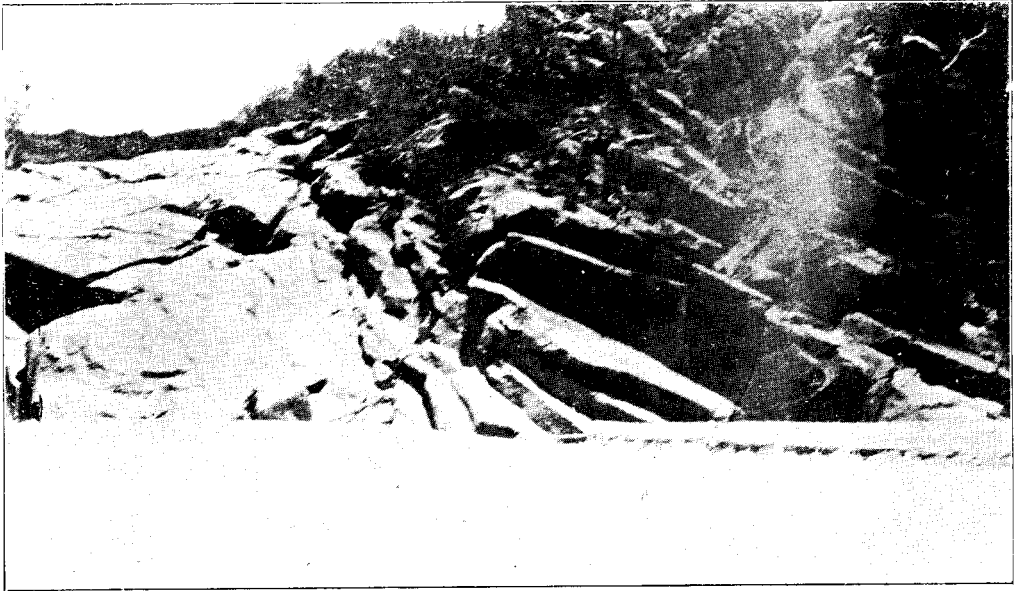
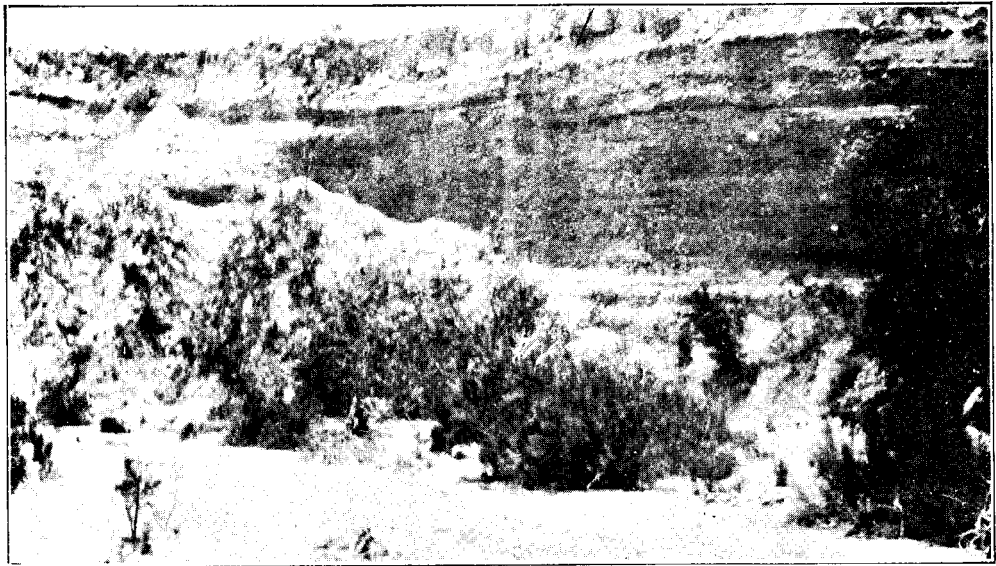


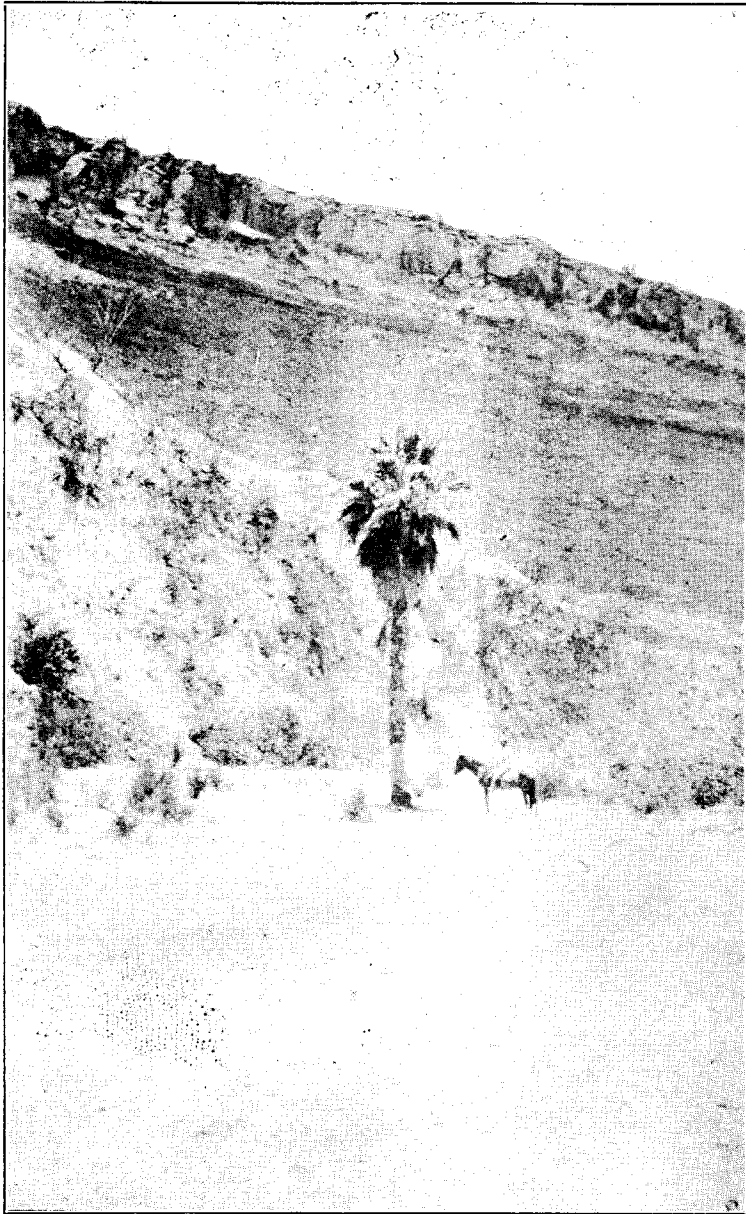
Fot. 4.—Arroyo del Saltito, bancos de diorita.



Fot. 5.—Arroyo del Saltito, bancos de diorita y planos de juntas



Fot. 6.—Arroyo de la Cantería, depósitos sedimentarios, terminando en su parte superior por una capa de toba rhyolítica



Fot. 7.—Arroyo de la Cantería, capa de toba sobre el depósito arenoso.

Cambiado ya el centro de operaciones, se continuaron los reconocimientos más hacia el N. de la sierra en la forma siguiente: se hizo un reconocimiento general, partiendo del rancho de las Playitas, hasta el pie de la sierra de Cacachilas, siguiendo por el cauce del arroyo de Matancita (lámina número II) en el que se observaron magníficos cortes, en los que puede apreciarse la zona de contacto de la roca que constituye el macizo del Novillo, con la que forma el de Cacachillas, cuya estructura es marcadamente porfírica y de un color claro rosado, debido a la presencia del feldespato que contiene.

El examen microscópico arroja los datos siguientes: la roca es un *granito* de textura hypautomórfica granular, sus constituyentes principales son: *oligoclasa*, > *ortoclasa*, > *cuarzo*, > *biotita*. Los accesorios son: *apatita*, *zircon*, *magnetita* e *ilmenita* y los secundarios: *kaolín*, *clorita* y *calcita*.

Ascendiendo después por el conjunto de lomeríos que forman las estribaciones de Cacachilas, que están constituídas por materiales de desagregación, tobas, arenas y grandes blocks desprendidos del macizo principal, y continuando el ascenso hasta pasar por el rancho llamado de Tamales, situado a 600 metros sobre el nivel del mar, se llega al pie del pico más alto de la sierra, llamado de Los Soldados (Los Dos Soldados en el estudio del señor Angermann, obra citada), marcado en los planos con una altura de más de 1,400 metros sobre el nivel del mar, (4,262 pies). Al pie de esta altura corre el arroyo llamado del Puerto, que con el nombre de arroyo de La Barrosa, desemboca en la bahía de La Paz. El punto a que se llegó, dista aproximadamente unos 18 kilómetros del de partida. En este arroyo aflora la roca que se observa tanto en el contacto de las dos rocas en el arroyo de Matancitas, como en los cantos diseminados en los lomeríos, por lo que desde luego quedó comprobado que el tramo montañoso del Novillo, está constituido de un material diferente, es decir, que se trata de dos unidades geológicas en contacto.

Se hizo otro reconocimiento, hasta llegar a las estribaciones de la sierra de Cacachilas, al Oriente, desde el rancho de Matancitas (480 metros sobre el nivel del mar), hasta el rancho de las Dos Palmas (580 metros sobre el nivel del mar) que está situado también entre los lomeríos que ligan las dos sierras.

Entre los cantos rodados que se ven diseminados sobre el terreno, se encuentra uno cuyo volumen es aproximadamente de unos 2,000 metros cúbicos; está ahuecado en su parte baja, y en su hoquedad, se encuentran vestigios de una antigua habitación humana: restos de puntas de flechas construídas de material rhyolítico, osamentas, valvas de moluscos, restos de alfarería, encontrándose también alrededor de este gran block, pequeños cantos en los cuales se observan huellas de haber sido empleados para trituración de granos.

Se expedicionó hacia el NW. del rancho de las Playitas y en el trayecto seguido se encuentra el mismo carácter y constitución de los lomeríos extendidos en el sentido indicado ya, hasta llegar al arroyo llamado de La Canteoría, que como hemos dicho, toma más tarde el nombre de La Barrosa y desemboca en la bahía de La Paz.

