistoceno está dando este contingente. Las últimas capas de estas brechas se presentan en algunos lugares, pocos por cierto, al descubierto; en otros, principalmente en las cercanías del Volcán, están cubiertas por cenizas y arenas; en las partes bajas del valle las cubren depósitos recientes de los ríos, como conglomerados

y areniscas; finalmente, en otros sitios quedan cubiertas por la tierra vegetal. Las tobas aparecen en pocos lugares, principalmente en las faldas de los volcanes. Los acarreos de los ríos rellenan las partes bajas de los valles; así, en el Valle de Colima, como se acaba de decir, cubren a la brecha en algunos lugares y en otros es de presumirse que también la cubren pero su espesor es tan considerable que los pozos que se han abierto en busca de agua potable, algunos hasta de 50 metros de profundidad, no han llegado a descubrir la brecha. Estos depósitos aparecen ocupando extensiones considerables en la región S. del valle, desde el río Armería hasta el Salado y consisten en arenas gruesas y finas y gravas, clasificadas de acuerdo con su modo de depositarse, pero que a veces ven interrumpida esta regularidad por grandes bloques andesíticos rodados que las crecientes han arrastrado. Siguiendo el curso de los mismos ríos Armería y Salado estos depósitos se continúan y se han acumulado en los lugares en donde el lecho se ha ensanchado y ha permitido al río divagar, como antes de llegar el primero a las llanuras de Tecomán y entre Caután y el S. de Chamila en el segundo. El valle de Periquillo está relleno también por acarreos recientes y lo mismo las llanuras de Cualata, de Colomo, de San Carlos y de Santiago. Las llanuras de Tecomán (comprendida la de Armería), la laguna de Cuyutlán y la de San Pedro, están cubiertas por depósitos provenientes de los ríos en su parte N. y en la parte S. por arenas de mar, materiales que gradualmente se mezclan en el espacio intermedio y que descansan sobre depósitos marinos recientes que contienen gran cantidad de subfósiles.

El granito es la roca más antigua encontrada en la región, aparece al pié de la sierra de Picila, en el valle de Periquillo y en Santiago, y presenta su masa cortada por diques de una diorita de grano grueso, de elementos discernibles fácilmente a la vista, en un estado de alteración muy avanzada pero menor que el de los granitos, de un aspecto general diferente del de las dioritas más compactas y frescas que aparecen con profusión al W. del Estado,

o de las que en lugares aislados del E. del mismo Estado aparecen cortando calizas, o en contacto con andesitas o dacitas.

Fuera de este granito y de la posible presencia de gneiss, no se encontraron en la región formaciones anteriores al Cretácico, bien porque en los lugares donde aparece el granito esas formaciones hayan sido arrastradas por la erosión o por que en otros lugares se encuentren cubiertas por las formaciones cretácicas, o bien porque no hayan existido nunca debido a que esta porción del territorio haya estado emergida durante la época en que estas formaciones debieron haberse depositado. Por lo tanto, es seguramente la formación granítica que se ha manifestado en los restos encontrados la que constituyó la base sobre la cual se depositó la potente formación cretácica que debe haber cubierto una gran extensión territorial, parte de la cual ocupa hoy el Estado de Colima. Esta formación presenta actualmente los efectos de una intensa tectónica que a grandes rasgos se expondrán y cuyo conocimiento exacto, que conceptuamos interesante, requiere un estudio de detalle.

### TECTONICA

Desde luego, se observa que el territorio del Estado de Colima presenta en sus grandes rasgos fisiográficos las características del gran sistema conocido como Sierra Madre Occidental, al cual pertenece o está ligado directa o indirectamente el relieve del suelo de dicho Estado; y esas características que ya se han señalado, consisten en una orientación media, general, de NNW. : SSE. de las cadenas principales de montañas.