Los acantilados de uno y otro lado de este arroyo, están formados por material sedimentado, arenoso y conteniendo zonas de cantos rodados de diferentes dimensiones y de naturaleza heterogénea (distinguiéndose su origen granítico y rhyolítico), terminados en su parte superior por una capa de toba bastante consolidada de origen rhyolítico, que tiene inclusiones de fragmentos de pómez, granos de cuarzo y láminas de mica. Todos estos materiales entremezclados, son de origen granítico y rhyolítico, y constituyen los lomeríos que en esta parte, señalan los límites entre las formaciones de los alrededores de La Paz y las que constituyen la comarca granítica hacia el NW. del macizo del Novillo. Continuando el trayecto hacia este último, se llegó al rancho de San Antonio, situado a 660 metros sobre el nivel del mar, cerca del cual aflora en varios puntos un crestón cuarcífero en el que se encontraron los trabajos abandonados de una mina, cuya explotación se hacía por medio de un tiro inclinado, practicado sobre el bajo de la veta. Su rumbo apro-

ximadamente es 45° NW., con un echado hacia el SW. El mineral que en este lugar se explotó, fué cobre al estado de carbonato (malaquita). Se encuentra impregnando la veta cuarcífera.

Limitado el extremo N. de la sierra del Novillo de las demás formaciones, se emprendió el estudio del corte que hace el arroyo llamado de Matancitas y en el cual como se dijo, puede observarse el contacto de la roca que constituye esta sierra, con la que integra la de Cacachilas, (lámina número II.)

El cerro llamado de Matancitas o San Isidro, situado en el extremo N. de la sierra y en cuya falda N. y E. corre el arroyo llamado de *Matancitas* o *Mayate*, es en donde puede observarse mejor el límite entre los dos materiales que constituyen el macizo de Cacachilas y el del Novillo, así como la sucesión de fenómenos que resultan del metamorfismo dinámico que ha sufrido este tramo de la sierra de San Lázaro en su extremo septentrional.

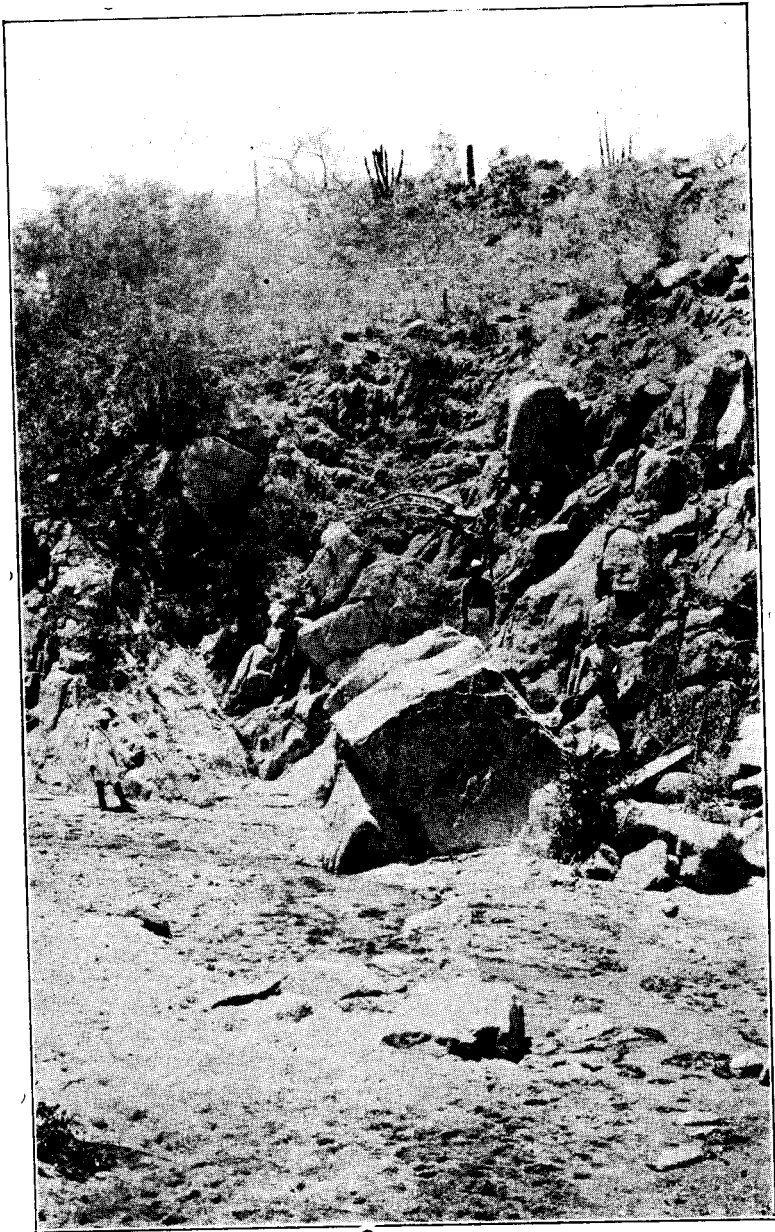
El arroyo referido se reúne en su origen a otros tres de poca importancia, que han abierto su cauce en las estribaciones de la sierra de Cacachilas, mientras que el primero conduce sus aguas entre el material constituyente del Novillo, viniendo a desembocar como se dijo al principio de este estudio, más al S. en el arroyo llamado de San Isidro.

Un poco abajo de la confluencia de estos arroyos, se observa el contacto de las dos rocas, a una y a otra margen del arroyo de Matancitas: el granito de Cacachilas de color claro rosado, a cuya determinación microscópica se hizo alusión ya, y la roca oscura del Novillo, cuyos caracteres y modificaciones se irán tratando a continuación.

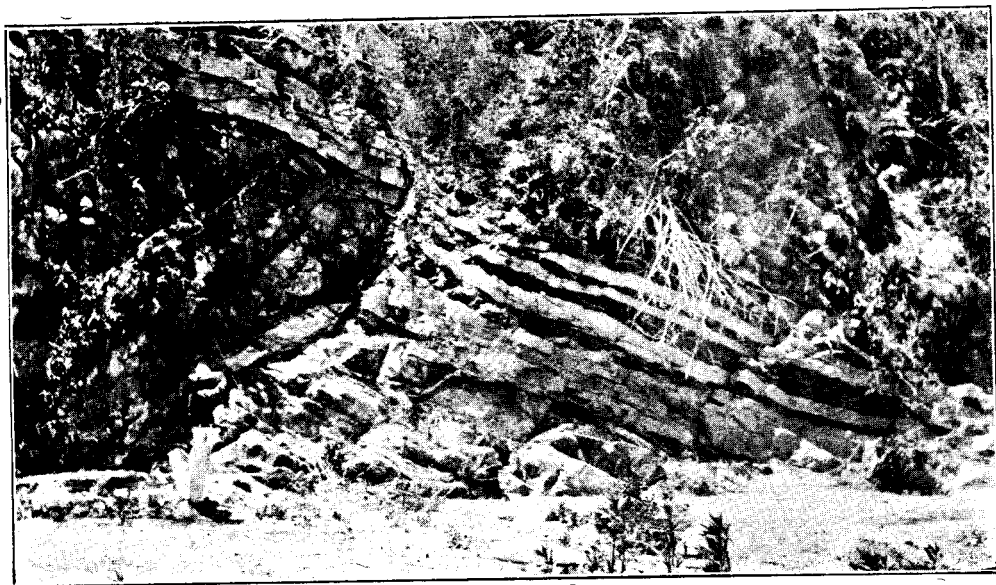
El primero se encuentra muy fracturado y alterado, atravesado en todos sentidos por vetas intrusivas de un material en que predomina el feldespato ortoclasa, después el cuarzo y una pequeña proporción de mica, ha sido clasificada como *pegmatita*; determinación que ratificó el señor ingeniero Rafael Orozco, al hacer el estudio microscópico. Sus caracteres son los siguientes: textura hipautomórfica granular. Constituyentes: *ortoclasa*, > *cuarzo*. Elemento accesorio: *magnetita*. Secundarios: *kaolín* y *sericita*.

Estas vetas se cortan en todos sentidos y su potencia es de algunos centímetros. El granito que las contiene, se encuentra bastante alterado y se disgrega con facilidad. Un poco más adelante, aguas abajo, se empieza a notar el cambio de aspecto en la roca, que toma la coloración oscura característica de la sierra del Novillo. En esta parte que es la zona de contacto de los dos materiales, se encuentra también bastante alterada y fracturada. En este lugar brotan dos manantiales que producen bastante agua.

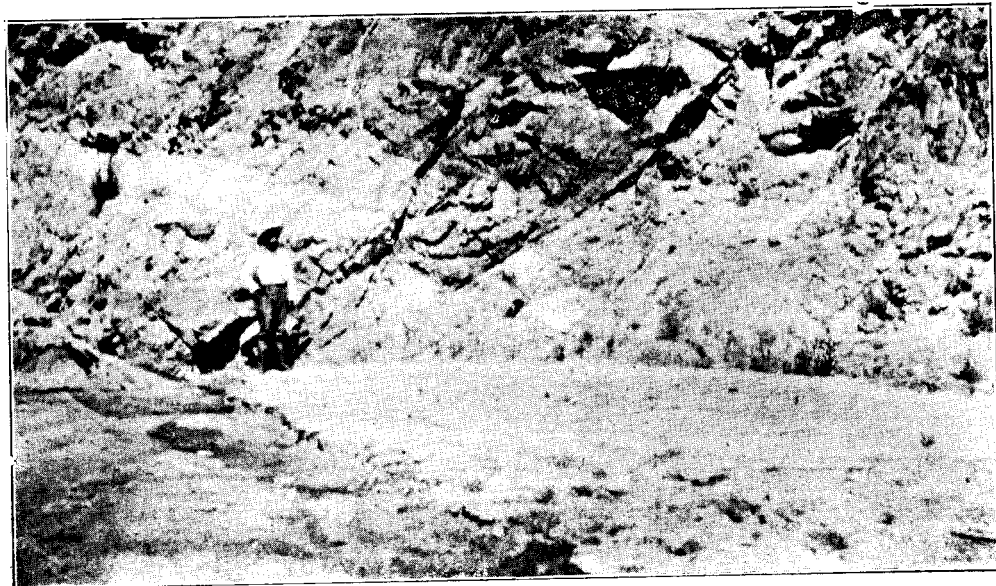
La acción del dinamometamorfismo, se presenta a uno y otro lado del arroyo en todas sus fases, estando la roca fracturada y atravesada por numerosas vetas intrusivas de diferentes potencias; por ejemplo, en el lugar llamado calera de Matancitas, aflora una de estas vetas atravesando el arroyo, cuyo cauce ha cortado parte de dicha veta; tiene un echado de 50° al W., y una dirección NE. 10° SW.; su potencia es de 2 metros 15 centímetros. Su naturaleza es análoga a la de las vetillas mencionadas en la roca granítica de Cacachilas cerca del contacto de la del Novillo, así es que los elementos feldespáticos y el cuarzo, se encuentran muy desarrollados, principalmente el primero tanto en el alto como en el bajo de la veta; mientras que, en la parte media, los elementos disminuyen en tamaño hasta hacerse en este punto olocristalinos. La mica se encuentra presente también, pero muy diseminada en toda la masa. El estudio al microscopio hecho por el señor Rafael Orozco, da los caracteres siguientes: textura hipautomórfica granular. Constituyentes principales: *oligoclasa* > *cuarzo*, > *biotita*. Elementos accesorios: *apatita*, *zirconio*, *magnetita*. Como secundarios *kaolín* y *óxido de hierro*, siendo determinado como un granito de *biotita*. La veta presenta caracteres más básicos en su medio que en su bajo y alto, en que presenta los caracteres de una *pegmatita*. La roca encajonante presenta macroscópicamente los caracteres también de una diorita cuarcífera, (tonalita) pero observándose entre todos sus elementos una orientación debida a la acción dinámica, por lo que tiene además los caracteres de un gneiss. El señor Rafael Orozco, encuentra los caracteres siguientes: textura hipautomórfica granular. Elemen-



Fot. 8.—Margen izquierda del arroyo de Matancitas, afloramiento de una veta de pegmatita.



Fot. 9.—Falla inversa, arroyo de Matancitas, margen izquierda.



Fot. 10.—Veta fallada, arroyo de San Isidro,

tos constituyentes principales: *andesina* ($\angle 21^\circ$) \gg *biotita* \gg *cuarzo*. de la sierra y del que ya se trató en los primeros recorridos.

Como elementos accesorios: *magnetita*, *zirconio*, *titanio*. Secundarios: *clorita* y *óxido de hierro*.

Continuando el reconocimiento en el arroyo, se sigue observando la acción bastante acentuada, del metamorfismo dinámico; la roca se encuentra muy fracturada y muchas de sus fracturas rellenas por el material intrusivo ya mencionado. Así por ejemplo a 45 metros de la veta citada, hacia la margen izquierda del arroyo, se observa otro conjunto de vetillas del mismo tipo que las anteriores, con un echado general de unos 20° al S., y después a unos 50 metros de los restos de una presa que está marcada en el croquis número II, empieza a notarse aún más profundamente el trastorno sufrido por esta roca, en la que se observa que las vetas intrusivas del mismo carácter que las anteriores, se presentan en una posición próxima a la vertical, pues su echado es de 75° al S. y un poco más adelante toman francamente esta posición. Su rumbo es de NE. 30° SW. Aquí la roca presenta la forma esquistosa y su determinación al microscopio por el señor Martínez Quintero, ha hecho que se le designe con el nombre de una *diorita esquistosa* cuyos caracteres son: textura granular; constituyentes principales: *hornblenda*, \gg *augita*, \geq *oligoclasa*, \gg *andesina*; entre los accesorios, la *apatita*; y como secundarios, la *serpentina*. Como se ve no es más que la misma roca constituyente del macizo, modificada por los efectos dinámicos de la compresión. La disposición en que aquí se encuentran los planos de laminación de esta roca son verticales; pero en otro lugar, se doblan lo mismo que se observa en algunas de las vetas intrusivas, confirmando la idea de que son el resultado de la acción dinámica que se ha operado, después de llenadas las fracturas de la roca encajonante, por el material intrusivo. Estas vetillas intrusivas siguen presentándose a uno y a otro lado del arroyo, en intervalos aproximados de 4 a 10 metros y con un echado general de unos 30° al S.

Después se encuentra una veta de cuarzo en disposición muy irregular y otra que contiene minerales de metamorfismo, como granates incompletamente cristalizados y epidota o pistachita; estos afloramientos se observan hacia la margen izquierda del arroyo.

En cuanto a la roca, las manifestaciones de metamorfismo continúan presentándose bajo la forma esquistosa, como ya se hizo notar en otros puntos del mismo arroyo. Entre los fenómenos de fracturamiento mejor marcados pueden citarse, como a unos 50 metros del punto en donde se encuentran los minerales de metamorfismo, un sistema de vetas intrusivas de la misma naturaleza de las que ya se ha hecho mención. Este sistema está formado de cuatro, que afloran en la margen izquierda del arroyo, estando afalladas y con una dirección de NW. 18° SE.; y con un echado de unos 20° al SW. aproximadamente. La falla es inversa, con un salto de 2 metros 70 centímetros y teniendo una amplitud de 1.^m80, su echado es de 65° al SE., y su dirección de NE. 21° SW.

Las cuatro vetas tienen la potencia siguiente, la mayor que es la más baja 1.^m09, la siguiente, 0.^m40, la tercera, 0.^m20 y la cuarta, 0.^m30.

La roca encajonante es un esquisto. Se encuentra algo plegado y sus caracteres microscópicos son los enunciados ya.

Después de esta falla continúan repitiéndose los fenómenos de metamorfismo dinámico en todo el resto del arroyo, así como la presencia de vetas intrusivas pegmatíticas, con diferentes grados de potencia y presentando también las manifestaciones dinámicas posteriores, como el sistema de vetillas onduladas que se encuentra a unos 150 metros de la falla antes descrita, que tienen un echado general hacia el SW. y como máximo de potencia, unos 20 centímetros.

Finalmente, en la parte en donde el arroyo se bifurca, para volver más tarde a reunirse, la alteración de la roca es más marcada en unas partes que en otras; pero se encuentra bastante fracturada, teniendo sus planos de fractura una dirección general de NW. a SE. y un echado al NE.; en una de estas fracturas hacia la margen izquierda del arroyo brota un manantial.

En resumen, toda la zona cortada por este arroyo, permite ver tanto en una margen como en otra, las manifestaciones de un intenso metamorfismo dinámico; pues ya se ha dicho que la roca se presenta en sus afloramientos, desde la forma de gneiss, hasta la de equisto, estando muy fracturada y afallada, al mismo tiempo que atravesadas muchas de sus fracturas por numerosas vetas intrusivas constituídas principalmente de feldespato y cuarzo, con una potencia variable desde algunos centímetros hasta más de 2 metros. Después de haberse verificado la inyección de estas vetas, la acción dinámica no quedó terminada, pues se hallan fracturadas y onduladas. Esta idea se confirma con la presencia de minerales de metamorfismo tales como los granates, la epidota o pistachita y el cuarzo.

Existen además en los minerales enunciados, vetas de caliza, como por ejemplo, una situada cerca del lugar llamado calera de Matancitas, hacia la margen derecha del arroyo, y que se explota para extraer la cal. Este material, está bien cristalizado en algunos puntos de la veta, encontrándose también algunos minerales de cobre y fierro al estado de sulfuros y sulfo-arseniuros, así como óxido de fierro. El afloramiento de este crestón calizo es muy irregular, hallándose muy entremezclado con el material de la roca encajonante, sólo aproximadamente se pudo determinar su echado, que es de unos 50° al NW., y su dirección de NE. a SW., que corresponde a una de las dos direcciones generales seguidas por las demás vetas y fracturas.

Terminado el estudio en este arroyo, se hizo un recorrido hacia el de San Isidro, a su paso por la falda S. del cerro del mismo nombre, y la del cerro de la Cercada. En esta parte del arroyo, se observa en la roca el mismo aspecto que en el de Matancitas, encontrándose las mismas vetas intrusivas pegmatíticas en las que sigue predominando el feldespato ortoclasa, entre las cuales se presenta una muy fallada y con una potencia de unos 75 centímetros, que contiene en su masa pequeños puntos mineralizados de óxido de fierro (hematita), que en un principio se tomaron como sulfuros argentíferos, pero que tanto en esta veta como en las anteriores, se comprobó que no se trata más que de este mismo mineral de fierro. Los caracteres de esta veta intrusiva difieren un poco de los que presentan las otras vetas mencionadas, pues sus elementos constituyentes, cuarzo y feldespato, son más finos que en las anteriores; el material de esta veta intrusiva ha sido clasificado por el señor Orozco como un *granito*, cuyos caracteres macroscópicos son los siguientes: roca de color claro en la que se distinguen cristales de feldespato, cuarzo y elementos ferromagnesianos, estos últimos tendiendo a colocarse en bandas paralelas como en los *gneiss*. Al microscopio tiene los caracteres siguientes: textura hipautomórfica granular. Sus elementos constituyentes son: *ortoclasa*, \gtrsim *cuarzo*, \gtrsim *biotita*. Accesorios: *magnetita*, *zircón*, *apatita*, *mica blanca*. Secundarios: *kaolín* y *óxido de fierro*.

Los caracteres generales de la roca encajonante, son los mismos que se observaron en los cortes que ha efectuado el arroyo de Matancitas.

El cerro llamado de la Cercada cuya altura es de 780 metros sobre el nivel del mar, a cuya falda pasa el arroyo de San Isidro, presenta en su parte alta los signos de metamorfismos menos marcados, conteniendo también crestones de vetas cuarcíferas en las que se observa la presencia del cobre al estado de carbonato.

Continuando el reconocimiento hacia el flanco oriental de la sierra, y siguiendo el arroyo de San Isidro hacia su nacimiento un poco al S. del rancho llamado de Calabazas, situado a 480 metros sobre el nivel del mar, se observa en la roca, los mismos caracteres generales que se han mencionado. Más al S. del rancho de Calabazas, nace el arroyo llamado de la Trinchera; sigue su curso entre las formaciones del Novillo y las del granito que constituye las estribaciones de Cacachilas que continúan por el lado oriental de la sierra del Novillo, y se extienden hasta la costa del Golfo de California. Durante el trayecto pasa por el contacto de las dos formaciones, como se observa entre los ranchos de Calabazas y San Vicente (500 metros sobre el nivel del mar) y entre el de las Verdes (480 metros) y el rancho de Trinchera (440 metros) y siguiendo por el poblado de San Blas, tuerce hacia el Occidente y corta entre las últimas estribaciones del S. de la sierra del Novillo.

En toda esta extensión se puede ver el granito claro de estructura porfírica de Cacachilas, aflorando en la margen izquierda del arroyo y hacia la margen derecha la roca diorítica oscura del Novillo.

Las sucesivas inflexiones del arroyo a través de una y otra formación, permiten limitar por este lado la roca que constituye la sierra, objeto de nuestro estudio, destacándose con toda precisión la individualidad petrográfica de las dos formaciones en contacto.

Estos reconocimientos sirvieron para limitar la formación del Novillo por el lado oriental, habiéndose cambiado el centro de operaciones del rancho de Playitas al de Trinchera, para continuar las investigaciones en este mismo lado.