Esta dirección general señala también la dirección normal a ella, de los esfuerzos que obraron sobre ese territorio y produjeron primero los pliegues débiles de los estratos calizos y la formación inmediata de grietas por ruptura de esos estratos macizos y poco elásticos, grietas que a favor del esfuerzo continuado, se convirtieron en fallas a lo largo de las cuales se verificaron levantamientos y hundimientos, y esas líneas de menor resistencia sirvieron en algunas ocasiones para per-

mitir la salida de masas ígneas, que complicaron más el trastorno primitivo. Son de señalarse como líneas principales de fractura que hubo ocasión de observar en Colima, la que marca el curso casi recto de N. a S., del río Armería que atraviesa al Estado en su parte media; la que sigue el río Salado, poco después de salir del Valle de Colima, y seguramente gran parte del curso del río Coahuayana sigue también alguna línea de menor resistencia, pero no fué posible estudiar este río en todo su curso. El río de Armería entra al Estado de Colima y bordea al E. la falda escarpada del Cerro Grande que muestra allí claramente las cabezas de las capas y bancos de las calizas desde el lecho del río hasta una altura superior a 800 m.; sale del Valle de Colima y a su margen izquierda se levanta el sistema del Alcomún, (como se dijo antes) que muestra también las capas de caliza cortadas en una altura proximada de 600 metros y llega finalmente al mar después de atravesar las llanuras de Tecomán que antes estuvieron también ocupadas por el mar. El río Salado sale del Valle de Colima por un paso contenido entre andesitas y su margen izquierda se ve limitada por la sierra de Picila, en la cual los materiales de origen volcánico están acumulados en su parte N., y en la S. se alza un enorme bloque calizo que muestra sus capas cortadas en una alta escarpadura que alcanza probablemente unos 700 metros de elevación. La falla principal es seguramente la que recorre el río Armería; la que recorre el río Salado es una grieta y una falla, por la primera se efectuaron emisiones ígneas y según la segunda, continuación de la misma línea tectónica, se deslizó el gran bloque de Chamila. al N. de la laguna de Cuytlán hay una gran grieta bifurcada que permitió la salida de los materiales que hoy forman la sierra, que, en el núcleo del Espinazo del Diablo reúne la rama que viene del N. con los dos ramales que tocan los extremos de la laguna dicha.

Fuera de estas fallas y grietas principales existen algunas secundarias, entre las cuales se habló ya de la barranca de San Palmar, cuya dirección es normal a la general indicada; el cerro de Tecolapa es un bloque levanta-

do también a lo largo de una falla pequeña de dirección aproximada NW. SE., y, en general, en el sistema comprendido entre los ríos Armería y Salado y limitado al S. por la llanura de Tecmán, es donde se observa el mayor trastorno pues allí las calizas presentan bloques, grandes y pequeños, levantados, hundidos, siempre dislocados, ocupando posiciones sumamente inclinadas que proporcionan a esta región tan reducida relativamente, una topografía llena de complicados accidentes.

En términos generales, como se anticipó, quedan expresados en las líneas anteriores los efectos principales de los esfuerzos tectónicos que han obrado en el suelo de una parte del Estado de Colima; ahora se tratará de explicar las épocas en que se verificaron estos movimientos.

El continente, en esta región, parece haber sufrido una emersión a fines del Cretácico. Probablemente durante este levantamiento se iniciaron las primeras fallas y a continuación se efectuaron también algunas inyecciones ígneas.

Después de estos primeros accidentes, la época de mayor trastorno fué en el Terciario, cuando las andesitas hicieron su primera aparición, es decir, durante el Mioceno. Seguramente que entonces la región se vió intensamente conmovida y las masas volcánicas hicieron su salida a través de los estratos calizos hendidos y se acumularon al E., en la sierra de Picila, o lo que es lo mismo, a lo largo de la falla que recorre el río Salado, y al W., a lo largo de la grieta que se bifurca en el Espinazo del Diablo. El espacio comprendido entre estos dos grandes accidentes debe haber sufrido la influencia de ellos y su masa, bajo la acción de dos esfuerzos encontrados, sufrió nuevas dislocaciones de mayor o menor extensión que vinieron a complicar las que ya presentaba. En ese mismo espacio aparecen en algunos lugares, inyecciones de rocas dioríticas cuya edad no es posible precisar, pero de las cuales si se puede asegurar que son terciarias, pues en el Libro, en Tamala, en Rosario, aparecen estas intrusiones dioríticas trastornando a las calizas; la intrusión de la bajada de Jala hacia Rosario parece formar el núcleo o corazón del gran cerro del Alcomún y tal vez con-

tinuarse bajo la caliza hacia el río Salado dando muestras de su presencia en Tamala, cerca de Ixtlahuacán y en El Libro. De todas maneras, esta gran región cretácica que se extiende al W. del río Salado, desde el cerro del Rincón hasta Chiquihuilán (frente al río Coahuayana) quedó con sus bloques en equilibrio inestable.