Ya desde el arroyo de San Isidro hacia el S. a partir del lugar en donde se encuentra la veta fracturada que se describió y que se ilustra en la fotografía número 10, se empieza a notar macroscópicamente en varios lugares un empobrecimiento de mica muy marcado, fenómeno que se siguió observando a partir de este punto en todo el arroyo, hasta llegar a su nacimiento, observándose que la mica se presenta en mayor proporción en la roca que está inmediata a las vetas intrusivas, vuelve a desaparecer a medida que se aleja de estos puntos. Pasando el arroyo de Trinchera, se presenta el mismo fenómeno, notándose además, que en los diferentes afloramientos, el aspecto de la roca cambia un poco; se vuelve más oscura, sus elementos son más finos y se asemejan más sus caracteres a los observados en la roca que aflora en el cerro del Chuzo en el flanco occidental de la Sierra y del que ya se trató en los primeros recorridos.

El arroyo de Trinchera que en general tiene su lecho en el contacto de las dos formaciones, algunas veces se desvía y corre sobre una o sobre la otra. Estas formaciones se distinguen muy bien; la de Cacachilas en algunos puntos, penetra bastante a la del Novillo, como se observa un poco al N. del rancho de La Trinchera, entre éste y el llamado de los Verdes, notándose que en estos puntos de contacto, la roca del Novillo está bastante alterada.

Entre las diferentes ascensiones que se hicieron de este lado de la sierra, puede mencionarse la que se hizo al cerro del Burrito, a unos 580 metros sobre el nivel del mar, en cuya falda está situado el rancho de Trinchera; dicha elevación es como otra de su género, que se extiende en esta parte aproximadamente al mismo nivel del flanco oriental del eje montañoso. Se observa en estos montículos, que la roca que está en contacto con la que forma las estribaciones de Cacachilas, y penetra a la del Novillo, se encuentra bastante fracturada y metamorfoseada, estando rellenas sus fracturas por vetillas de cuarzo y feldespato, disminuyendo la alteración de la roca en sus partes superiores en donde se manifiesta con caracteres de más normalidad, presentando el mismo tipo de roca diorítica que se ha observado en el cerro del Chuzo.

Se hizo otra ascensión al cerro Prieto ya en el macizo, cuya elevación es de unos 1,000 metros sobre el nivel del mar; esta altura se considera como la mayor en la sierra.

La roca constituyente es igualmente diorítica, de color oscuro y de grano fino; sus caracteres al microscopio son los siguientes: textura xenomórfica. Sus elementos principales son: *oligoclasa* > *andesina* > *hiperstena*, conteniendo algo de *micro-pegmatita*; los accesorios son: *magnetita* y *topacio* (?); entre los secundarios se encuentra la *limonita*. Esta roca presenta bastantes analogías como la anterior con la del cerro del Chuzo, pues contiene entre los constituyentes principales, según la determinación microscópica, los mismos elementos, andesina, hiperstena y oligoclasa, diferenciándose en un cuarto elemento, pues la roca en cerro Prieto acusa algo del *micro-pegmatita* que no se encontró en la del Chuzo, habiéndose señalado en esta última además, la augita no mencionada en el primero; los elementos secundarios magnetita y topacio, se encuentran los dos, aunque dudoso el segundo, en la roca de cerro Prieto. Exteriormente las dos rocas tienen el mismo aspecto, presentando un grano más fino la de este último.

En la parte alta del macizo se observan numerosos apófisis en los que se marcan muy bien los planos de junta; tanto estos apófisis como los montículos que se encuentran a los lados sobre los flancos del eje montañoso, son probablemente formas debidas a los efectos de erosión.

Extendiendo los reconocimientos a lo largo del arroyo de Trinchera con objeto de seguir observando las sucesivas modificaciones de las rocas en el resto de la sierra, se hicieron varias excursiones, partiendo del rancho de la Trinchera a diferentes lugares situados al S. de éste y sobre el arroyo del mismo nombre, hasta llegar al conjunto de alturas que forman las últimas estribaciones australes de la sierra a través de las cuales, como se ha hecho notar ya, se abre paso el arroyo mencionado.

La roca que aflora entre los lugares señalados en la lámina número I, el Alamito, situado ya muy cerca del lugar en donde el arroyo de Trinchera tuerce su cauce hacia el Occidente, se encuentra fracturada y metamorfozada observándose cierta orientación o exfoliación en sus elementos.

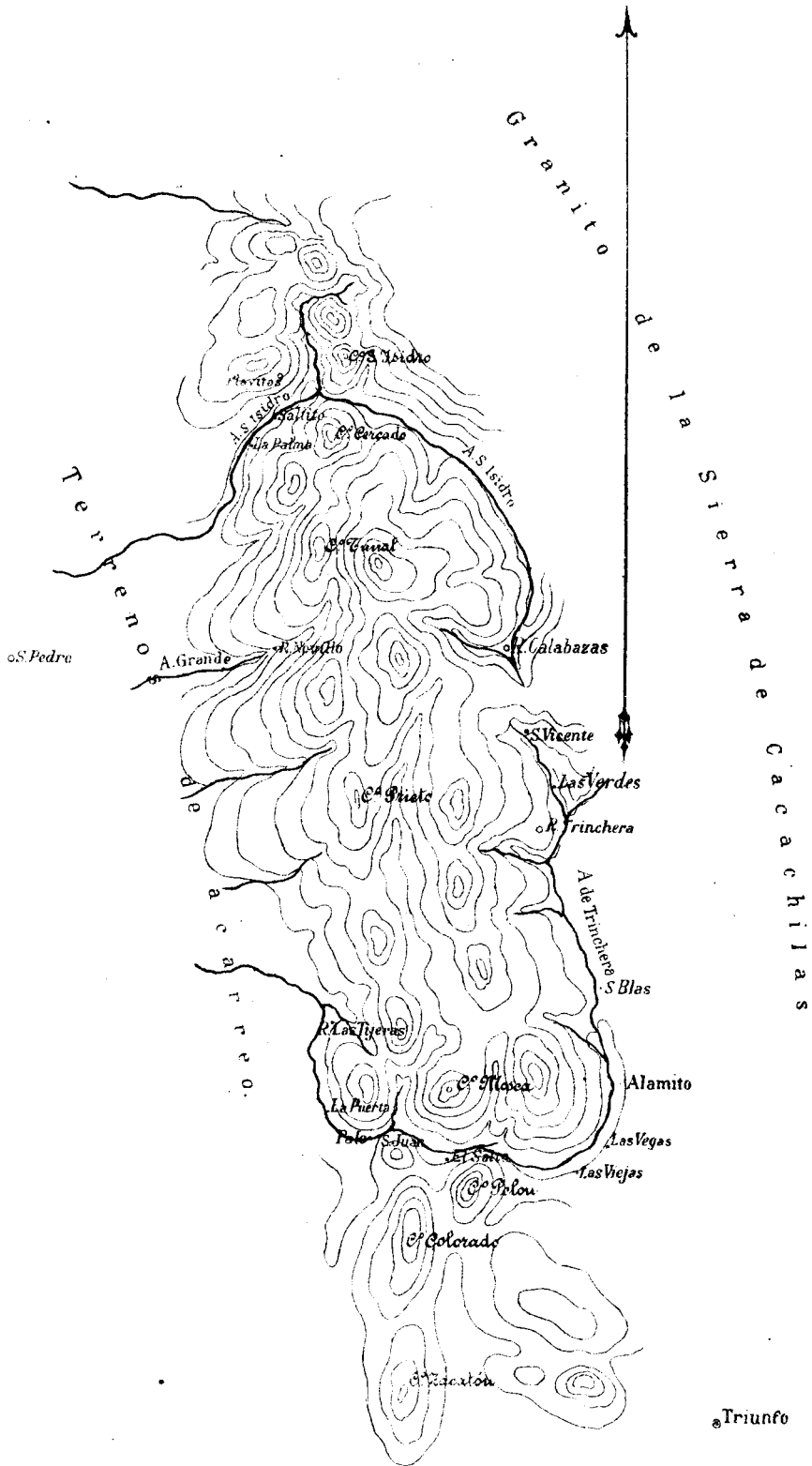
La muestra tomada en este punto, ha sido clasificada como una *diorita cuarcífera*; su textura es granular; sus constituyentes principales son: *andesina*, > *hornblenda verde*, > *cuarzo*, > *biotita*; como accesorios se presentan la *magnetita*, y entre los secundarios, la *clorita* y el *kaolín*. Encuéntrase también, como se ha visto en toda la formación, vetas intrusivas constituídas de feldespato y cuarzo. Vuelve a notarse empobrecimiento en la mica en la roca, para presentarse en otros lugares como se revela en otra muestra tomada más adelante en el lugar llamado Las Vegas, una pequeña eminencia situada sobre la margen izquierda del arroyo y que ha sido clasificada también como una *diorita cuarcífera*. El análisis microscópico revela en esta roca, los caracteres siguientes: su textura es granular; sus constituyentes principales son: *andesina*, > *oligoclasa*, > *hyperstema*, > *biotita*, > *cuarzo* y *augita*; entre sus accesorios se encuentran *magnetita*, *apatita* y *rutilo*; los secundarios, *leucocena* y *serpentina*. Siguen observándose todos los caracteres de fracturamiento y metamorfismo en toda esta extensión, con sus correspondientes vetas intrusivas de mayor o menor potencia, hasta llegar al lugar adonde ya el arroyo corta entre las estribaciones finales de la sierra entre las cuales forma una caída de agua de algunos metros de altura, en el lugar denominado El Salto. En este lugar se empiezan a observar fenómenos de concentración muy marcados en los elementos ferro-magnesianos. La muestra tomada en este lugar, y observada al microscopio ha sido clasificada por el señor Martínez Quintero, como una *amfibolita* cercana de la *hornblendita*. Sus caracteres macroscópicos son: roca oscura con grandes cristales de feldespato y de elementos ferromagnesianos; al microscopio sus caracteres son los siguientes: textura hipautozórfica; constituyentes principales: *labradorita* (< 32°) > *hornblenda*, > *andesina*, >> *biotita*; los secundarios: *mica blanca* y *kaolín*.

Ya cerca del rancho llamado El Palo San Juan, 380 metros sobre el nivel del mar, las concentraciones de minerales ferro-magnesianos aumentan aflorando en varios puntos, grandes acumulaciones, formadas de cristales perteneciente al grupo *pyroxena* muy desarrollado, de un color negro verdoso y parece que se trata de *augita* u *hornblenda*.

Más adelante, en el rancho de Las Tijeras, situado en las márgenes del mismo arroyo, y ya en las estribaciones occidentales de la sierra, vuelve a presentarse la roca diorítica con los mismos caracteres observados en las localidades situadas en el flanco oriental y sureste de la sierra, cerro del Burrito, cerro Prieto y Las Vegas, llegando por fin al rancho del Novillo, lugar en que se dió principio con las primeras exploraciones. Las arenas acarreadas por los pequeños arroyos secundarios que desembocan en el de Trinchera, son auríferas y este metal, en pequeñas cantidades, es extraído por los habitantes del lugar, principalmente por mujeres.

Para terminar se hicieron algunos recorridos entre los montículos que se encuentran al Sureste y Sur de la sierra. En todas estas pequeñas elevaciones se observa la roca bastante alterada como en el resto del macizo por la acción del metamorfismo dinámico (*gneiss* y *esquistos*.) Los montículos que se dirigen hacia el Sureste están constituídos por una roca clara que parece corresponder más bien a las formaciones del Triunfo; los que se dirigen hacia el Sur de la misma sierra, como el cerro Colorado, el cerro Pelón y el del Zacatón, no son más que las últimas estribaciones de ella, y en los que como en la falda

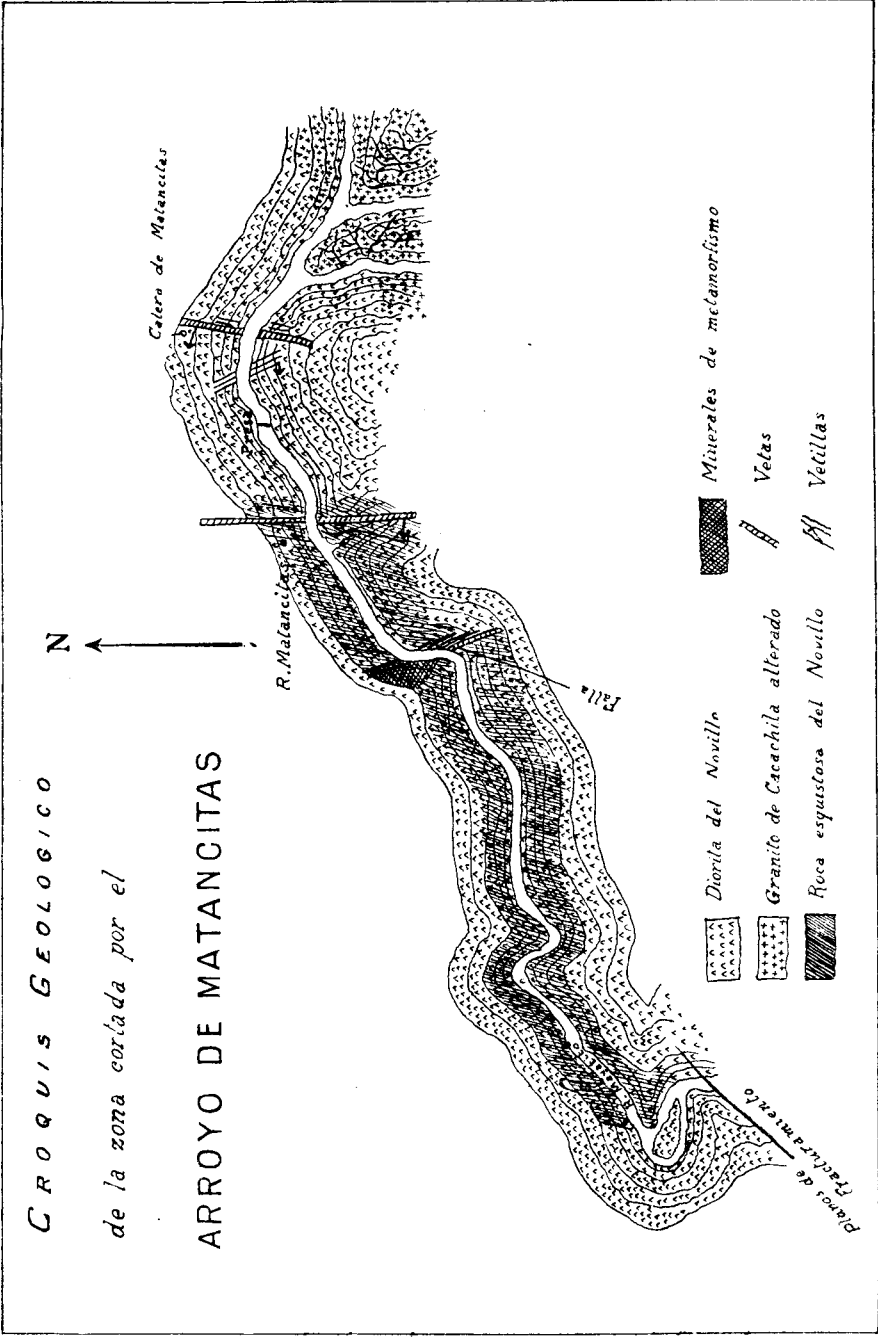
CROQUIS LIMITADO
DE LA
SIERRA DEL NOVILLO O DE TRINCHERA



CROQUIS GEOLOGICO

de la zona cortada por el

ARROYO DE MATANCITAS



de los cerros Colorado y Zacatón, se observan en varios lugares, zonas de concentración de minerales ferro-magnesianos, como los que se encontraron en las cercanías del rancho de Palo San Juan.

En resumen, la sierra llamada de El Novillo o Trinchera, conocida también con el nombre de San Pedro, es un macizo diorítico como lo revela el estudio del material colectado durante las diferentes exploraciones, habiéndose también podido limitar dicha sierra, de las formaciones circundantes, principalmente de la de Cacachilas y sus estribaciones, cuyo contacto se verifica por el N. NE. y SE. de la sierra.

El macizo diorítico después de sufrir los fenómenos subsecuentes al enfriamiento (contracción y fracturamiento), fué atravesando en muchos puntos por numerosas vetas intrusivas. Estas intrusiones de pegmatita y granito, han atravesado tanto al macizo diorítico del Novillo, como al material granítico de la sierra de Cacachilas (1) cuya acción sobre el macizo diorítico se ha observado en el extremo N. de la sierra, en el corte efectuado por el arroyo de Matancita, que, como se hizo notar, además del contacto de los materiales constituyentes de ambas sierras, se han podido seguir las modificaciones sufridas por la roca diorítica debidas al metamorfismo dinámico (gneiss, esquistos y minerales de metamorfismo) ya mencionados.

Las vetas después de haber sido inyectadas a través de la roca, han sufrido la influencia de presiones posteriores ejercidas sobre el macizo diorítico, dando lugar a la formación de fallas y ondulaciones en dichas vetas.

HISTORIA

Respecto a la edad de este macizo diorítico, muy poco puede decirse pues en los reconocimientos emprendidos para hacer el estudio de la sierra, no se encontraron restos de sedimentos y por tanto, se carece de fósiles con los que se pudiera relacionar la época en que apareció la roca ígnea de que nos hemos venido ocupando.

Lo que pudo comprobarse, es que la sierra del Novillo y la de Cacachilas, son de naturaleza diferente; la primera, está constituida como se ha visto, por material diorítico en toda su extensión, estando éste más o menos alterado por los efectos del diametamorfismo y la segunda, de granito rosado (cuyo análisis microscópico, se ha mostrado ya en otro lugar de este estudio) a través del cual el macizo diorítico pudo abrirse paso, formándose en este caso las vetas de granito y pegmatita por inyecciones posteriores, flexionándose y fracturándose después por acciones dinámicas posteriores también.

En general, se han considerado como atecretácicas (2) las formaciones graníticas que se encuentran a lo largo de la península de Baja California.

El macizo del Novillo y todo el conjunto montañoso que se designa con el nombre de sierra de San Lázaro, ha sufrido con toda la parte meridional de la península, los efectos del ascenso y descenso del mar, como se comprueba por la presencia de restos de playas y moluscos marinos a alturas de 600 metros sobre el nivel del mar, en la sierra de Cacachilas. (3)

Más pruebas de estos levantamientos, han sido observadas en las diferentes excursiones que se llevaron a efecto para estudiar la formación rhyolítica cercana a La Paz y de las que se tratará en su oportunidad.

SIERRA DE LA LAGUNA

Respecto a esta sierra muy poco puede decirse; ocupa una gran extensión y el tiempo que permanecimos fué insignificante; así es que apenas puede darse una idea ligerísima de esa región, que cuenta con alturas de más de 2,000

(1) Según las observaciones del Sr. V. Gálvez en sus últimas exploraciones en esa sierra.

(2) Bol. del Inst. Geol. de Méx. Núms. IV, V y VI. Bosquejo Geológico de México. Tercera parte. Rocas Eruptivas. por Ezequiel Ordóñez.-1896. Pág. 254.

(3) Fisiografía y Geología, etc., por el Dr. Angermann, obra ya citada, pág. 37.

metros sobre el nivel del mar; es muy escabrosa y se encuentra cubierta de bosques, que le dan el aspecto de nuestras sierras de la Mesa Central.

Su constitución es granítica, presentando en muchos lugares las manifestaciones del dinamometamorfismo, que se observan hasta en las partes más culminantes, como el Picacho y La Aguja.

Al pie de las estribaciones occidentales de la sierra, está situada la población de Todos Santos, en la desembocadura de una cañada, en la que de una manera imperfecta se utilizan las aguas de algunos manantiales para el cultivo de la caña de azúcar.

ISLA DE CERRALVO

En esta isla situada frente a la bahía de La Ventana, en el Golfo de California, sólo se permaneció unas dos horas a lo sumo, por lo que únicamente se puede dar como hemos dicho, una idea muy ligera de las formaciones existentes en sus costas occidentales.

En esta parte de la isla, la roca predominante es ígnea; de ella se tomaron algunas muestras que el señor Martínez Quintero clasificó como grano-dioritas. Al microscopio encontró los caracteres siguientes: textura granular, en parte, y equigranular, fenocristales de *andesina*, *hornblenda*, *cuarzo* y *ortoclasa*. Sus constituyentes secundarios: *kaolín* y *leucosena*. La grano-diorita ha sido cortada por la roca intrusiva clasificada como diabasofiro, cuyos caracteres son: textura porfirítica, siendo sus constituyentes principales, *labradorita* y *hornblenda basáltica*, teniendo como secundarios *magnetita* y *apatita*. La masa contiene *labrador*, *clorita* y *hornblenda verde*. Los elementos secundarios son: *pistacita* y *kaolín*. Existen también como manifestaciones de los efectos dinamometamórficos, *esquistos micáceos*.