Probablemente las diabasas de la sierra de Picila son contemporáneas de las dioritas. Debemos decir que las ideas generales acerca de la época de aparición de las diferentes rocas, son tomadas del trabajo relativo del señor José G. Aguilera publicado en los Boletines IV, V y VI del Instituto Geológico de México.

A fines del Mioceno y durante una parte del Plioceno debe haber habido una época de tranquilidad que permitió el depósito de los conglomerados con fragmentos de andesita y de las areniscas margosas y arcillosas y pizarras arcillosas de varios tipos que continúan la serie y que debieron llenar las pequeñas cuencas contenidas entre los islotes calizos que emergieron de la incompleta sumersión continental que debe haberse efectuado en esta época como resultado de los movimientos miocénico-pliocénicos referidos. A fines del Plioceno, los movimientos que conmovieron la región vinieron a trastornar nuevamente a los bloques calizos quedados en equilibrio inestable y con ellos a las formaciones que se acababan de depositar y que por ésto, se presentan menos conmovidas que aquellos; entonces se efectuó una nueva y final emersión y fué cuando las rocas labradoríticas hicieron su aparición (andesitas de labrador de la sierra de Picila, vistas en la barranca de la Higuera), a las que probablemente, siguieron las riolitas (fragmentos de esta roca encontrados en la barranca del Salto, provenientes de la sierra) y finalmente las dacitas que se encontraron en lo alto de la sierra de Picila y de las cuales se puede decir en general, por observaciones comprobadas, que ocupan en compañía de sus tobas y algunas veces de riolitas y tobas riolíticas, las partes elevadas de la Sierra Madre Occidental. Desde entonces el relieve del terreno es el que actualmente observamos modificado únicamente por la erosión.



No. 7.—Masas de yeso con impregnaciones, en Chancocho, Edo. de Colima.



Ha quedado para el final hablar del Valle de Colima, es decir de la depresión o hundimiento que constituye ese valle y que está limitado al N. por el cono del Volcán de Colima, rodeada en el resto por formaciones cretácicas, y cuya primitiva extensión fué mucha mayor que la actual y tal vez tuvo contacto con las actuales cuencas de Zapotlán y Sayula, de las que más tarde fué aislado, con cambio de nivel, por movimientos tectónicos relacionados con las barreras volcánicas que hoy separan esos valles. La cuenca probablemente se originó desde que toda la formación caliza se elevó y dejó un pequeño mar interior en cuyo litoral se acumularon los fragmentos de caliza que cementados constituyen la brecha que cubre a la caliza maciza en el Cerro Grande, al E., en el Alcomún y el cerro de Los Amiales al S. y en el cerro del Fresnal al W., es decir, en todo el contorno de dicha cuenca, al N. de la cual la formación caliza desapareció cubierta por los materiales de los volcanes de Colima y el Nevado. Por último, el relleno de esta depresión es trabajo que corresponde directa o indirectamente al foco eruptivo Colima-Nevado, en acción desde fines del Plioceno o principios del Pleistoceno hasta el presente.

Finalmente, el suelo de Colima sufre en la actualidad los efectos de un movimiento general, que ya ha sido anotado por varios observadores (1) y que es el levantamiento gradual y tal vez oscilatorio de la costa. Las pruebas de esta elevación paulatina son las siguientes: las terrazas escalonadas en la alta pared que constituye la margen derecha del río Coahuayana que se recorrió entre los pasos de Tacinaxtla y Trapichillo, terrazas que el Dr. P. Waitz ya había estudiado en otro lugar del mismo río (2), y que exigen, para explicar su presencia allí, un cambio en el nivel de la erosión del río, cambio que sólo puede aceptarse recurriendo a un levantamiento intermitente del suelo; en las llanuras de Tecomán se han encontrado restos de conchas marinas en abundancia al abrir pozos en la población de Tecomán, situada en la parte

N. de las mismas; frente a la población de Cuyutlán, en la margen N. de la laguna, los pequeños acantilados de andesita muestran el trabajo del oleaje del mar y están hoy lejos de éste unos 7 kilómetros; el espolón rocalloso de Manzanillo con sus cerros del Vigía Grande y Vigía Chico, y la peninsulita de La Audiencia, presentan sus acantilados, labrados por el trabajo de las olas, hasta una altura que hoy no alcanza el más alto oleaje.