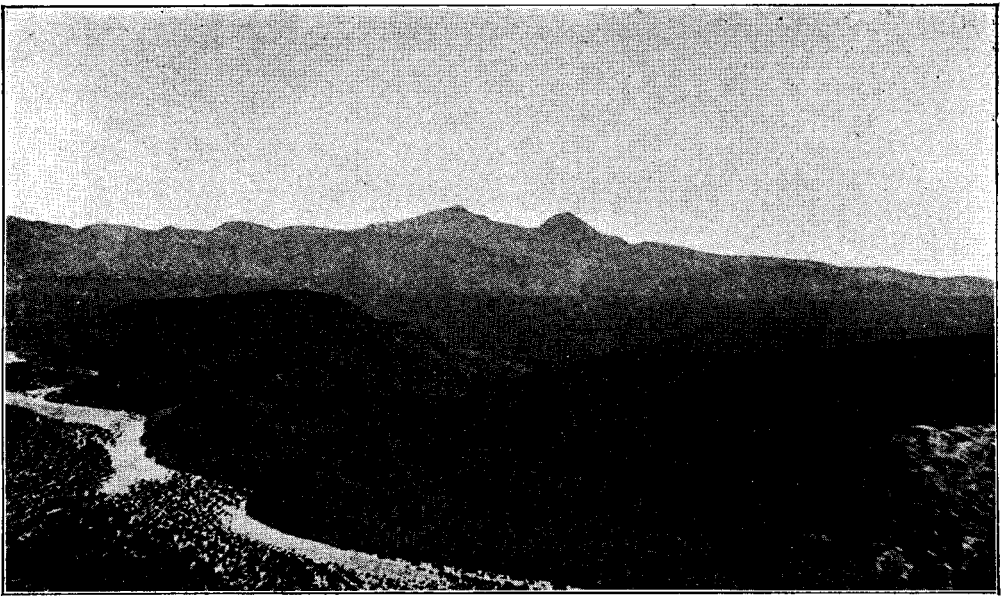
Las rocas sedimentarias se encuentran representadas por una capa de arenisca fosilífera, conteniendo fósiles marinos, restos de equinodermos, ostras y principalmente restos de *pecten*. La capa se encuentra plegada y seguramente corresponde a las últimas etapas del terciario (Plioceno.) Sobre esta capa reposa otra de conglomerado granítico. Estos depósitos son de litoral, formados en un valle sumergido, que son tan comunes en los litorales de la península. Dichos depósitos comprendidos entre macizos graníticos, son manifestaciones de levantamientos recientes; estas capas tienen un echa-do general de 25° al SE. y una dirección de NE. a SW.; además se observan fuertes acantilados, aproximadamente de unos 80 metros; las fajas litorales son muy estrechas y el fondo del mar próximo a la costa, es relativamente profundo.

COMARCA RHYOLITICA EN LOS ALREDEDORES DE LA PAZ

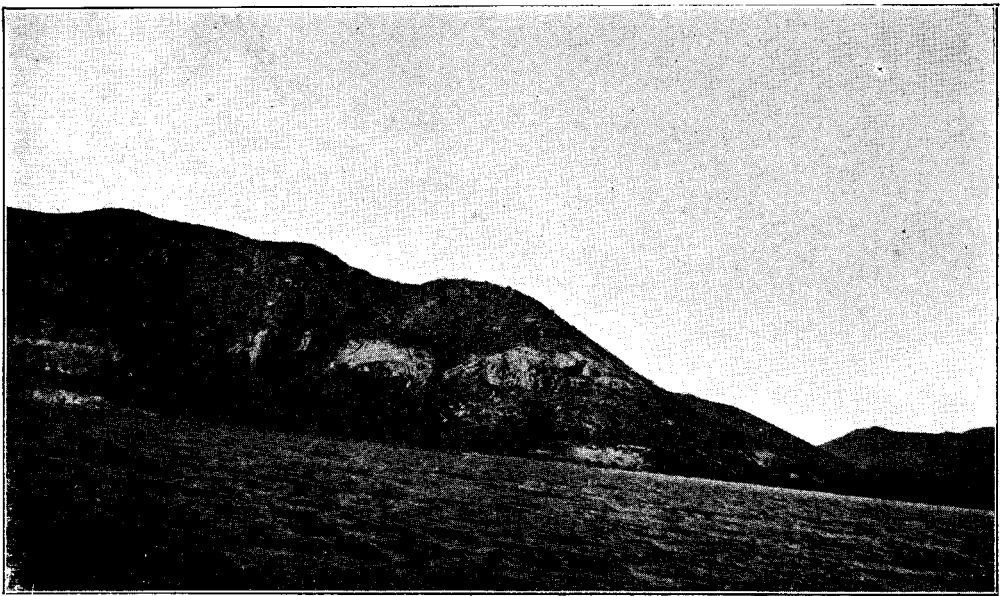
La comarca rhyolítica ocupa una corta extensión si se compara con la que representa el sistema montañoso designado con el nombre de sierra de San Lázaro, de la que se ha tratado en la primera parte de este estudio.

Esta formación está representada por un conjunto de alturas más o menos separadas y diseminadas en una faja de poca anchura, que se extiende hacia el N., NE., E., SE. y S. de La Paz, y se prolonga hasta la isla del Espíritu Santo—separada de la península por el Canal de San Lorenzo—y en la que se sigue presentando la misma roca efusiva.

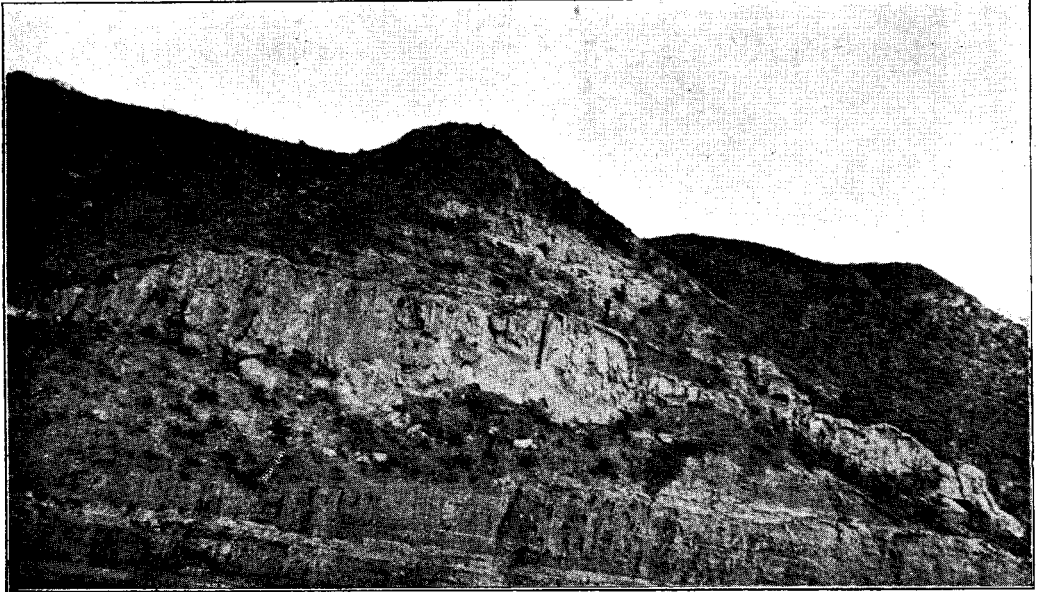
La angosta faja queda limitada al N. por las aguas del Golfo de California—teniendo en cuenta su prolongación en la isla del Espíritu Santo—; al S., se detiene un poco antes de llegar al poblado de San Pedro, situado en el camino que une la ciudad de La Paz con la población y Mineral de El Triunfo; por el W., una parte de la formación, está limitada por la bahía de La Paz, continuándose después esta limitación tierra adentro, lo mismo que por el lado SW., por la planicie en que se encuentra trazado el camino real a El Triunfo, de que ya se habló antes; al NE. y E., por la planicie



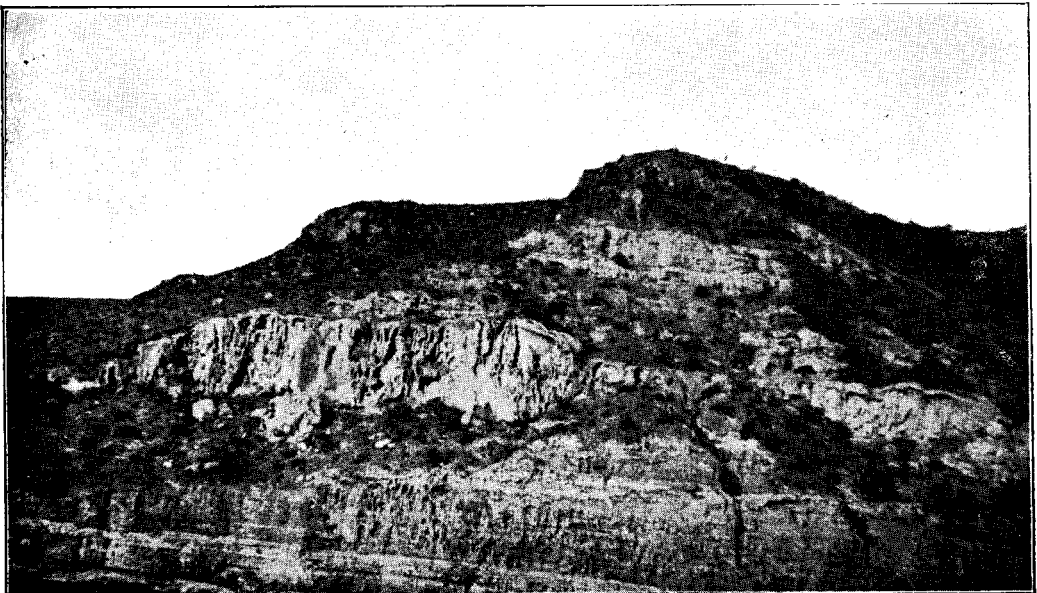
Fot. 11.—Región al Oeste de la sierra de Cacachilas.