## PETROLEO

Se han señalado ya los lugares en los que se aseguraba que había manifestaciones de petróleo, lugares que se repiten aquí: En las márgenes del río Salado el punto llamado el Agua Caliente, en donde sólo aparecen manantiales salinos sin relación con ninguna manifestación de petróleo. En los siguientes sitios de las cercanías de Tamala; un punto conocido con el nombre de Chancocho o Tula, el cerro de la Rosa Blanca y el que está enfrente de éste, en donde aparecen unas pizarras fértidas, sumamente delgadas, de constitución selenitosa y caliza, de una estructura cristalina y de un color negruzco que las hace aparecer como impregnadas de hidrocarburos, pero que analizadas dan un resultado negativo. Las pizarras de Chancocho y de la cuesta del Agua Salada, que son iguales, analizadas en este Instituto por el químico Sr. Salvador Soto Morales, dieron reacción negativa para hidrocarburos. La reacción fué igualmente negativa para hidrocarburos, en el análisis de los gases obtenidos por destilación. En el lugar de la hacienda del Pochote situado a la entrada de la barranca de San Palmar, referido ya en otros lugares de este informe, donde se encuentran las pizarras calizas plegadas y rotas, existe una cata practicada con propósitos de exploración petrolera. La muestra de estas pizarras que fué analizada en este Instituto por el mismo señor Soto Morales acusó una proporción de hidrocarburos no identificables de 0.0625 por ciento.

(1).—Wittich, Dr. E.—Nuevas observaciones acerca de levantamientos modernos de la Baja California.—Soc. Geol. Méx. Acta Sesión de Verano, 12 de julio de 1913, pág. IV, V.

(2).—Waitz, Dr. Paul.—Terrazas fluviales en la barranca del río Tuxpan y los levantamientos modernos de la costa de Colima. Soc. Geol. Méx. Acta Sesión de Verano, 12 de julio de 1913, P. XV, XVI.

Los sitios arriba referidos son los que se nos indicaron como que en ellos existirían manifestaciones de petróleo y dicho queda ya lo que se encontró. Algunas personas nos mostraron ejemplares de rocas que se decían procedentes del mismo Estado de Colima y que parecían estar impregnadas de hidrocarburos, pero no se nos dijo la procedencia exacta de dichas muestras ni se nos dieron pormenores que nos hubieran conducido al descubrimiento de esa procedencia.

Es un hecho que en el Estado existen formaciones sedimentarias de naturaleza semejante a las formaciones que contienen petróleo en nuestros campos del Golfo de México y en algunas otras regiones del extranjero; pero en el caso especial que nos ocupa, hemos señalado con la mayor cantidad de detalles que se pudieron recoger, el estado de sumo trastorno en que se encuentra la formación cretácica, formación que en la costa del Golfo de México, sirve generalmente de almacén al petróleo, y hemos dicho que son muy pequeños y aislados los restos de la formación superior impermeable necesaria para impedir el escape de dicho petróleo. Estos hechos nos dicen en primer lugar, que las estructuras no son favorables.

Si el petróleo en Colima existiera en formación anterior al Cretácico, hubiera aparecido o dejado señales de su paso en las grietas innumerables de la caliza. Aparte de faltar estas señales no se encontró ninguna formación sedimentaria anterior al Cretácico, sino únicamente granitos como base en la

zona que se recorrió. Estos datos también alejan las probabilidades de la existencia de petróleo.

En cuanto a las formaciones posteriores al Cretácico, en las superficies de separación de los estratos, en los planos de las fallas tan frecuentes, en las grietas y en los contactos con intrusiones volcánicas, no se encontró resto alguno de hidrocarburos que el petróleo hubiera dejado allí al salir a la superficie y sufrir la evaporación de los elementos volátiles y la alteración de los fijos. Como el trastorno general de las formaciones alcanzó las partes más profundas de la caliza, es de creerse que si hubo petróleo alguna vez en esta formación, según se ve uno inclinado a suponer en virtud de la manifestación de El Pochote, su escape hay que referirlo a la época de los primeros trastornos sufridos por esa caliza, pues sólo así se explicaría la falta absoluta de cualquier indicación de la existencia actual del petróleo.

Resumiendo: no hay estructuras favorables a la acumulación del petróleo, en primer lugar; en segundo, en toda la región recorrida no hay chapopoterías, ni activas, ni extinguidas; ninguna emisión de gases, ningunos manantiales termales, ni manchas de aceite sobre las aguas, ni ninguno de los signos conocidos como indicadores de la existencia del petróleo en el subsuelo. No es, pues, de esperarse que el Estado de Colima llegue a ser teatro de una explotación petrolera.

México, noviembre de 1923.