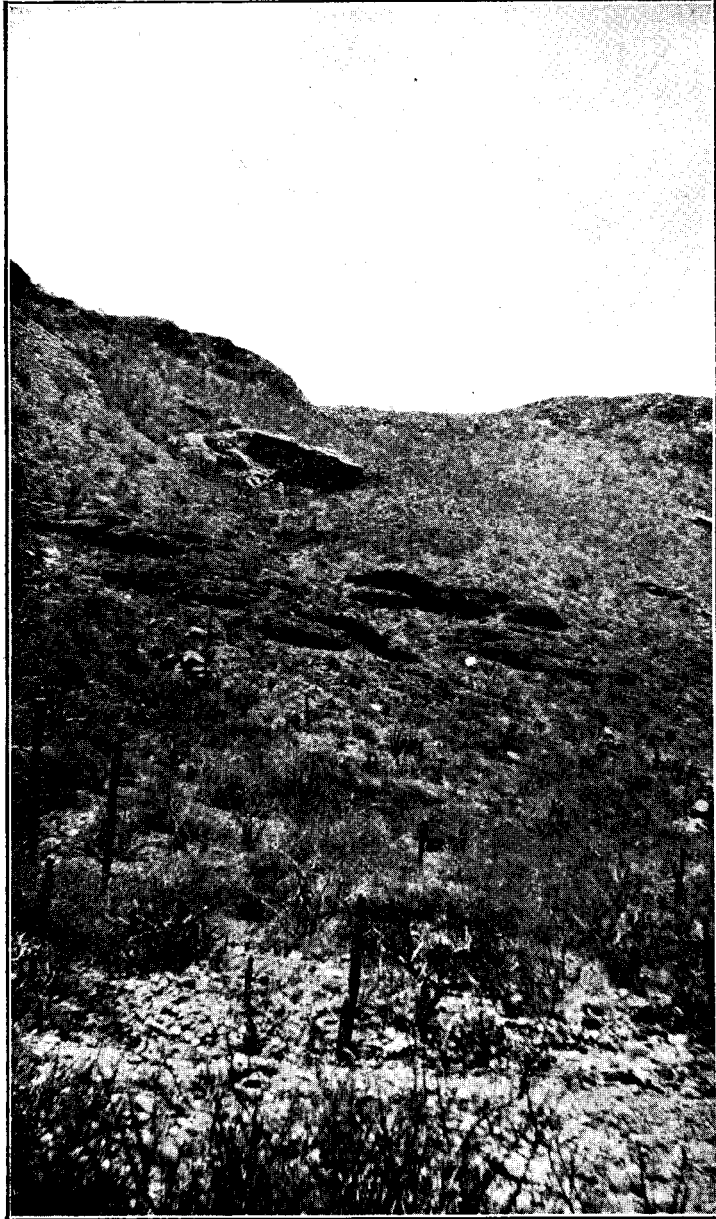
Fot. 12.—Cerro de La Calavera.



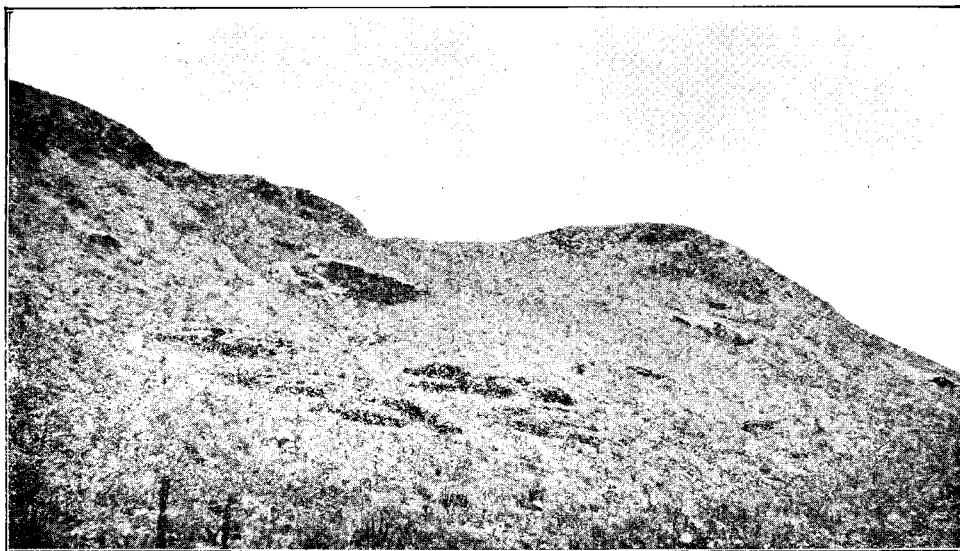
Fot. 13.—Depósitos en el cerro de La Calavera, a los 30 y 40 metros sobre el nivel del mar.



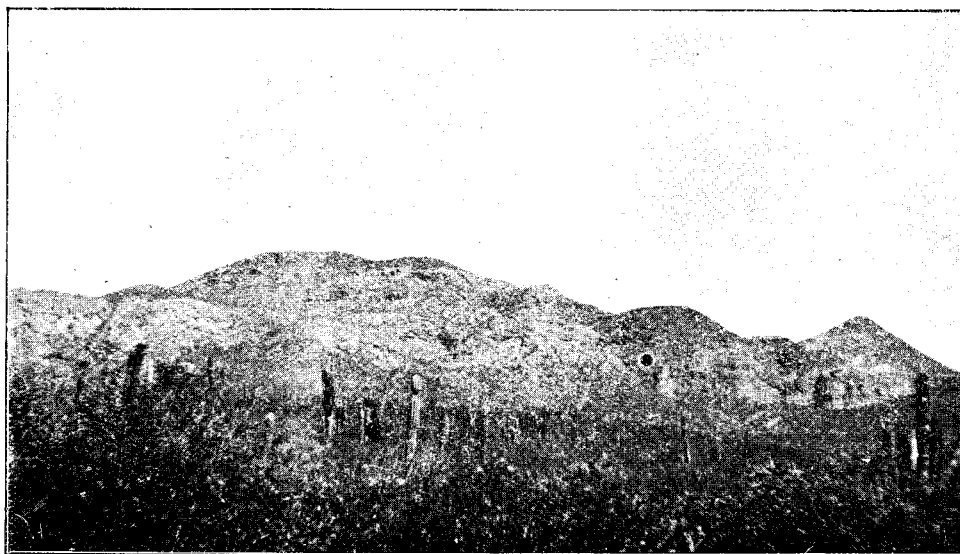
Fot. 14.—Oquedades en el cerro de La Calavera, con restos de fauna marina.



Fot. 15.—Oquedades en el cerro de La Calavera, con restos de fauna marina.



Fot. 16.—Afloramientos de rhyolita, en el cerro de La Calavera.



Fot.17.—Cerro del Coyote.

comprendida entre esta región y los macizos graníticos y sus estribaciones (estribaciones de la sierra de Cacachila); y al S. y SE., por la sierra del Novillo, a la cual se liga por medio de lomeríos. Al E., está limitada por la planicie relativamente poco accidentada que se va elevando gradualmente hacia los flancos occidentales de la sierra de Cacachila (Fot. núm. 11), esta planicie se va angostando hasta llegar a la parte S. de dicha formación rhyolítica, la que se enlaza por un conjunto de lomeríos con los macizos graníticos (sierra del Novillo). Puede decirse que esta angosta faja y los materiales que de ella se derivan, sigue una dirección bastante aproximada de N. a S.

Desgraciadamente, no se contó con ningún plano topográfico de la región, que en este caso hubiera sido muy útil para nuestras investigaciones; los datos aproximados que se pudieron tomar por medio de la brújula, mientras se hacían los recorridos, no son suficientes, por lo que no es posible acompañar este estudio con un croquis siquiera aproximado, como pudo hacerse con el de la sierra del Novillo.

Puede decirse que la comarca rhyolítica en la parte de la península recorrida por nosotros, queda comprendida en las formaciones pertenecientes al Terciario, como el doctor Angermann en la mascarilla de la Lám. V, que acompaña a su estudio "Fisiografía, Geología e Hidrología de los alrededores de La Paz," (1) la considera; sólo hay que agregar que esta formación se prolonga hasta la isla del Espíritu Santo, separada de la península por el Canal de San Lázaro.

Después de lo expuesto, daremos principio con los reconocimientos emprendidos en la parte de esta comarca, situada al N. de La Paz. Entre éstos, podemos mencionar los itinerarios seguidos por la playa hacia la falda S. del cerro de La Calavera (Fots. núms. 12 y 13), que se hicieron atravesando el estero llamado de Palmira, que, como todos los que desembocan en la bahía, se encuentra azolvado y muestra con bastante claridad los caracteres observados por investigadores anteriores, respecto al levantamiento de los litorales en la península.

Un poco más al N., y en este mismo litoral, existen algunos valles sumergidos, como el de Pichilingue. (1)

Las faldas de las pequeñas colinas, entre las que se ha formado el estero de Palmira, se encuentran cubiertas por conglomerado y gravas, que caracterizan los depósitos litorales. Ascendiendo sobre la falda del cerro de La Calavera, después de pasar el nivel de los mencionados depósitos y como a unos 30 metros, se presenta una brecha formada principalmente por pómez y fragmentos de rhyolita de color negro y rojo, incluídos en una toba de grano bastante fino, atestiguando haber sido depositados en el agua, pues se encuentran estratificados. En estos depósitos se observan numerosas oquedades, formadas por la acción de las aguas, y en el piso de éstas, que llegan a encontrarse a alturas comprendidas entre 30 y 40 metros sobre el nivel del mar (Fots. núms. 14, 15 y 16), numerosos restos de corales y moluscos marinos que se encuentran todavía en la fauna marina actual.

Los géneros que citamos a continuación son: algunos, *Spondylus* Lin., *Pecten* Klein., *Meleagrina* Lam. (*Margaritifera*, Megerle), *Arca* Lin., *Pectunculus*, Lam., *Chama*, Lin. *Venus*, Lin., *Turbo*, Lin., *Trochus*, Lin., *Strombus*, Lin., etc.,

Sobre el material en que se encuentran las oquedades o cuevas marinas, aflora la corriente rhyolítica, presentando aspecto fluida y un color oscuro y conteniendo en su masa cristales de cuarzo.

El señor Martínez Quintero, que hizo el estudio microscópico de las muestras tomadas por nosotros en la región, encontró en la correspondiente a este lugar los caracteres siguientes: textura vítrea, fenocristales de *oligoclasa* y *albita*, teniendo como elemento secundario la *magnetita* y siendo la masa un vidrio en vía de vitrificación, conteniendo *augita*. Entre los

(1) Parergones del Instituto Geológico. Tomo I. Núm. 11, 1904.

elementos secundarios, se encontró *kaolín*, existiendo, además, venas de *limonita*.

Los acantilados formados por la corriente en esta parte de su afloramiento, tienen una dirección general N. 45° E., con un echado al NW. Después de ascender unos 40 metros, ya sobre la corriente, ésta presenta un aspecto bandeado con una dirección N. 70° W. y un echado al W.; su color es más oscuro que el que presenta en sus primeros afloramientos. Al microscopio, otra muestra tomada en este lugar, presenta una textura vítrea y contiene fenocristales de *ortoclasa* > *albita*, la masa es vítrea y está devitrificándose parcialmente; sus elementos secundarios son *limonita* y *hematita* (?) La altura de este cerro es de unos 260 metros sobre el nivel del mar.

Por su flanco SE. el cerro de La Calavera se liga al de San Juan por una sucesión de lomeríos; el primero de estos cerros presenta en sus materiales hacia ese lado, los mismos caracteres observados hacia el lado S. Más adelante se hablará de estos lomeríos.

El cerro llamado del Coyote (Fot. núm. 17), es continuación del de La Calavera, que con otras alturas van a terminar hacia el N. del canal de San Lorenzo; ya hemos dicho que esta sucesión de elevaciones tiene sus flancos occidentales limitados por la bahía, y los orientales por la planicie que se extiende hasta el pie de los flancos occidentales de las estribaciones que se desprenden de la sierra de Cacachila.

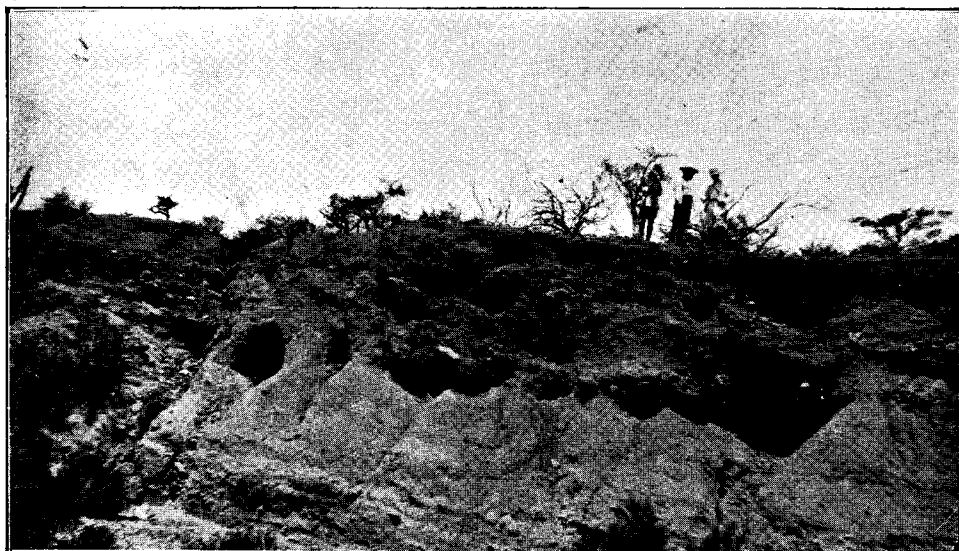
Entre los itinerarios seguidos para el reconocimiento de esta elevación, mencionaremos el que se llevó a cabo atravesando por una de las lomas que enlazan el cerro de La Calavera con el de San Juan, cima esta última que se encuentra, aproximadamente, a unos 170 metros sobre el nivel del mar, y que se continuó hacia el N. de ella sobre la extensa planicie en la que se encuentra situado el rancho de La Laguna, a unos 100 metros sobre el nivel del mar, para terminar en las faldas orientales del mencionado cerro del Coyote, en cuya base se encuentra depositado el material brechoso de unos dos centímetros aproximadamente, formado por fragmentos de origen rhyolítico consolidado. Esta brecha está cementada por una toba arcillosa de color verdoso, coloración debida al hierro; sobre ella se encuentra una capa de una arenisca de color rosado, en la que se observan pequeños fragmentos de mica, de pómez y de roca rhyolítica; sobre esta capa reposa otra, formada de un conglomerado oscuro, también de origen rhyolítico, y cuyos fragmentos miden, aproximadamente, un centímetro de diámetro; este material se vuelve más fino hasta tomar el aspecto de una arenisca, rematando a esta altura los afloramientos de la corriente rhyolítica, cuyos fragmentos desprendidos, cubren otros lugares de los flancos del cerro, acumulándose y alcanzando bastante altura.

Prolongando estos reconocimientos al pie de los flancos orientales de este cerro, hacia el N. se presenta en manchones, una capa delgada formada por una arenisca cuarcítica en lajas de color rojizo, bastante consolidada y de la cual se tomó una muestra que observada al microscopio, presenta una textura clástica, teniendo como elementos principales *cuarzo*, >> *andesina*, > *olivino*, encontrándose la *magnetita* como elemento accesorio y estando constituida la masa de *arcilla*, *hematita* y *limonita*; estos dos últimos minerales existen también como elementos secundarios.

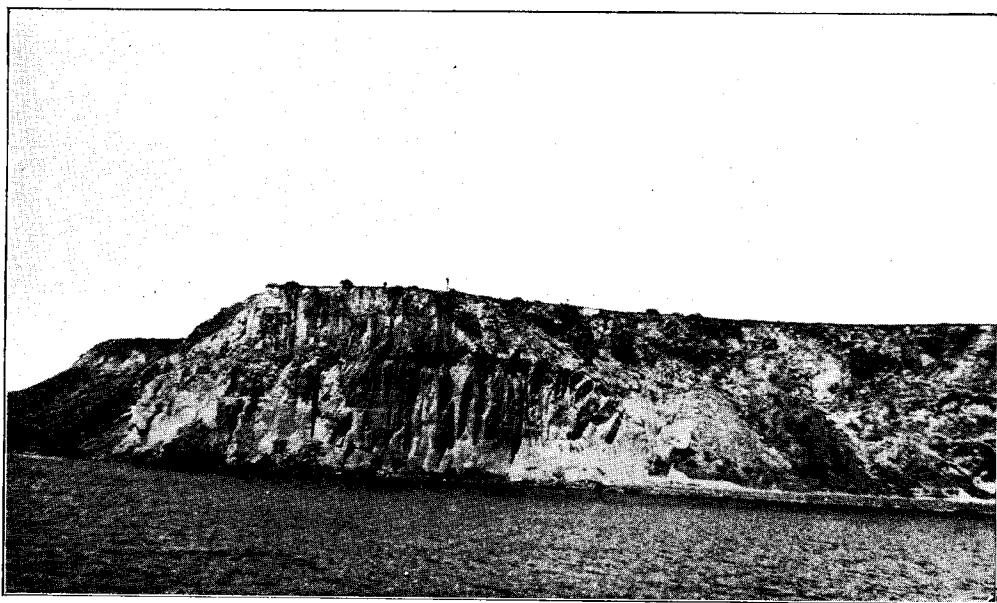
Unos 300 metros más adelante del lugar mencionado, en un corte efectuado por un arroyo cuyo cauce se desarrolla casi paralelamente a la falda del cerro, se observa el conglomerado y grava de origen rhyolítico, con una potencia de unos 10 metros. (Fot. núm. 18).

Una serie de alturas formadas principalmente por materiales de desintegración como tobas, brechas, arenas, gravas, etc., están ligadas al cerro del Coyote. Esta sucesión de elevaciones que bordean el lado oriental de la bahía de La Paz, van a terminar, como ya se indicó, al N. de las costas que limitan el canal de San Lorenzo.

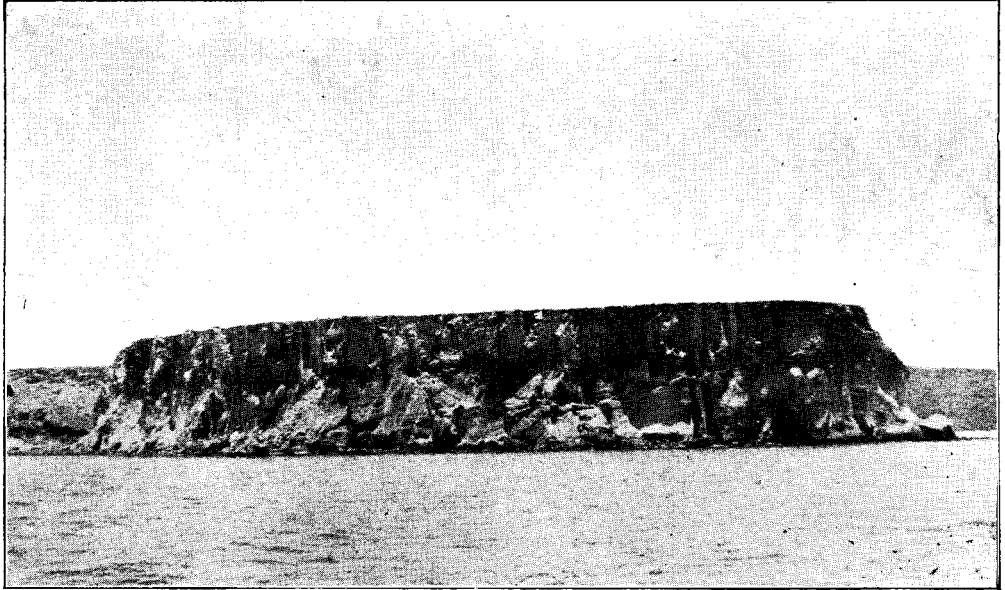
Otro de nuestros reconocimientos se prolongó hacia la extremidad NE. de la formación, hacia las estribaciones graníticas que se desprenden de la



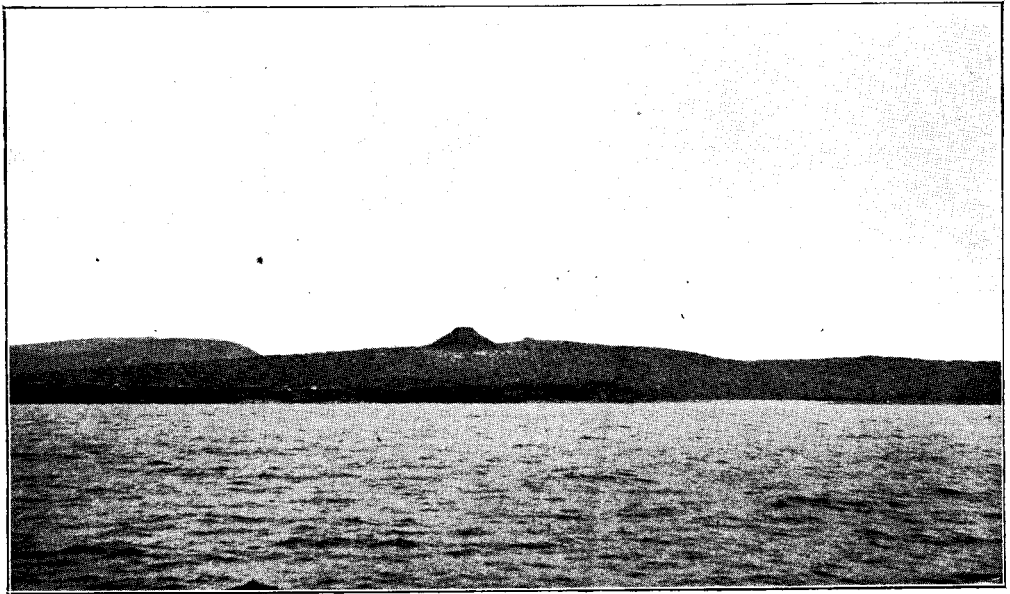
Fot. 18.—Conglomerados y grava, en el cerro del Coyote.



Fot. 19.—Acantilados en la isla de Espíritu Santo.



Fot. 20.—Acantilados en la isla de Espíritu Santo.



Fot. 21.—Cerro Pilón de Azúcar, en la isla Espíritu Santo.



Fotografía núm. 22.